



**OPL**

**FESTO**

- Intervju
- Ventil na obisku
- Okolju prilagojena maziva
- Mobilni nadzor male hidroelektrarne
- Kamera s programirljivim slikovnim procesorjem
- Od sensorja do prave odločitve
- Okolju prijazna maziva in hidravlične tekočine
- Breme kot izvor energije

**Parker**

**HYDAC**

**SICK**

Sensor Intelligence.

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

**VIAL**  
AUTOMATION  
*Sinerzija človeka in tehnologij*

**ABB**

Power and productivity  
for a better world™

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**  
www.olma.si





## HIDRAVLIČNE SESTAVINE HIDRAVLIČNI SISTEMI STORITVE



PROGRAM  
ZASTOPSTEV



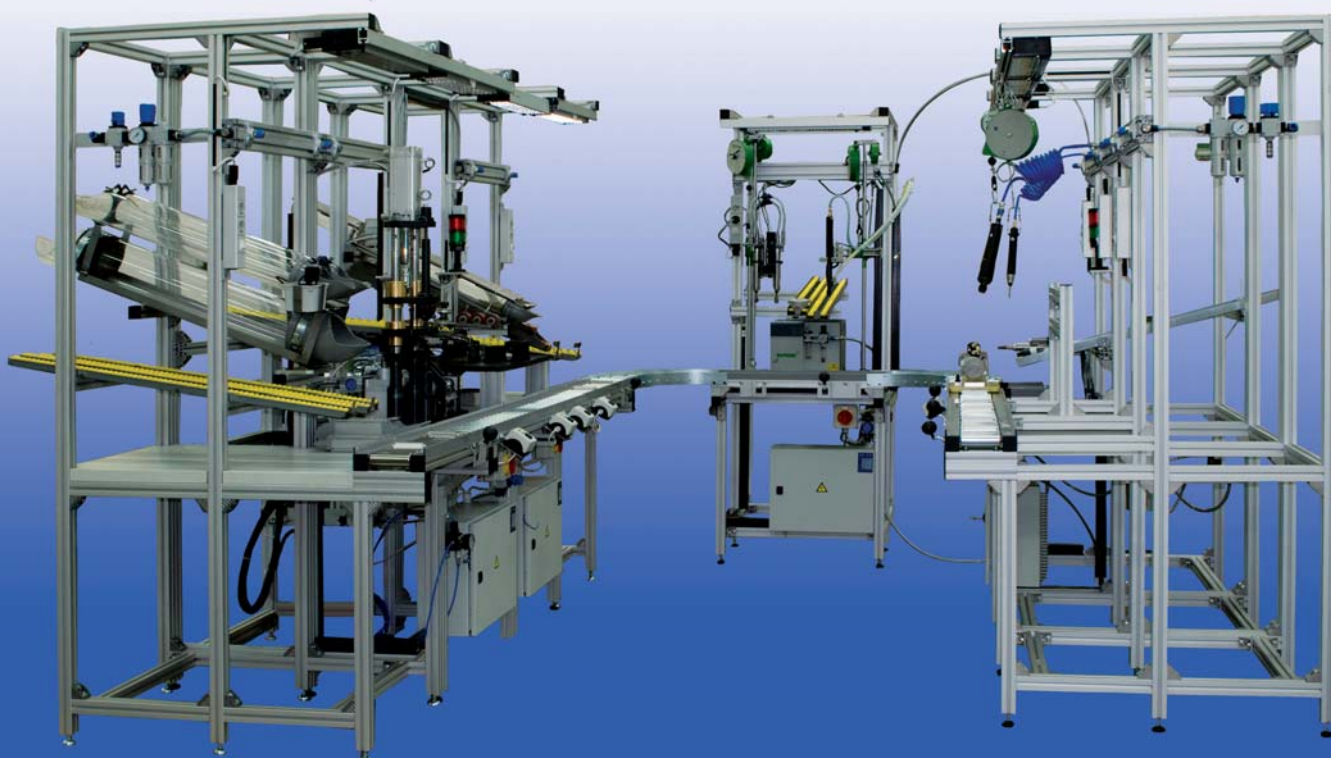
[www.kladivar.com](http://www.kladivar.com)

KLADIVAR, tovarna elementov za fluidno tehniko Žiri, d.o.o.  
Industrijska ulica 2, SI - 4226 Žiri, Slovenija  
T: 04 51 59 100 / F: 04 51 59 122 / E: info@kladivar.com



# Unikatne tehnološke rešitve

F L E K S I B I L N E M O N T A Ž N E C E L I C E



## FLEKSIBILNI PROIZVODNI SISTEMI

Iskra ASING d.o.o., je priznani ponudnik celostnih rešitev projektiranja, izdelave in tehnološkega inženiringa na sledečih programskih sklopih:

- Navijalni stroji in naprave
- Montažne linije in sistemi
- Namenski obdelovalni stroji
- Merilne naprave in sistemi

 **Iskra**  
Iskra Avtoelektrika Group  
**ASING d.o.o.**

Vrtojbenska cesta 62  
SI-5290 Šempeter pri Gorici  
Telefon: 05 33 93 412, 33 93 401  
asing@iskra-ae.com  
www.iskra-ae.com

Impresum	199	■ INTERVJU	
Beseda uredništva	199	Ronald Knecht, produktni vodja oddelka Fluid Power Europe v podjetju Quaker	200
■ DOGODKI - POROČILA - VESTI	204	■ VENTIL NA OBISKU	
■ NOVICE - ZANIMIVOSTI	224	HAWE - »Rešitve za svet pod pritiskom«	228
■ ALI STE VEDELI	274	■ OKOLJEVARSTAVO IN TEHNIKA	
Seznam oglaševalcev	292	Boris KRŽAN, Jože VIŽINTIN: Okolju prilagojena maziva	232
Znanstvene in strokovne prireditve	262	■ MOBILNO VODENJE	
		Luka SELAK, Alojzij SLUGA: Mobilni nadzor male hidroelektrarne	240

### Naslovna stran:

OLMA, d. d., Ljubljana Poljska pot 2, 1000 Ljubljana Tel.: + (0)1 58 73 600 Fax: + (0)1 54 63 200 e-mail: komerciala@olma.si	Tel.: + (0)1 47 69 990 Fax: + (0)1 47 69 946 e-mail: office@sick.si http://www.sick.si
OPL Avtomatizacija, d. o. o. BOSCH Automation Koncesionar za Slovenijo IOC Trzin, Dobrave 2 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)1 560 22 40 Fax: + (0)1 562 12 50	IMI INTERNATIONAL, d. o. o. (P.E.) NORGREN HERION Alpska cesta 37B 4248 Lesce Tel.: + (0)4 531 75 50 Fax: + (0)4 531 75 55
FESTO, d. o. o. IOC Trzin, Blatnica 8 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)1 530 21 10 Fax: + (0)1 530 21 25	MIEL Elektronika, d. o. o. Efenkova cesta 61, 3320 Velenje Tel.: +386 3 898 57 50 Fax: +386 3 898 57 60 www.miel.si
PARKER HANNIFIN Corporation Podružnica v Novem mestu Velika Bučna vas 7 8000 Novo mesto Tel.: + (0)7 337 66 50 Fax: + (0)7 337 66 51	www.omron-automation. com
HYDAC, d. o. o. Zagrebska c. 20 2000 Maribor Tel.: + (0)2 460 15 20 Fax: + (0)2 460 15 22	Vial Automation, d. o. o. Predstavnik podjetja BAUMER v Sloveniji Gotovlje 57 3310 Žalec Tel.: +386 3 713 27 96 Fax: +386 3 713 27 94 Internet: http://www.vial- automation.si
SICK, d. o. o. Cesta dveh cesarjev 403 0000 Maribor	ABB, d. o. o. Koprska ulica 92 1000, Ljubljana Tel.: +386 1 2445 457 Fax: +386 1 2445 490 www.abb.si

### ■ RAČUNALNIŠKI VID

Aleš GORKIČ, Drago BRAČUN, Janez DIACI: Razvoj kamere z vgrajenim programirljivim slikovnim procesorjem 246

### ■ VODENJE IN NADZOR

Stanko STRMČNIK, Đani JURičIČ, Bojan MUSIZZA, Janko PETROVČIČ: Od senzorja do prave odločitve 254

### ■ FLUIDNA TEHNIKA

Milorad KRSTIČ, Patrick LÄMMLE: Okolju prijazna maziva in hidravlične tekočine - 2. del 264

### ■ IZ PRAKSE ZA PRAKSO

Breme kot izvor energije 270

### ■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Rexroth IndraMotion za strego - časovno optimizirano gibanje več osi (DOMEL) 276

Kalibracija kot način vzdrževanja meril (LOTRIČ) 278

Frekvenčni regulatorji ABB (ABB) 280

Podjetje National Instruments razširja ponudbo izdelkov za merjenje zvoka in tresljajev za uporabo v aplikacijah za diagnosticiranje naprav (NATIONAL INSTRUMENTS) 281

### ■ NOVOSTI NA TRGU

Prenosne hidravlične črpalke (ENERPAC) 282

Izboljšanje izkoristka fotovoltaičnih sončnih kolektorjev (HYDAC) 283

Energetsko učinkovit hidravlični pogon z zobniško črpalko PGH-3X 283

z notranjim ozobjem (LA & Co) 283

Preizkusite delovanje krmilnikov Trio Motion Technology! (PS) 284

Kalibrator procesnih veličin DIGISTANT 4423 (PSM) 284

Prilagodljivost z uporabo Inspectorja I20 (SICK) 285

Vakuumski regulator serije IRV 10/20 (SMC) 286

Elektromagnetni ventili serije VXE (SMC) 286

Mokre noge? Ne hvala! (VIAL) 287

### ■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO

EPSON Roadshow 2009 Slovenija 288

### ■ LITERATURA - STANDARDI - PRIPOROČILA

Nove knjige 290

Fluidna tehnika - novosti na področju standardizacije 291

### ■ PROGRAMSKA OPREMA - SPLETNE STRANI

Zanimivosti na spletnih straneh 292

**VENTIL**  
REVUIJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO  
ISSN 1518-9219 | Kletnik, 1.1.2009

- Intervju
- Ventil na obisku
- Okolju prilagojena maziva
- Mobilni nadzor male hidroelektrarne
- Kamera s programirljivim slikovnim procesorjem
- Od senzorja do prave odločitve
- Okolju prijazna maziva in hidravlične tekočine
- Breme kot izvor energije

**industrijska olja in maziva**

Preizkusite program!

**OLMA**  
www.olma.si





## Très chic: Designerski agregat.

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

Solutions for a World under Pressure

**HAWE**  
HYDRAULIK

© Ventil 15(2009)3. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.  
© Ventil 15(2009)3. 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	15	Volume
Letnica	2009	Year
Številka	3	Number

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

Ustanovitelj:  
SDFt in GZS – ZKI-FT

Izdajatelj:  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Glavni in odgovorni urednik:  
prof. dr. Janez TUŠEK

Pomočnik urednika:  
mag. Anton STUŠEK

Tehnični urednik:  
Roman PUTRIH

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

Oblikovanje naslovnice:  
Miloš NAROBÉ

Oblikovanje oglasov:  
Barbara KODRÚN

Lektoriranje:  
Marjeta HUMAR, prof.; Paul McGuinness

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

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

Marketing in distribucija:  
Roman PUTRIH

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

Naklada:  
2 000 izvodov

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

Revijo sofinancira Javna agencija za knjigo Republike  
Slovenije (JAKRS)

Revija Ventil je indeksirana v podatkovni bazi INSPEC.

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

## Družbeni denar za raziskave in izobraževanje

*Minister za znanost, visoko šolstvo in tehnologijo, minister za šolstvo in šport ter drugi ministri sedanje vlade stalno ponavljajo, da bodo povečali sredstva za znanost, raziskave in predvsem za tehnološki razvoj in da ga za izobraževanje v nobenem primeru ne bodo zmanjševali. Celo več, minister za znanost, visoko šolstvo in tehnologijo je napovedal, da se bodo sredstva za tehnološki razvoj že v tem letu povečala za skoraj 70 %. To je ogromno in nepričakovano povečanje. Uspešnega »gospodarja« v širšem pomenu besede pri taki napovedi takoj spreleti vprašanje: ali bo denar res koristen in optimalno uporabljen? Ali so vsi, ki denar delijo, ki ga porabljajo, in tisti, ki porabo kontrolirajo, sposobni opraviti tako drastično povečan obseg dela?*

*Prav te dni smo iz sredstev javnega obveščanja slišali, da bodo študentje, ki v Sloveniji študirajo po »bolonjskem« programu, imeli pravico do enoletnega absolventskega statusa po prvi in po drugi stopnji. To pomeni, da bodo slovenski izobraženci študirali od 33 pa celo do 40 % dalj časa kot njihovi kolegi v drugih državah in da bo morala slovenska družba za študirajočo mladino v primerjavi z drugimi v evropskem prostoru prispevati od 20 do 33 % več sredstev, kot prispevajo druge države za enako populacijo in za enako stopnjo izobraževanja.*

*Vprašanja, ki se pri tem pojavijo, so: ali ta družba vsa prej naštetega vlaganja denarnih sredstev zmore ali ne, kje in kdaj se bodo ta vlaganja poznala ter kdaj in v kakšnem obsegu se bodo ta sredstva vrnila nazaj v državno blagajno? Naslednje vprašanje je: kakšen bo izkoristek vloženih sredstev?*

*Če se ozremo nekoliko nazaj v preteklost, potem hitro ugotovimo, da v celotni zgodovini človeštva, ne glede na čas in kraj, na barvo oblasti v določeni državi, politični režim ali narodnost ljudi, sredstva, vložena v izobraževanje širših množic, še nikoli niso bila slabo naložena. Podobno velja za sredstva, ki so v novejšem času vložena v znanost in tehnološki razvoj. Tiste države in družbe, ki so vlagale v izobraževanje ljudi, so se razvijale, tiste, ki tega niso počele, so pač zaostale. V zgodovini pa tudi v sedanjem času lahko v različnih državah najdemo številne dobre in slabe primere izobraževanja in razvoja družbe.*

*Toda prav gotovo je neke meje. Ali je možno, da bodo povečana sredstva v razvoj v takšnem obsegu, kot je navedeno zgoraj, res optimalno porabljena. Iz razvitega sveta je znano, da podjetje ne sme rasti za več kot 10 % letno, ker je nevarnost, da se »prekuri«. Preprosto povedano: vsi zaposleni v podjetju, od vratarja in snažilke pa do vodstva, večje rasti kot 10 % na leto ne morejo prenesti. Ali ne velja nekaj podobnega tudi za celotno družbo in državo ter za posamezne institucije v njej? Tako veliko povečanje sredstev za tehnološki razvoj je vsekakor koristno, toda ali bodo tisti, ki skrbijo za javne razpise, ki odobravajo razdelitev denarja, tisti, ki ga porabljajo, in tisti, ki kontrolirajo porabljenih sredstev, zmogli svoje aktivnosti povečati za 70 %. Vedno je nevarnost, da v takšni verigi povezanih oseb, ki so med seboj odvisne, nekdo neke odpove, kar vodi do neoptimalnega delovanja.*

*Drug problem je izobraževanje po srednji šoli. Število šolajoče mladine se je v zadnjih letih tako hitro povečevalo, da nastopi vprašanje, ali so vsi tisti, ki so bili odgovorni za izobraževanje, zmogli ta povečani obseg dela. Ali se je s kvantiteto povečevala tudi kvaliteta? Na področju izobraževanja, na visokošolskem in višješolskem področju, je odgovor na prejšnje vprašanje negativen. Za to trditev nimamo prav trdnih dokazov, ker teh ugotovitev nihče ne spremlja in ne preverja. Toda splošno večinsko mnenje je, da so sedanji študijski programi mnogo manj zahtevni, kot so bili tisti pred desetletji. Ali je sploh mogoče tako hitro in kvalitetno usposobiti tako veliko število visokošolskih učiteljev, kot jih potrebujejo nastajajoče univerze in visoke ter višje šole pri nas?*

*Na koncu lahko zapišemo, da je zelo koristno, da se povečujejo sredstva, namenjena za raziskave in tehnološki razvoj – podobno velja tudi, da se povečujejo sredstva za izobraževanje. Pri tem pa je treba imeti razumno mejo in vsak preskok v enem letu za več kot 10 % v eno ali drugo smer vsekakor ni najbolj optimalen.*

Janez Tušek



# Ronald Knecht, produktni vodja oddelka Fluid Power Europe v podjetju Quaker

Podjetje Quaker Chemical je v svetu vodilno na področju valjavih tekočin, poleg tega pa je med največjimi proizvajalci izdelkov za obdelavo kovin in težko gorljivih hidravličnih tekočin. Za revijo Ventil smo se z gospodom Ronaldom Knechtom pogovarjali o težko gorljivih hidravličnih tekočinah. Quaker proizvaja različne vrste težko gorljivih hidravličnih tekočin, od katerih je nekaj tudi biološko hitreje razgradljivih. Glede na to, da je Quaker s svojimi izdelki prisoten tudi na slovenskem tržišču, smo prepričani, da je razgovor zanimiv tudi za marsikaterega bralca – morda celo uporabnika Quakerjevih izdelkov.



Slika 1. Ronald Knecht

**Ventil:** Gospod Knecht, radi bi Vam zastavili nekaj vprašanj, predvsem s področja težko gorljivih hidravličnih tekočin. Na začetku pa Vas prosim, če nam lahko na kratko predstavite podjetje Quaker.

**R. Knecht:** Podjetje je bilo ustanovljeno leta 1918. Od tedaj vzdržuje dolgoročne odnose z vodilnimi podjetji na področju proizvodnje in obdelave kovin in drugimi bazičnimi procesnimi industrijami po vsem svetu. Danes smo poslovno in s svojimi izdelki prisotni v vseh glavnih proizvodnih državah sveta.

Quaker je podjetje s 581,6 milijonov dolarjev prometa v letu 2008, glavnim sedežem v kraju Conshohocken,

Pensilvanija, ZDA, in lokalnimi sedeži v Uithoornu, Nizozemska, Rio de Janeiru, Brazilija, in Šanghaju, Kitajska. Javno kotira na borzi vrednostnih papirjev v New Yorku.

Quaker ima zelo močno globalno pozicijo v industrijah, ki jih servisira. Cenjen je po svoji tehnološki podpori na področju tehnologije emulzij, korozijske zaščite in mazanja.

**Ventil:** Katere vrste maziv proizvaja Quaker?

**R. Knecht:** Quaker dobavlja vsa maziva, ki se uporabljajo v večini procesov v industriji jekla med proizvodnjo jeklenih trakov in profilov, maziva za industrijo aluminijevih trakov, obdelavo kovin in proizvodnjo konzerv. Quaker poleg tega dobavlja težko gorljive hidravlične tekočine, ki se uporabljajo povsod tam, kjer obstaja potencialna nevarnost požara. To je lahko na primarnih trgih, vendar Quaker prav tako dobro servisira tudi trge mobilne opreme (naše težko gorljive tekočine so namreč hkrati tudi biološko hitreje razgradljive), rudarstvo, gradnjo predorov itd.

**Ventil:** Prosil bi Vas, če lahko predstavite tudi svoje delo in vlogo v podjetju.

**R. Knecht:** Sem produktni vodja oddelka Fluid Power in tako povezuje med »tržiščem« in »razvojnimi laboratoriji«. Opravljam vlogo svetovnega številnih uporabnikov naše palete težko gorljivih hidravličnih tekočin Quintolubric, odgovoren pa sem tudi za trženje in uvajanje novih izdelkov.

**Ventil:** Ali ste s svojimi izdelki prisotni tudi na slovenskem tržišču? Kdo so vaši partnerji v Sloveniji?

**R. Knecht:** Da, navzoči smo na slovenskem tržišču. Naš kompletni proizvodni program predstavlja partner Olma.

**Ventil:** Katere so prednosti Quakerja pred ostalimi proizvajalci maziv?

**R. Knecht:** Quaker je poznan po svojem tehnološkem znanju, razumevanju specifičnih potreb uporabnikov maziv in sposobnosti prenosa teh potreb v izdelek. Vse to je kombinirano z močnim poprodajnim servisom.

**Ventil:** Katere vrste težko gorljivih hidravličnih tekočin proizvajate in kakšno je razmerje med njimi?





Slika 2. Lokalni sedež podjetja Quaker v Uithoornu, Nizozemska

**R. Knecht:** Danes mednarodna organizacija za standardizacijo ISO priznava štiri glavne skupine težko gorljivih hidravličnih tekočin (FRHF – Fire Resistant Hydraulic Fluids) in jim je dodelila oznake, ki temeljijo na njihovi kemični sestavi: HFA za tekočine z visoko vsebnostjo vode, HFB za inverzne emulzije, HFC za zmesi vode in glikolov in HFD za sintetične tekočine brez vode.

**Tekočine HFA** – imenujemo jih tudi tekočine z visoko vsebnostjo vode (HWCF – High-Water-Content-Fluids) ali 95/5-tekočine, kajti originalno gre za 5-odstotno emulzijo olja v vodi. Olje omogoča mazanje, korozijsko zaščito in bakteriološko stabilnost, toda večino tekočin HFA predstavlja voda, tako da so njene dobre in slabe strani še vedno zelo pomembne. Tekočine HFA so na primer izjemno odporne proti požaru, vendar zahtevajo opremo, ki je bila konstruirana posebej za uporabo z vodo. Zato z njimi ne moremo nadomestiti mineralnega olja v tipični hidravlični opremi. Tekočine HFA pogosto uporabljamo v valjavih ogrojdih in premogovnikih, kjer je oprema prilagojena uporabi teh tekočin. Še vedno se uporabljajo klasične tekočine HFA na osnovi mineralnega olja, toda izpodrivajo jih sintetični izdelki, ki omogočajo boljše mazanje, stabilnost in bakteriološko odpornost.

**Tekočine HFB** – so prav tako emulzije. V njih je voda suspendirana v mineralnem olju, ki s 60 % predstavlja večino izdelka. Te tekočine omogočajo veliko boljše mazanje in korozijsko zaščito kot tekočine HFA in v nekaterih primerih se njihove lastnosti približajo lastnostim mineralnega olja. Voda omogoča mehанизem gašenja v primeru pojava ognja. Za varno in nemoteno obratovanje tekočin HFC je potrebno njihovo redno vzdrževanje. Temperature moramo vzdrževati tako nizke, da ne pride do izparevanja vode. Prav tako je potrebno redno kontrolirati stabilnost tekočine, da zagotavljamo odpornost proti požaru. Zaradi vzdrževalnih zahtev in naravne nestabilnosti emulzij vode v olju tekočine HFB ne uporabljajo pogosto.

**Tekočine HFC** – ali vodni glikoli so najpogosteje uporabljane težko gorljive hidravlične tekočine. Vsebujejo 35–45 % vode, podoben glikol, kot je uporabljen pri tekočinah proti zmrzovanju, in posebne zgoščevalce, ki

izboljšajo viskoznost. Voda omogoča odpornost proti požaru, tako kot pri tekočinah HFB, zato moramo njeno vsebnost kontrolirati in vzdrževati na ustreznem nivoju. Tekočine HFC imajo običajno primerne mazalne in protiobrabne lastnosti. Vendar se življenjska doba krogličnih in kotalnih ležajev pri uporabi tekočin HFC lahko skrajša. Tekočine HFC lahko uporabimo v večini opreme, ki je predvidena za uporabo olj, vendar moramo prilagoditi hitrosti črpalk, temperature in tlak tekočine. Vse tekočine na osnovi vode, vključno s tekočinami HFC, so izjemno nestisljive. Pri obratovanju hidravličnega sistema to lahko zelo hitro privede do tlačnih udarov. Ekstremni tlačni sunki lahko poškodujejo hidravlične sestavine, kar je potrebno pri uporabi tekočin HFC upoštevati.

Nova veja v tej vrsti so tekočine HFC-E, ki v primerjavi s tekočinami HFC vsebujejo le okrog 20 % vode, kar zaradi boljših mazalnih lastnosti omogoča več kot podvojitev življenjske dobe sestavin.

**Tekočine HFD** – vsebujejo nekaj različnih vrst izdelkov, ki vsi veljajo za sintetične, ker ne vsebujejo niti mineralnega olja niti vode. Nekoč široko uporabljani fosfatni estri so bili prve tekočine HFD in so v tej družini tekočin najbolj odporni proti požaru. Označujemo jih HFD-R. Njihova uporaba se zmanjšuje zaradi slabega vpliva na okolje, omejene združljivosti in visoke cene. Nekateri fosfatni estri imajo zelo visoke temperature samovžiga, zato jih še vedno uporabljamo v specifičnih aplikacijah, kot so letala ali elektrarne. Fosfatne estre v veliki meri izpodrivajo poliol estri, ki temeljijo na organskih estrih, imajo naravno dobro odpornost proti požaru in so danes najbolj

Slika 3. FZG-lastnosti klasičnih tekočin HFC, HFC-E (serija Quintolubric 777) in HFD-U (serija Quintolubric 888)

	Sveža tekočina	Starana tekočina 600 ur pri 70 °C + zrak
HFC	6–7	ni bilo testirano
Quintolubric 777-46	>12	ni bilo testirano
Quintolubric 777-68	>12	>12
Serija Quintolubric 888	>12	ni bilo testirano





**Slika 4.** Videz testnih aksialnih batnih črpalk po 1000-urnem testu

pogosto uporabljane tekočine HFD. Označujemo jih kot HFD-U. Poliol estri ponujajo dobro združljivost z materiali v sistemu, lahek prehod z mineralnega olja in odlične lastnosti hidravlične tekočine. Organska narava teh tekočin jim dodatno omogoča dobro združljivost z okoljem glede biološke razgradljivosti in toksičnosti na vodne organizme. Poliol estri so več kot dvakrat dražji od mineralnega olja, zato jih še vedno uporabljamo le tedaj, kadar sta odpornost proti požaru ali hitrejša biološka razgradljivost visoki prioriteti. Druge vrste sintetičnih težko gorljivih tekočin so bile razvite za popolnitev določenih tržnih niš. Polialkilenglikoli (PAG) brez vsebnosti vode se odlikujejo s podaljšano življenjsko dobo tekočin in dobro združljivostjo z okoljem. V nekaterih kritičnih aplikacijah uporabljamo tudi silikonska olja, vendar so ekstremno draga.

Quaker trenutno trži vse te skupine izdelkov, najmočnejši del pa predstavljajo tekočine HFA v rudarstvu in industriji jekla in tekočine HFDU, ki predstavljajo več kot 70 % naše skupne količine. Quaker je bil pionir na področju izdelkov HFD-U, osnovanih na polioli estrih. Prve formulacije je uvedel ob koncu 60. let prejšnjega stoletja, kar je pomenilo tehnološko vodilno vlogo, ki traja še danes. Serija Quintolubric 888 si je pridobila zelo spoštovano mesto med težko gorljivimi hidravličnimi tekočinami. V tem trenutku imamo po vsem svetu več kot 50.000 sistemov, kjer uspešno uporabljajo naše tekočine HFD.

**Ventil:** Kakšni so trendi razvoja na področju težko gorljivih hidravličnih

tekočin in čemu dajete trenutno največji poudarek v vašem podjetju?

**R. Knecht:** Nekateri trendi, ki jih danes opažamo v oddelku Fluid Power, so:

1. vprašanja, vezana na okolje, kot so biološka razgradljivost, razred ogrožanja vode (WGK), iritacija človeške očne veznice;
2. zmanjševanje izgub maziva, kolikor je to le mogoče (zmanjšanje stroškov in ogrožanje okolja);
3. vidimo, da so novi hidravlični sistemi postali bolj kompaktni in obratujejo pri višjih tlakih. Posledica je potem seveda ta, da so zahteve za hidravlično tekočino postale vedno bolj ostre, predvsem glede oksidacijske stabilnosti in lastnosti EP/AW.

Okolju je Quaker vedno posvečal veliko pozornosti. Neodvisne inštitucije so potrdile, da so izdelki serije Quintolubric 888 odlično biološko razgradljivi, uvrščeni v WGK = 1 in ne iritirajo človeške očne veznice. Glede na to je torej povsem razumljivo, da niso označeni kot nevarni izdelki. Mazalne lastnosti serije Quintolubric 888 so že izvrstne. Naš glavni cilj je povečanje oksidacijske stabilnosti na še višji nivo od sedanjega.

**Ventil:** Ali lahko okvirno ocenite strošek razvoja nove težko gorljive hidravlične tekočine?

**R. Knecht:** Razvoj nove težko gorljive hidravlične tekočine je drag. Traja namreč nekaj let, da razvijemo dobro usklajen paket aditivov in ga ustrezno ocenimo tako pri laboratorijskih testiranjih kot tudi pri testiranju črpalk. Prav tako moramo upoštevati, da je potrebno opraviti zunanja testiranja v neodvisnih testnih inštitucijah, ki so draga in dolgotrajna.

**Ventil:** V zadnjih letih se je začel razvoj nove vrste tekočin HFC z manjšo vsebnostjo vode, to je skupina HFC-E. Ali gre po vašem mnenju le za e-nega izmed poskusov za izboljšanje mazalnih lastnosti tekočin HFC ali bo morda razvoj tekočin HFC v prihodnje usmerjen prav v to smer?

**R. Knecht:** Eno od protislovij pri tekočinah HFC je vsebnost vode. Potrebna je za zagotovitev težke gorljivosti, stranski učinek pa je slabšanje mazalnih lastnosti z naraščanjem njene vsebnosti. Življenjska doba hidravličnih sestavin je predmet razprave od samega začetka uporabe tekočin HFC. Pri tekočinah HFC-E smo našli ravnotežje obeh lastnosti. Čeprav smo vsebnost vode znižali za 50 %, so vse zahteve glede varnosti pred požarom še vedno izpolnjene. Istočasno pa smo izredno izboljšali mazalne lastnosti. Slika 3 prikazuje primerjavo rezultatov testa FZG klasičnih tekočin HFC in tekočine HFC-E (serija Quintolubric 777).

Pri seriji Quintolubric 777 smo opravili tudi 1000-urni test z nastavljenimi aksialnimi batnimi črpalkami, kjer se je tlak vsake 4 sekunde spreminjal od 0 do 340 bar. Rezultate so pozitivno ocenili proizvajalci teh črpalk in motorjev. Slika 4 prikazuje testne črpalke/motorje po skoraj 1000-urnem testiranju.

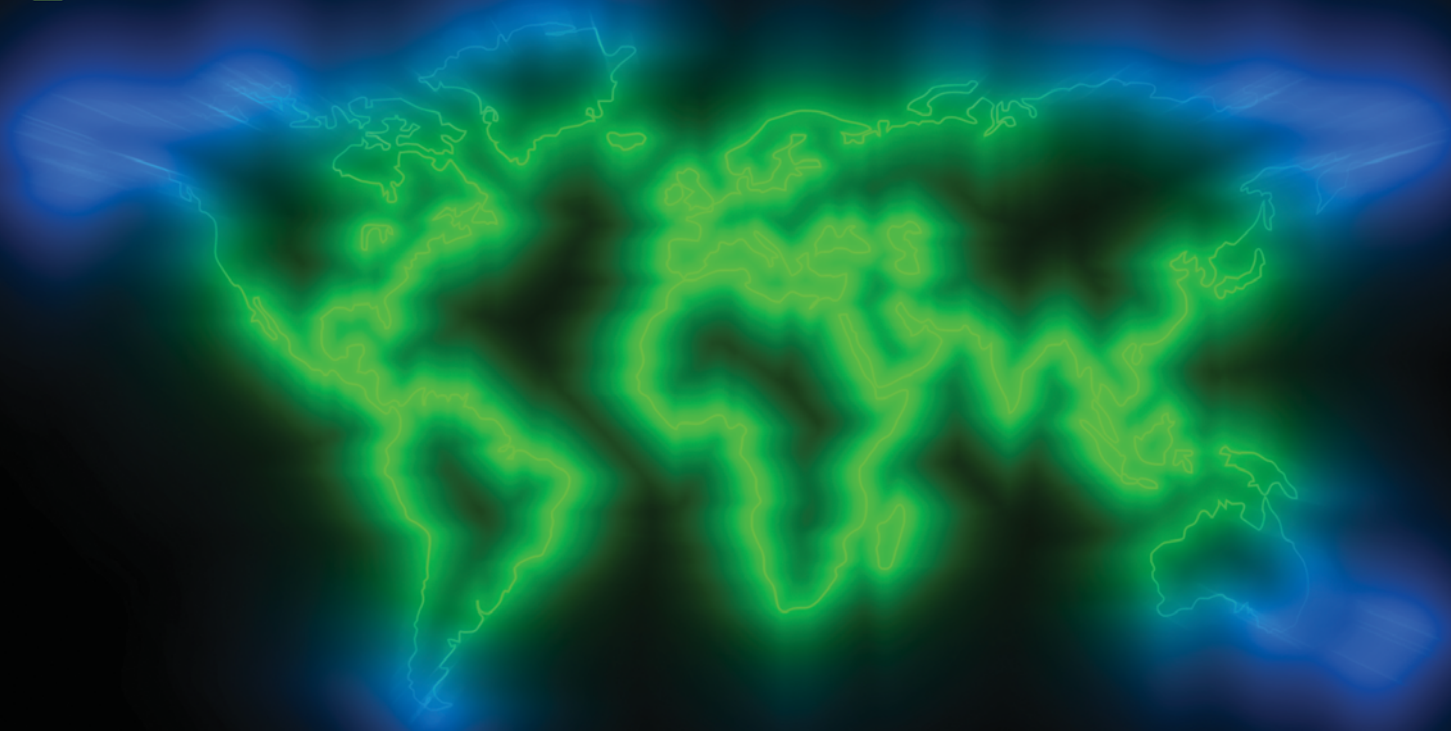
**Ventil:** Na kakšen način izvajate tehnični servis za uporabnike vaših izdelkov? Kako rešujete problem njihove oddaljenosti, saj so razširjeni praktično po vsem svetu?

**R. Knecht:** Quaker ima po vsem svetu svoje predstavnike, ki v večini primerov govorijo lokalni jezik. Redno se izobražujejo, tako da se lahko spopadajo z vsakodnevnimi teoretičnimi in praktičnimi vprašanji. V primeru potrebe po bolj obsežni diskusiji z uporabniki ali v primeru večje težave pridejo strokovnjaki z glavnega sedeža na Nizozemskem in pomagajo zadovoljiti želje uporabnikov. Quaker si je z leti prislužil dobro ime »partnerja v procesu«, zato vlagamo vse svoje sile v to, da ta renome zadržimo.

**Ventil:** Najlepša hvala za pogovor. Veseli nas, da ste si vzeli čas zanj. Želimo Vam še veliko uspeha pri delu, uporabnikom Quakerjevih izdelkov pa čim več zadovoljstva pri njihovi uporabi.

Mag. Milan Kambič  
OLMA, d. d., Ljubljana

# INTRONIKA



07.-09. 10. 2009  
CELJE-SLOVENIA

Mednarodni  
strokovni sejem  
za profesionalno  
elektroniko

International  
Trade Fair  
for professional  
electronic

**iCm**

PASSION FOR PERFECTION

[www.intronika.si](http://www.intronika.si), e-mail:[intronika@icm.si](mailto:intronika@icm.si)



## Slovenski študenti letalstva na tekmovanju DBF v ZDA

Na tekmovanje v gradnji daljinsko vodenih brezpilotnih letal, imenovanem Zasnuj/Izdelaj/Poleti (Design/Build/Fly), ki je potekalo od 17. do 19. aprila letos v zvezni državi Arizoni, ZDA, se je odpravila tudi ekipa slovenskih študentov letalstva s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani in v konkurenci 54 ekip z različnih univerz po svetu dosegla odlično 7. mesto.

Študenti tretjega letnika in absolventi smeri Letalstvo na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani so se pod mentorstvom doc. dr. Tadeja Kosela in somentorstvom asistenta Dejana Nožaka oktobra 2008 prijavili na študentsko tekmovanje z naslovom Zasnuj/Izdelaj/Poleti (Design/Build/Fly – DBF), ki ga vsako leto organizirata podjetji Cessna Aircraft Company in Raytheon Missile Systems s podporo Ameriškega inštituta za aeronavtik in astronautiko (AIAA). Tekmovanje je potekalo od 17. do 19. aprila letos na vzletišču za daljinsko vodena brezpilotna letala TIMPA v bližini mesta Tucson v zvezni državi Arizona, ZDA. To tekmovanje je bilo že trinajsto po vrsti. V šolskem letu 2008/09 je bilo prijavljenih 54 ekip, predvsem z ameriških univerz, iz tujine pa poleg nas še Izraelci, Turki, Angleži in Kolumbijci. Naša konstruktorska ekipa se je imenovala Ekipa Edvarda Rusjana. Letalo pa smo poimenovali EDA100.

Uvrstili smo se na 7. mesto. S tem so študenti letalstva s Fakultete za strojništvo, ki so v ta projekt vložili veliko študijskega in prostega časa, dokazali, da so v konstruiranju, izdelavi in letenju daljinsko vodenih brezpilotnih letal, ki morajo zadostiti kompleksnim tehničnim zahtevam, v svetovnem vrhu. S tekmovanjem želijo organizatorji spodbuditi študente letalstva oziroma aeronavtičke k praktičnemu delu, da študenti sami konstruirajo brezpilotno letalo na daljinsko vodenje, ga izdelajo in z njim letijo.



Foto: g. Jože Korelič, univ. dipl. inž.

Slika 1. Tekmovalna ekipa z letalom EDA100

Osnovne tehnične zahteve tekmovanj DBF so: letalo mora vzleteti samo s pomočjo lastnega elektromotorja, največji dovoljeni električni tok do motorja je 40 A, vir električnega napajanja so baterije NiCd ali NiMh, dovoljena masa baterij je 1,8 kg in največja vzletna masa letala 25 kg. Vsako letalo je bilo najprej tehnično pregledano. Ustrezati je moralo varnostnim zahtevam. Organizator namena zelo veliko pozornost varnosti tekmovalcev in gledalcev.

Letošnje posebne tehnične zahteve so bile, da mora letalo nositi pod trupom prazen oz. poln rezervoar z vodo (prazen 0,52 kg, poln 4,81 kg) in pod krili štiri rakete Estes Patriot v merilu 1 : 10, vsaka z maso 681 g. Vseh pet kosov tovora je letalo moralo biti sposobno odvreči. V ta namen je bilo potrebno razviti mehanizem za odpenjanje. Letalo z vso opremo (letalo, tovor, baterije, RC-oddajnik) pa je moralo biti zloženo v največ dveh škatlah z največjimi



Foto: g. Jože Korelič, univ. dipl. inž.

Slika 2. Daljinsko vodeno brezpilotno letalo EDA100



Foto: g. Jože Korelič, univ. dipl. inž.



**Slika 3.** EDA100 s podtrupnim tovorom mase 4,81 kg pred pristankom

zunanjimi merami 609 x 609 x 1219 mm vsaka.

Tekmovanje je bilo poleg ocene tehničnega poročila, ki je vsebovalo opis zasnove letala, aerodinamične in trdnostne preračune, numerične simulacije leta letala, uporabljene materiale in način gradnje in na koncu tudi tehnične risbe letala, sestavljeno iz štirih nalog: sestavljanja, 1. naloge, 2. naloge in 3. naloge. Pri sestavljanju se je meril čas sestavljanja letala z montažo vseh kosov tovara, tehtala pa se je škatla z vso vsebino. S tem je bil določen faktor kompleksnosti sistema, ki je predstavljal število točk za nalogo sestavljanja. Pri 1. nalogi je bilo potrebno leteti s praznim rezervoarjem za vodo dva šolska kroga, pri tem pa se je meril čas letenja teh dveh krogov. Letalo je moralo pri vseh nalogah vzleteti na razdalji 30 m. V poziciji z vetrom je moralo narediti zavoj za 360 stopinj v nasprotni smeri šolskega kroga. Dolžina šolskega kroga je bila v vsako stran od začetne linije 152 m. Letalo je po pristanku moralo ostati na vzletno-pristajalni stezi. Pri 2. nalogi je bilo potrebno leteti s polnim vodnim rezervoarjem štiri šolske kroge. Pri 3. nalogi je moralo letalo leteti s štirimi raketami in brez vodnega rezervoarja. Leteti je moralo štiri šolske kroge in po vsakem krogu pristati. Po prvem pristanku je moralo v posebno označenem kvadratu velikosti 3 x 3 m odvreči zunanjo raketo na krilu, ki je gledalo proti sodniški



Foto: g. Jože Korelič, univ. dipl. inž.

**Slika 4.** Celoten sistem, zložen v škatli



Foto: g. Jože Korelič, univ. dipl. inž.

**Slika 5.** EDA100 s polno »bojno« opremo

ekipi oziroma publiki. S tem je bilo letalo prečno nesimetrično obteženo, kar je povzročalo tekmovalcem največ težav. Po naslednjem krogu je moralo letalo odvreči zunanjo raketo na nasprotni strani, tako da je bilo spet prečno simetrično obremenjeno in tako naprej. Poleg tega se je pri tej nalogi upošteval tudi čas montaže raket na letalo.

Konstruiranje letala ni bilo lahko delo. Glede na vse zahteve in naloge je bilo potrebno najti čim boljše rešitev. Naša ekipa je zasnovala ramenokrillno letalo z V-repom, ki se je skupaj z vsemi kosi tovara zložilo v škatlo velikosti 600 x 370 x 1200 mm. Trup letala in škatla sta izdelana iz kompozita, ojačanega z visokonosilno ogljikovo tkanino textrem, stene škatle pa so sendvič konstrukcija z jedrom iz styrodura. Krila so izdelana iz balse in prevlečena s folijo oracover; glavni nosilec je iz ogljikovega kompozita (rovinga). Rep je povezan s trupom s cevjo iz ogljikovega kompozita. Letalo se razstavi na pet delov: centralni del s trupom, podvozjem in osnovo repa, dve polovici krila in dve polovici repa. Teža letala s tovorom, baterijami, RC-oddajnikom in škatlo (RAC) znaša 16,8 kg, letalo pa je ekipa treh študentov sestavila v 26,7 s. 1. nalogo smo opravili brez težav s časom letenja 1 : 26 min, 2. nalogo prav tako, letalo se je odlepilo točno na razdalji 30 m pri rahlem bočnem vetru, kar kaže na natančno zasnovo letala za to nalogo. Pri tretji nalogi pa smo imeli težave v drugem krogu pri nesimetrični obremenitvi (dve raketi



**Tabela 1.** Tehnični podatki EDA100

Veličina	Vrednost	Enota
Razpetina kril	2350	mm
Dolžina letala	1150	mm
Višina letala	605	mm
Višina trupa	310	mm
Širina trupa	158	mm
Površina krila	0.65	m <sup>2</sup>
Površina V-repa	0.38	m <sup>2</sup>
Kot V-repa	100	°
Masa krila	1242	g
Masa V-repa	107	g
Masa trupa	1940	g
Masa baterij	1020	g
Vzletna masa	4309	g
Masa praznega vodnega rezervoarja	520	g
Masa polnega vodnega rezervoarja	4808	g
Masa rakete	688	g
Vzletna masa s polnim vodnim rezervoarjem	9117	g
Krilna obremenitev	14	kg/m <sup>2</sup>
Vzletna masa z raketami	7059	g
Masa škatle	3838	g
Masa RC-oddajnika	1028	g
Masa celotnega sistema	16.8	Kg
Baterije LRP SUB C LongLife 4000 mAh	14	kos v seriji
RC-oddajnik Futaba T12FG 2.4 GHz		
RC-sprejemnik Futaba R6014FS 2.4 GHz		
Motor Scorpion S4020-16		
Kontrolnik Scorpion Commander 60A ESC		
Propeler Graupner CFK 17 x 10		
Aeroprofil krila Eppler 560		
Servomotor Futaba S3150 digital	10	kos

na levi in ena raketa na desni) in bočnem vetru z leve (ok. 3–5 vozlov). Posledica obeh vplivov je bila močno zavijanje letala v levo v fazi zaleta, ki ga ni bilo moč odpraviti s smernim

krmilom in nosnim kolesom. To je bil razlog za neuspešno izvedeno 3. nalogo. Zaradi velikega števila ekip pa naloge nismo mogli ponavljati v bolj ugodnih razmerah.

Za izvedbo projekta so zaslužni študenti: Aleš Štupica, Anže Merhar, Blaž Bajc, Blaž Cizerle, Črt Sambolec, Dejan Kastelic, Gašper Šubic, Gregor Bizilj, Gregor Verko, Jaro Koritnik, Jošt Laznik, Lin Regali, Luka Kenk, Maja Đokić, Matej Pušnik, Matic Vrečko, Primož Grkman, Primož Prhavic in Atina Lazić, ki so izdelali letalo, škatlo, mehanizme in vse, kar spada zraven, ter organizirali celotno odpravo. K uspešni izvedbi projekta so pripomogli sponzorji s svojimi finančnimi in materialnimi prispevki: Javni sklad Republike Slovenije za razvoj kadrov in štipendije, SPS, d. o. o., Kamnik (Oxeon), RPS, d. o. o., Ljubljana, Laboratorij za aeronavtiko na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani, Kolegij dekana Fakultete za strojništvo v Ljubljani, Delta team, d. o. o., Krško (Yamaha), Mantua modeli, d. o. o., Ljubljana, Miha Holc, LRP, d. o. o., Aerodrom Ljubljana, d. d., STAL, d. o. o., STA Ljubljana, Intereuropa, d. d., Ljubljana (UPS), Vzajemna zdravstvena zavarovalnica Ljubljana, Študentska organizacija Univerze v Ljubljani (ŠOU) in Študentska organizacija Fakultete za strojništvo (ŠOFS). Posebna zahvala gre študentu Blažu Bajcu, ki je bil pobudnik projekta, in asistentu Dejanu Nožaku, ki je študente neomajno spodbujal in jih usmerjal na pravo pot.

**Viri**

- Uradna stran tekmovanja DBF, <http://www.aiaadbf.org/>
- Vzletišče za brezpilotna letala na daljinsko vodenje, <http://www.timpa.org/>

Dr. Tadej Kosel,  
UL, Fakulteta za strojništvo



## Že 43. strokovni seminar sekcije elektronikov in mehatronikov pri OZS

Sekcija elektronikov in mehatronikov pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije je v soboto, 23. maja, izvedla svoj 43. strokovni seminar, kar jo uvršča v sam vrh izobraževalnih aktivnosti, ki se organizirajo v okviru sekcij OZS. Sekcija mimogrede šteje preko 1100 članov iz vseh regij Slovenije.

Seminar je bil tokrat organiziran na OOO Maribor. Bil je umeščen v slavnostni dogodek ob 35. obletnici OOO Maribor. Na seminarju sta predavala **doc. dr. Iztok Kramberger** s Fakultete za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Univerza Maribor, in **Jernej Lipuš** iz Philipsa Slovenija. Strokovne teme so bile: tehnologije OLED in WOLED, interaktivna televizija, interaktivna osvetlitev, tehnologija elektromočenja in drugo. OLED (Organic Light-Emitting diode – organske svetleče diode) je osnovna tehnologija za napredne zaslonske tehnologije. Svetleča dioda kot osnovni gradnik je iz organskih sestavin določene polimerne snovi, ki omogoča depozicijo organske sestavine.

Depozicija na ravni (nosilec) s tehnologijo tiskanja ni več točkovni, temveč površinski izvor svetlobe. Tehnologija OLED danes omogoča razvoj novih zaslonskih tehnologij z različnimi načini delovanja. Med pomembnejše sodijo: PMOLED kot



*Utrinek s predavanj*

pasivna matrika, AMOLED kot aktivna matrika, TOLED kot transparentna možnost zaslona, TEOLED kot reflektivna izvedba zaslona in FOLED kot pregibna tehnologija OLED iz plastike ali kovinske folije, kar zagotavlja vzdržljivost, lahkost, zmanjšano možnost lomljenja itd. FOLED se navezuje tudi na druge tehnologije, še zlasti v povezavi s tekstilno industrijo. Kot posebej zanimivo novost je dr. Kramberger predstavil tehnologijo WOLED (white OLED). Gre za oddajanje bele svetlobe, ki je prijetna za oči in ima izjemen svetilni učinek. Ta tehnologija bo v prihodnosti predvsem zaradi izjemno prijetne svetlobe, majhne porabe in številnih drugih prednosti zamenjala številna dosedanja svetila, npr. fluorescenčna svetila.

Strokovni dogodek je bil osredotočen predvsem na prihajajoče tehnologije. Odlična udeležba pa je ponovno potrditev, da napredni in razvojno naravnani obrtniki in podjetniki potrebujejo znanje o naprednih tehnologijah, tako s področja elektronike, mehatronike in novih materialov, ki

prinašajo številne nove tehnološke rešitve. Sekcija elektronikov in mehatronikov pri OZS je ob tej priliki organizirala tudi ogled ulice obrti v središču Maribora in predstavitev strokovnih sekcij, še zlasti sekcije elektronikov in mehatronikov in sekcije elektrodejavnosti. Sekciji sta se ob tem dogodku predstavili skupaj s srednjo elektro-računalniško šolo iz Maribora. Predstavljene so bile napredne tehnologije in tudi novodobni poklici na področju elektronike, računalništva, energetike in mehatronike. Na dogodku sta se predstavila tudi revija IRT 3000 in industrijski forum IRT, stalni in resni partner sekcije in OZS.

*Janez Škrlec,  
predsednik odbora za znanost in  
tehnologijo pri OZS*





## Poročilo o posvetovanju IAT '09 – Inovativna avtomobilska tehnologija

23. in 24. aprila sta bili v Novi Gorici 9. mednarodna konferenca in razstava z naslovom **Inovativna avtomobilska tehnologija – IAT '09**. Tradicionalno konferenco so organizirali Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo – Laboratorij za vrednotenje konstrukcij in Slovenski avtomobilski grozd ACS v sodelovanju z Zvezo strojnih inženirjev Slovenije, Skupina za vozila in motorje (ZSIS – SVM), ki je članica Evropskega združenja nacionalnih združenj avtomobilskih inženirjev (EAEC) in Mednarodnega združenja nacionalnih avtomobilskih inženirjev (FISITA). Celotna konferenca in razstava sta bili organizirani in izvedeni pod vodstvom prof. dr. Matije Fajdiga s sodelavci.



Uvodni govor; prof. dr. Matija Fajdiga

Moto letošnje konference IAT '09 je bil »**Pomen znanja in inovacij pri soočenju s krizo v avtomobilski industriji**«. Konferenca je imela dve vodilni temi. Prva je bila »**Razvojno-inovacijska tehnologija**«, ki je zajela ekologijo, varnost v prometu, življenjski cikel izdelka, raziskave s področja vozil in motorjev in razvojne tehnologije. Druga vodilna tema pa je bila »**Proizvodna tehnologija**«, ki je obravnavala raziskave materialov, izdelovalne tehnike, zagotavljanje kakovosti, gospodarnost in upravljalvske sisteme.

Letos so organizatorji izvedbo konference in razstave zaupali hotelu Perla v Novi Gorici.

Prvi dan je konferenco v dvorani Pinta odprl predsednik organizacijskega odbora prof. dr. Matija Fajdiga. Poudaril je, da so v kriznih časih taka srečanja še kako pomembna in dajejo številne priložnosti za izmenjavo mnenj, pridobitev novih informacij in priložnosti za sklepanje novih poslov.

V imenu Gospodarske zbornice Slovenije je udeležence konference nagovoril mag. Jože Rener, ki je poudaril pomen takšnih srečanj. Dr. Janez Slak je pozdravil udeležence v imenu Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije pri Ministrstvu za znanost, visoko šolstvo in tehnologijo, dr. Andrej Cvelbar pa v imenu Direktorata za tehnologijo pri Ministrstvu za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo. Prof. dr. Iztok Golobič je udeležence nagovoril v imenu Zveze strojnih inženirjev Slovenije. S sorodne univerze in fakultete iz Maribora se je posveta udeležil prodekan prof. dr. Zoran Ren, ki je udeležence prav prisrčno pozdravil v imenu Fakultete za strojništvo v Mariboru. Kot predstavnik mestne občine Nova Gorica se je konference udeležil podžupan Vojko Fon, ki je v pozdravnem nagovoru izrazil najboljše želje za uspešno delo. V imenu vodstva Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani pa je udeležence nagovoril in jim zaželel uspešno delo prodekan prof. dr. Janez Tušek.

Za pozdravnimi nagovori je imel krajše uvodno predavanje predsednik

organizacijskega odbora prof. dr. Matija Fajdiga.

Otvoritveni slovesnosti je sledilo plenarno zasedanje. Prvi je stopil pred mikrofon prof. dr. Bernd Sauer iz Kaiserlaterna iz Nemčije. Predstavil je prispevek z naslovom **Transmission investigation procedure for impact loaded cars (slovensko?)**. Za njim sta bili pred kosilom predstavljeni še dve plenarni predavanji. Prvi je bil na vrsti g. Christof Droste iz podjetja Hella Saturnus s predavanjem **Kako se pripraviti na izhod iz recesije**. Za njim pa je nastopil g. mag. Tomaž Blatnik iz Revoza iz Novega mesta. Predstavil je referat z naslovom **TWINGO RS, razvoj nove izvedenke modela**. Prav to predavanje je pokazalo, kaj pomeni dober projekt za uspeh na trgu. G. Blatnik je več let aktivno sodeloval pri razvoju novega twinga, kar pomeni, da gre zasluga



tudi njemu, da imajo danes zaposleni v Revozu dovolj dela, ker se njihov produkt zelo dobro prodaja po celem svetu.

Po kosilu so se pričela predavanja po sekcijah. Prvi dan popoldne je bilo predstavljenih po sedem predavanj v vsaki od dveh sekcij. V istem času je bila organizirana okrogla miza z naslovom **Mednarodno sodelovanje avtomobilske industrije in ACS**, ki jo je vodil g. Dušan Bušen.

Zvečer pa je bilo organizirano družabno srečanje. Udeleženci so se zbrali pred hotelom Perla in se z avtobusom odpeljali v slovenska Brda.

V petek dopoldne je delo potekalo v šestih sekcijah – hkrati tri v treh različnih dvoranah. Predavanja v sekcijah so bila smiselno povezana, tako da so se udeleženci lahko sami odločali, katera bodo poslušala in katera izpustili. Predavanja so se končala v petek nekoliko po trinajsti uri. Nato je sledil še kratek komentar posvetovanja in zaključek konference.

Organizatorji srečanja so imeli zlatega pokrovitelja. Tokrat je bilo to podjetje Hella Saturnus, d. o. o, iz Ljubljane, ki je svetovno priznan izdelovalec avtomobilskih žarometov za številne prestižne avtomobilске znamke. Bronasta pokrovitelja pa sta bila dva, in sicer CadCam lab, d. o. o., iz Ljubljane in REVOZ, d. d., iz Novega mesta. Poleg omenjenih pokroviteljev pa so organizatorji pridobili tudi Javno agencijo za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije pri Ministrstvu za znanost, visoko šolstvo in tehnologijo kot sofinancerja in štiri podjetja kot sponzorje. To so bili: Agit mbH iz Nemčije, Cimos, d. d., iz Kopra, Iskra Avtoelektrika, d. d., iz Šempetra pri Gorici in Trilogiq iz Francije.

Splošna ocena večine udeležencev je bila, da so takšne konference potrebne in pomembne, saj prav v času krize v avtomobilski industriji takšni dogodki nudijo številne možnosti za izmenjavo izkušenj, pridobitev novih informacij in znanj, za sklepanje novih znanstev in novih poslov. Prav tako se je večina

udeležencev strinjala, da je bila konferenca odlično organizirana, da so organizatorji privabili odlične predavatelje z zanimivimi temami, zato je bila udeležba izjemno številčna. Vse to govori, da je slovenska industrija močno vpeta v svetovno avtomobilsko industrijo. V tem trenutku smo tudi v Sloveniji soočeni s krizo, zato moramo ravno tako kot razviti svet misliti z lastno glavo, iskati rešitve za našo industrijo, iskati nove produkte in storitve in optimirati našo proizvodnjo, tako bomo konkurenčni razvitemu svetu, od naših produktov pa nam bo ostalo več dohodka.

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



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

## NATEČAJ ZA IZBOR NAJBOLJŠIH DIPLOMSKIH DEL S PODROČJA FLUIDNE TEHNIKE »ZLATA DIPLOMA FLUIDNE TEHNIKE«

Slovensko društvo za fluidno tehniko – SDFT – razpisuje natečaj za izbor najboljših diplomskih del s področja fluidne tehnike. Namen natečaja je vzpodbuditi študente, ki so opravili diplomsko delo s področja fluidne tehnike, da slovenski in širši strokovni javnosti s tega področja predstavijo svoja diplomska dela, nove ideje oz. dosežke ter na ta način pripomorejo k povečanju zanimanja za študij vsebin predmetov, ki se navezujejo na področje fluidne tehnike kot tudi tehnike nasploh.

Slovensko društvo za fluidno tehniko bo podelilo zlato diplomu fluidne tehnike na strokovni konferenci Fluidna tehnika, ki bo v septembru 2009 v Mariboru.

Na natečaj se lahko prijavijo vsi diplomanti, ki so zaključili svoj študij na univerzitetnem, visokošolskem ali višješolskem programu na eni od slovenskih izobraževalnih ustanov v obdobju od junija 2007 do izteka roka za vložitev prijave.

Tematika diplomskega dela se mora nanašati na strokovno področje hidravlike, pnevmatike oz. na področje konstruiranja, vzdrževanja, vodenja in nadzora sistemov fluidne tehnike, strege in montaže.

Kandidati, ki želijo sodelovati na natečaju, naj pošljejo tri (3) izvode diplomske naloge v tiskani obliki v lahki vezavi (npr. vezane s spiralo). Nalogi naj bo dodano pisno dovoljenje avtorja diplomskega dela in mentorja diplomanta, da se diplomsko delo lahko pregleda, oceni in predstavi (javno ali v medijih). Dopisu morajo biti priloženi osnovni podatki: naslov diplomskega dela, kratek povzetek (do največ 500 besed), ime in priimek ter naslov avtorja, strokovni naziv avtorja, ime in priimek mentorja in somentorja, naziv predmeta, v okviru katerega je delo nastalo, naziv ustanove, na kateri je diplomant opravil zagovor svoje diplomske naloge, in datum zagovora.

Diplomska dela, ki sodelujejo na natečaju, je potrebno poslati na naslov SDFT do 20. avgusta 2009. Poslani izvodi diplomskih nalog postanejo last društva.

*Dragan Grgić,  
predsednik IO SDFT*



# Sejem Hannover Messe 2009

## Sejem sejmov – osrednji svetovni dogodek na področju tehnologij

Letošnji industrijski sejem v Hannoveru – HANNOVER MESSE 2009, je ob težki gospodarski krizi pokazal odločenost proizvajalcev, da krizo in vse probleme, ki jih ta prinaša s seboj, premagajo s svojo inovativnostjo in izkoristijo vse priložnosti za boljše tržne položaje ob (skorajšnjem) izhodu iz nje. Ob zaključku sejma je bila v tem smislu podana tudi sklepna misel: »Številni razstavljalci so dokazali, da inovacijska moč industrije ni zlomljena. Zato v središču dogajanja na sejmu nista bila sama kriza in njen potek, temveč so bile v ospredju številne rešitve, novosti in predlogi.« Prikazane številne novosti razstavljalcev so tako popolnoma upravičile geslo letošnjega sejma: »GET NEW TECHNOLOGY FIRST!«

Sedanji sejm sodobnih tehnologij, ki se prirejajo na sejmskem prostoru v Hannoveru, imajo svoje začetke že v letu 1947 – Export-Messe 1947 Hannover. Sprva trgovski sejm so iz leta v leto preraščali svoje okvire, se specializirali in postajali mednarodno stičišče tehnologij z vsega sveta. Med najbolj znanimi sta sedaj zagotovo CeBIT in HANNOVER MESSE, med



Slika 1. Utrinka s sejma

obiskovalci poznan kot industrijski sejem. Slednji je za različne branže in snovalce tehnologij osrednji dogodek leta. Vsako drugo leto pa je pozornost v večji meri posvečena pogonskim tehnologijam in avtomatizaciji – zato je sejem takrat pravi pokazatelj dejanskega stanja na tem področju tehnologij. Dovolj velik vzrok za razstavljalce, da pokažejo svoje dosežke, in za udeležence, da si te ogledajo.

Letos je industrijski sejem v petih dneh (od 20. do 24. aprila 2009) obiskalo okoli 210.000 obiskovalcev, kar je približno 9 % manj kot pred dvema letoma. Okoli 70 % obiskovalcev je prišlo iz evropskih držav, 19 % iz Azije in 7 % iz Amerike, največ iz Nizozemske, Avstrije, Bel-

gije, Indije, Danske in Italije. Peščica obiskovalcev je bila tudi iz Slovenije. Kljub številnim omejitvam potovanj s strani podjetij, je število obiskovalcev preseglo pričakovanja prirediteljev, kar potrjuje veliko atraktivnost tega sejma oz. to, da je obisk sejma velikokrat tudi nuja. Glavni namen obiska sejma pa sta bila verjetno nadzor in ogled, kaj dela konkurenca.

Veliko število razstavljalcev je ponovno dokazalo, da je sejem eden najpomembnejših svetovnih dogodkov na področju tehnologij. Svoje proizvode je na 224.800 kvadratnih metrih razstavnih prostorov predstavilo 6.150 razstavljalcev iz 61 držav. V primerjavi s sejmom izpred dveh let je ta številka manjša za 4 %, kar je bilo tudi opazno po večjem številu »počivališč«

za obiskovalce. Razveseljivo pa je to, da je bilo predstavljenih več kot 4.000 novosti – kar je do sedaj največ. Tudi na področju razstavljalcev je bila opazna velika mednarodna pisanost: čeprav je bila polovica razstavljalcev še vedno iz Nemčije, pa



Slika 2. Nemška kanclerka dr. Angela Merkel in korejski predsednik vlade Seung-soo ob otvoritvi (zgoraj) in ulica razstavljalcev iz Koreje (desno)

je druga polovica prišla od drugod – iz evropskih dežel največ iz Italije in Turčije, iz ostalih pa iz Kitajske, Indije ter Južne Koreje. Slednja je bila letos »dežela partner«, ki se je na sejmu predstavila z geslom »Make it work«. Na sejmu se je s številnimi tehnološkimi novostmi predstavilo kar 210 korejskih podjetij in raziskovalnih institucij. Razen svojega visokotehnološkega nivoja izdelkov in svoje gospodarske moči je Koreja ob robu sejemskih dogajanj predstavljala tudi svojo kulturo in umetnost.

### Sejem sejmov

Sejem Hannover Messe dejansko združuje več manjših, tematsko orientiranih sejmov, združenih v pet večjih tematskih skupin: Industrial Automation, MDA – Motion, Drive & Automation, kot najobsežnejša ter nekoliko manjši Wind, ComVac in SurfaceTechnology. V okviru 13 vzporedno potekajočih tematsko orientiranih sejmov je bilo možno dobiti pregled nad dogajanjem svetovne industrije s področja industrijske avtomatizacije, pogonske tehnike, energije ter raziskav in razvoja.

Letos je bil velik poudarek na učinkovitosti rabe energije v industrijskih procesih. Ta je bila kot vodilna tema prisotna na vseh področjih tehnike – možnosti in učinkovita raba energije ter energijsko učinkoviti proizvodi in postopki. Razen porabe energije na področju industrije je bila v ospredju dogajanja problematika pridobivanja energije. Tako se je v okviru novega tematskega sejma **Wind** kar 156 razstavljalcev predstavilo z najrazličnejšimi načini izkoriščanja energije vetra, v glavnem vetrnimi elektrarnami. To dokazuje, da proizvodnja energije z vetrnicami ni več samo sramežljiv poskus oz. tržna niša, temveč samostojna, lahko bi rekli kar "boom branža", ki daje delo številnim ostalim dobaviteljem in branžam – med drugim tudi proizvajalcem komponent hidravlične pogonske tehnike in sistemov za nadzor stanja. Če ste obiskali še ostala tematska sejma na temo energije, kot npr. Energy (konvencionalna in regenerativna proizvodnja energije) in Power Plant

**Tabela 1.** Sejmi v okviru sejma Hannover Messe 2009

<b>Industrial Automation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energy</li> <li>• Power Plant Technology</li> <li>• MobiliTec</li> <li>• Digital Factory</li> <li>• Industrial Supply</li> <li>• MicroTechnology</li> <li>• Research &amp; Technology</li> </ul>	<b>MDA - Motion, Drive &amp; Automation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Condition Monitoring Systems</li> <li>• E-MOTIVE</li> <li>• Wasserhydraulik</li> </ul>	
<b>Wind</b>	<b>ComVac</b>	<b>Surface Technology</b>

Technology (načrtovanje, gradnja in obratovanje energetskih objektov), ste vsekakor dobili celovit pregled s področja pridobivanja, rabe in izkoriščanja energije.

Na področje energije se je nekako navezoval tudi tematski sejem »E-motive« (elektromobilnost). V njegovem okviru so se proizvajalci vozil, sistemov in komponent ukvarjali s tehnologijo električnih in hibridnih pogonov za vozila – s samo elektropogonom ali v kombinaciji z elektropogonom. Samo v tem segmentu se je predstavilo 22 razstavljalcev. Vprašanja, kot so visoka gostota energije, možnosti za vračanje energije, pridobivanje in uporaba električne energije iz obnovljivih virov, kažejo smeri nadaljnega razvoja na področju pogonov vozil – potrebe po spremembah na tem področju. Pa naj gre za kombinacije z motorji z notranjim zgorevanjem, gorivnimi celicami, zgolj akumulatorskim napajanjem ali pa kombinacijo s hidravličnim pogonom.

Sejem **ComVac** je stalnica hannoverskega sejma. Namenjen je predstavitvi programa pridobivanja stisnjene zraka in vakuumski tehniki – zadnje dosežke s tega področja je predstavljalo 160 razstavljalcev. V okviru tega sejma lahko obiskovalec vidi vse segmente te energetske verige: od proizvodnje in priprave stisnjene zraka vse do njegove uporabe na strojih in napravah. Prigradena sodobna elektronska krmilja in regulacije prevzemajo vse pomembne funkcije. Sejem zaokrožujejo sistemi za analize dejanskega stanja stisnjene zraka. Vsekakor pa je bila v ospredju racionalna raba energije – inovativne in energetske

učinkovitejše rešitve. Osrednja tema so bile regulirane hitrostno nastavljive črpalke in kompresorji, ki proizvajajo stisnjeni zrak ali vakuum glede na dejanske potrebe. Prikazane številne nove rešitve bodo prispevale k racionalnejši rabi energije: optimirani gradniki v kompresorjih, kombinirani hladilniki in absorberji, ponovna raba sproščene toplotne energije, novi pogonski koncepti kompresorjev, npr. z magnetnim uležanjem. Tudi na tem področju razstavljalci oz. proizvajalci s previdnim optimizmom zrejo v prihodnost: na področju obnovljivih virov energije, še posebej na področju fotovoltaike, je povsod prisoten bodisi stisnjeni zrak ali pa vakuum.

Sejem **SurfaceTechnology** je namenjen različnim tehnologijam zaščite površin, pri čemer je bila letos v ospredju predstavitev energetske učinkovitejših površinskih tehnik. V okviru tega sejma je svoje inovacije na področju obdelave in zaščite površin predstavljalo 267 podjetij. Kot trend na tem področju se je izkazala t. i. laserska fotoablacija kot vrsta zaščite po meri. S tem postopkom je možno nanašati skoraj vse materiale na poljubne substrate, npr. diamante na kovine. Nove tehnologije so tudi na področju biokompatibilnih zaščitnih slojev na medicinskih implantantih, npr. baktericidna srebrna zaščita. Novost so tudi korozijske zaščite Nano-Top-Coat, kjer z 30 % manj nanesenega materiala dosega enako obstojnost kot z običajnimi zaščitami. Z novimi tehnologijami se v tej branži ozirajo za novimi področji uporabe, še vedno pa čakajo na prebujenje avtomobilske industrije, kjer vidijo svoje velike potenciale.



Razstavljalci obeh omenjenih sejmov so si glede letošnjega obiska enotni: kljub slabi gospodarski situaciji in pričakovane manjšemu zanimanju so bila povpraševanja večja od pričakovanih. Pozitivni vtis je zaradi večjega števila povpraševanj in višjega deleža udeležencev iz zunajevropskih dežel (JV Azija, Indija in Južna Amerika) in pa povečanega zanimanja za energetske manj potratne rešitve.

## Industrial automation – industrijska avtomatizacija

Trije sejmi, INTERKAMA (avtomatizacija procesnih sistemov), Factory automation (avtomatizacija proizvodnih sistemov) in Industrial Building Automation (avtomatizacija v zgradbah), tvorijo tematski okvir industrijske avtomatizacije. Pod avtomatizacijo kot skupnim imenovalcem se je letos predstavilo 1.125 razstavljalcev in s tem celotna ponudba svetovnih proizvajalcev. Ena od osrednjih tem so bili novi senzori, aktuatorji in krmilja, namenjeni boljši izrabi energije in surovin. Nadaljnja pozornost je bila posvečena virtualizaciji in svetu informacijskih tehnologij v podjetjih. Poleg RFID je bilo veliko zanimanja tudi za komunikacijske tehnologije in rešitve, ki bazirajo na sistemih GSM, UMTS, Bluetooth, ZigBee, WLAN in WirelessHART.

Process Automation ostaja vodilni sejem številnih branž, kot so kemija, kozmetika, farmacija, prehrabena industrija, biotehnologija. Tukaj najdejo rešitve svojih problemov tudi obiskovalci z drugih področij, kot npr. predelava kovinskih materialov in umetnih mas, papirna in avtomobilska industrija, elektrotehnika in elektronika, izdelava polprevodniških komponent in gospodarska energetika.

Omeniti je potrebno še sejem Digital Factory, IT-informacijske tehnologije, v okviru katerega se je predstavilo 195 razstavljalcev s področja programske opreme in rešitev za industrijsko rabo. Razen že znane, vendar nadgrajene programske opreme so bili sodobna tema CRM-sistemi, PLM-sistemi, modularizacija uporabe programske opreme in IT-podprto



Slika 3. Forum CMS-MDA in utrinek z razstavišča

sodelovanje med različnimi oddelki podjetij in tudi med podjetji.

Samo pregled dogajanja na teh treh segmentih tehnike povprečnemu obiskovalcu vzame vsaj en dan.

## Sejem MDA narekuje smer in tempo razvoja na področju pogonske tehnike

Sejemski sklop MDA – **Motion, Drive & Automation**, je zagotovo eden največjih v svetovnem merilu in je z več kot 1.100 razstavljalci zastavonoša hannovskega sejma. Zajema celotno svetovno ponudbo s področja električne in mehanske pogonske tehnike kot tudi hidravlike in pnevmatike, poteka pa vsako drugo leto. Še zlasti v tem letu se je pokazalo, da je na področju pogonske tehnike osrednja tema, tako proizvajalcev kot uporabnikov, učinkovitost rešitev. Ta sejem smo tudi podrobneje vzeli pod drobnogled.

Velik del sejma MDA, ki se razprostira v sedmih halah, obsega električno in mehansko pogonsko tehniko – od zobnikov in zobniških prenosnikov in ostalih vrst prenosnikov, ležajev, sklopk, proizvodov linearne tehnike in mazalnih sistemov, zavornih sistemov, elektromotorjev, elektromotornih pogonov in elektronskih pogonskih sistemov do motorjev z notranjim zgoranjem in storitve poddobaviteljev tovrstnim proizvajalcem.

Zelo obsežno je predstavljeno tudi področje fluidne tehnike – hidravlike in pnevmatike z različnimi proizvodi

in sistemskimi rešitvami – od posameznih komponent hidravlične pogonsko krmilne tehnike, kot so črpalke, hidromotorji, ventili, akumulatorji, cevi in pribor, pa vse do agregatov in preskuševališč za komponente, pribora ... in celovitih rešitev.

Zaradi te svoje širine, priznanih razstavljalcev in inovativnih rešitev ter idej, uživa ta sejemski sklop v svetovnem merilu ugled največjega tovrstnega sejma na svetu. Ker dejansko predstavlja stanje tehnike in razvojne smeri branže, si ga kot osrednji dogodek leta ogleda največje število obiskovalcev s področja strojogradnje ter pogonske in fluidne tehnike. Številne debate in predstavitve v okviru spremljajočih forumov dajo temu segmentu še dodatno veljavo – tehnološke inovacije, predpisi, izkušnje ... . Forume MDA organizira VDMA (nemško združenje graditeljev strojev in naprav), ki z različnimi predavanji poskrbi za aktiven prenos know-howa med proizvajalci in uporabniki. Tako se lahko obiskovalci, razstavljalci in razvojni inženirji informirajo o trenutnih trendih, izmenjajo ocene in spoznanja. Strokovna predavanja strokovnjakov iz industrije pa zainteresiranim nakazujejo številne poti optimalne gradnje, nadzora in uporabe s področja pogonske in krmilne tehnike.

V okviru sejma MDA so potekali tudi trije manjši, strokovno ožje usmerjeni sejmi: poleg že omenjenega tematskega sejma E-motive sta bila tudi letos organizirana tematska sejma CMS –Condition-Monitoring-Systems, ki



**Slika 4.** Obiskanost razstavnih prostorov znanih in manj znanih proizvajalcev s področja fluidne tehnike

je bil v celoti posvečen nadzoru stanja komponent in naprav, ter sklop Wasserhydraulik, ki je bil tematsko orientiran na področje uporabe vode kot hidravličnega medija z vsemi svojimi specifičnostmi.

CMS se je letos pojavil v podobnem obsegu kot pred dvema letoma. Upravljalci strojev in naprav se namreč v vse večji meri zavedajo, da morajo ob višji stopnji produktivnosti, razpoložljivosti in avtomatizaciji stroja in naprave več pozornosti namenjati tudi zanesljivosti in varnosti. Zaradi tega je odločilnega pomena, da možne napake pravočasno prepoznamo, še preden se te pojavijo. Le na ta način je možno preprečiti zastoj proizvodnje in načrtovati zaustavitev naprave za vzdrževalni poseg. Takšno prediktivno vzdrževanje glede na dejansko stanje je tako postalo eden pomembnejših faktorjev konkurenčnosti proizvajalcev.

Sodobni sistemi CM postavljajo najvišje zahteve glede sensorike, zajemanja in posredovanja podatkov, njihove avtomatske obdelave (analiza in diagnoza) kot tudi poznavanja specifičnih znanj, vezanih na vrsto posamezne naprave. Na ta način ti sistemi predstavljajo ogromen potencial prihranka

stroškov, saj omogočajo v celoti izkoristiti življenjsko dobo kritičnih strojnih elementov, hkrati pa potrebna vzdrževalna dela terminsko načrtovati.

Letos se je v okviru tega sejma predstavilo 22 razstavljalcev, ki so poleg znanih rešitev in tovrstnih proizvodov predstavili tudi številne novosti, tako s področja nadzora komponent fluidne tehnike kot tudi ostalih strojnih delov in sistemov. Forum CMS pa je s predavanji na to temo vseh pet dni pritegnil veliko število poslušalcev.

Tematski sklop Wasserhydraulik (vodna hidravlika) je bil letos v manjšem obsegu – zgolj pet razstavljalcev, ki pa so predstavili celo paleto komponent, namenjenih uporabi v temu segmentu hidravlike.

Na sejmu MDA so bili prisotni vsi pomembnejši proizvajalci. Nekateri od teh so se na letošnji sejem pripravili še bolj in bolj skrbno kot prejšnja leta. Od proizvajalcev s področja hidravlike so manjkali samo nekateri, npr. Bucher Industries, Sauer Danfoss, Linde Hydraulics, Daikin, Nachi, Bieri Hydraulik.

Tudi novosti je bilo na letošnjem sejmu ogromno. Le redki so bili tisti

razstavljalci, ki so se predstavljali samo z eksponati »že videno«. Velika večina razstavljalcev je prikazala veliko novosti. Že zajeti samo najpomembnejše bi bilo na tem mestu preobsežno. Omenimo samo nekatere tendence: povečan prehod od analognih k digitalnim sistemom vodenja, večje število Power-Pack in frekvenčno reguliranih agregatov (zaradi povečanega obsega uporabe na vetrnih elektrarnah), povečana uporaba on-board elektronike na komponentah, hidravlične črpalke s servomotorji, povečan obseg uporabe sistemov CAN-BUS, ...

Zanimiva so bila tudi nekatera gesla, kot npr. FESTOV: Mit Innovation gegen Rezession – Z inovacijami proti recesiji, s katerim so jasno sporočili svoje namene in pot rešitve iz sedanje krize. Na njihovem razstavišču so se obiskovalci lahko prepričali, da mislijo resno.

Razen novosti je pozoren obiskovalec sejma lahko v pogovorih in z ogledom razstavljenega »med vrsticami« sam pridobil pomembne informacije. Marsikje je bilo moč opaziti, da pohitijo s predstavitvijo novosti, ki pa žal še ni dosegljiva kupcem na tržišču. Tako je bilo možno videti proizvode, ki so bili kot novost predstavljeni že pred dvema letoma in tudi letos, kupcem pa bodo na voljo šele jeseni (če).

Drug primer so npr. razstavljeni proizvodi, ki jih sicer lahko kupite, le če ste iz ustrezne države. V primeru, da predstavnstvo proizvajalca ni dovolj »podkovano« za tehnično podporo izdelku, ga ne morete kupiti, saj so stroški intervencije iz matičnega podjetja preveliki (!!).

Možno pa je bilo videti tudi nekaj primerov, ko uspešne rešitve evropskega proizvajalca ne povzamejo samo konkurenti iz Azije, temveč konkurenca iz Evrope. Prav zaradi tega je bila tudi ena od tem na forumu – zaščita proti plagiatorstvu.

Še splošen vtis o obiskanosti razstavnih prostorov proizvajalcev s področja fluidne tehnike. Vsaj prve tri dni sejma je bilo moč opaziti ve-



liko večje zanimanje za bolj znane oz. renomirane proizvajalce. Kljub izredno velikemu številu razstavljalcev iz Azije, predvsem na manjših razstavnih prostorih, združenih v prava mesteca, prijaznosti osebja, so ta bolj ali manj samevala. Vsekakor pa bi bila ta ocena bolj realna, če bi bili na sejmu vseh pet dni.

Še končna ocena. Kljub recesiji je sejem obiskalo veliko obiskovalcev, čeprav je številka nekoliko nižja kot pred dvema letoma. So pa zato prišli tja obiskovalci z namenom videti, kar je pomembno. Letos je bilo splošnih obiskovalcev – turistov – veliko manj. Obisk tega sejma je nekako nuja. V takšnem obsegu in vsebini bo ponov-

no čez dve leti. Do takrat pa se bo marsikaj spremenilo. Če ste ga letos zamudili, ste mogoče prikrajšani za marsikatero idejo ali informacijo, kajti svetova pogonske in fluidne tehnike se srečata na sejmu v Hannoveru vsaki dve leti.

*Dr. Darko Lovrec*

## O sejmu so povedali

**Milan Kopač, direktor  
Kladivar, d. o. o., Poclairn Hydraulics Group**

»Zaradi časovne stiske sem si ogledal samo razstavni prostor MDA – Motion, Drive & Automation, znotraj tega prostora pa predvsem razstavljalce s področja oljne hidravlike.

Splošni vtis se je pričel oblikovati že pri vstopu na sejmišče. Namesto pričakovane gneče smo se lahko brez zastoja z avtomobilom pripeljali v neposredno bližino razstavišča.

Število razstavljalcev je bilo na oko precej manjše. Opazni so rezultati združevanj in nakupov družb v zadnjih letih, ki so jih pospeševali Parker, Bosch Rexroth in Eaton, ter preprosto neudeležba proizvajalcev. Tako ne razstavljajo niti take družbe, kot so Sauer Danffos, Bucher, Poclairn Hydraulics itd. Kladivar po dvajsetih letih redne udeležbe na vodilnem sejmu naše panoge tokrat ni razstavljal. Tudi razstavnih prostori velikih družb (Parker, Bosch Rexroth, Eaton ...) so bili občutno manjši kot sicer. Opazna je bila večja udeležba kitajskih proizvajalcev. Skratka: razstavne hale niso bile v celoti zasedene.

Obiskovalcev je bilo po moji oceni precej manj kot običajno, saj niti v torek kot najboljšem dnevu sejma, ni bilo gneče v nobenem paviljonu. Tudi množica »Kitajcev« je bila po moji oceni manjša.

Odmernih inovacij na področju fluidne tehnike oziroma oljne hidravlike nisem zasledil. V industrijskem bumu zadnjih petih let so bili očitno vsi viri usmerjeni v zagotavljanje rasti proizvodnje in ne razvoja proizvoda. Po mojem bo kriza kot običajno čas čiščenja proizvodnega programa in razvoja novih proizvodov pri tistih družbah, ki bodo obstale.

Vsebine večine pogovorov na razstavnih prostorih so se nanašale na 'prilagajanje za preživetje'. Lažnega optimizma ni bilo zaslediti, saj je kriza tako močna, da niti tega ne dopušča. Skratka, sejem je bil popoln odraz stanja na trgu v času, ki ga preživljamo. To pa je čas velike krize.«

**Milan Kambič  
OLMA, d. d.**

»Splošen vtis glede na predhodni sejem: drastično povečanje števila razstavljalcev iz Azije. Na mojem strokovnem področju še vedno pogrešam avtomatski števec delcev, ki bi bil primeren za določanje stopnje čistosti težko gorljivih tekočin vrst HFA in HFC, torej tekočin z vsebnostjo vode. V ponudbi številnih senzorjev za on-line meritve

lastnosti olj trenutno manjkajo senzorji za viskoznost – nekateri ponudniki jih sicer razstavljajo, ni pa jih mogoče kupiti. Pa še zanimiv odgovor enega od razstavljalcev na vprašanje, kako se njihovo podjetje bori v sedanji krizi: *Mit Innovation gegen Rezession*, kar bi lahko prevedli *Z inovacijami proti recesiji*.«

**Rado Kraljič  
FESTO, d. o. o., Ljubljana**

»Ob obisku industrijskega sejma v Hannoveru sem opazil, da je manj razstavljalcev, veliko praznih mest v razstaviščnih halah, vendar več razstavljalcev iz Azije. Razstavljalci razstavljajo na manjših površinah. Konkurenti s področja industrijske avtomatizacije si prizadevajo ponuditi tudi servis energetskega varčevanja – komprimirani zrak in drobne izboljšave pri varnosti pnevmatskih naprav.

Razstavljalci ponujajo sofisticirane rešitve s področja bionike (posnemanje gibov iz narave oz. živalskega sveta) in tudi preproste, že preizkušene rešitve, kjer so z drobnimi inovacijami dosegli nižjo ceno.«

**Vito Tič,  
mladi raziskovalec OLMA d. d., FS Maribor**

»Hannovrski sejem sem tokrat obiskal že drugič. Znova me je navdušil. Zanimiv je predvsem za vse, ki jih zanima področje tehnike in avtomatizacije. To se širi in razvija vedno hitreje, zato je obisk takšnega sejma še toliko bolj pomemben in zanimiv. Videti je bilo mnogo razstavljalcev z vsega sveta. Nekateri so sklepali posle, drugi so se igrali (world cup v robotskem nogometu), tretji so našli zaposlitve. Iskanje prve zaposlitve je trenutno ena od perečih tem med prijatelji – hannovrski sejem je namenil celotno halo grajenju kariere in prve zaposlitve. Škoda le, da ga niso mogli obiskati vsi, ki so si to želeli.

Sejem je zelo obširen, prijazen, odprt, interaktiven, ... Namen sejma je bil ostati v koraku s časom v tehniki in avtomatizaciji. Ogledati si nove produkte in rešitve na področju nadzora stanja sistemov ter sistemov za zajem in prenos podatkov na daljavo ter navezati nove stike, poznanstva.«

**Samo Ulaga  
Tinex – Industrijska diagnostika, d. o. o.**

»Sejem sem obiskal že sedmič. Splošni vtis o dogodku – v primerjavi s predhodnimi – bi lahko opisal kot: mnogo manj blišča in kiča, pa tudi nekaj manj vsebine! Razlika je očitna! Na področju ležajne tehnike so manjkali skoraj vsi največji proizvajalci. Na področju industrijske diagnostike

je bila ponudba neprimerno manjša kot pred dvema letoma. Opazen je porast števila razstavljalcev iz Azije. Število obiskovalcev je bilo, po moji oceni, v primerjavi s predhodnim sejmom manjše vsaj za 30 %. Ne glede na navedeno pa je hannovrski industrijski sejem še vedno dogodek, kjer je mogoče na enem mestu in v relativno kratkem času za malo denarja pridobiti ogromno strokovnih informacij in navezati veliko poslovnih stikov!«

**Dragan Grgič**  
**Nevija, d. o. o.**

»Sejem združuje kar nekaj manjših sejmov, tako da je možno dobiti celovit pregled o industrijski avtomatizaciji, pogonski tehniki, tehnologijah prihodnosti, proizvodnji in dobavi izdelkov, energetiki – in še bi se kaj našlo. Sejem

poteka v Nemčiji, vsekakor pa bi bilo zanimivo videti dogodek še z druge strani, kaj se npr. dogaja v Aziji.

Sejem tudi ni zgolj klasična razstava, je nekaj več – obsejmskih aktivnosti, od strokovnih forumov, kongresov, sestankov, predstavitev, tudi kulturnih dogodkov, je toliko, da ne veš, kam bi šel prej. In tudi, če bi rad spoznal ožje vodstvo podjetja, npr. za navezovanje poslovnih stikov – vsi so tam, zato je to enkratna priložnost.

Pogosto so naši strokovnjaki mnenja, da je obisk izredno velik strošek in se sejma ne udeležijo. Spanje z zajtrkom v prijetnih vasicah ok. 50 km pred Hannovrom je popolnoma primerljivo s Slovenijo. Potovanje z avtomobilom pa je racionalno že pri dveh potnikih. Pridobljene informacije vsekakor odtehtajo te stroške.«



## Fluidna tehnika 2009

7. bienalna konferenca  
**Drugi poziv avtorjem**

**17. in 18. september 2009**

Maribor, Kongresni center Habakuk



Temeljni namen konference FLUIDNA TEHNIKA 2009 je pospešiti prenos najnovejših raziskovalno-razvojnih dosežkov in spoznanj v vsakodnevno prakso in predstaviti nove proizvode in storitve z vseh področij tehnike, kjer se uporabljata hidravlika in pnevmatika. Še posebej sedaj, ko vlada svetovna recesija, se moramo zavedati, da je imeti prave informacije s strokovnega področja velika strateška prednost podjetja.

Na konferenci FT 2009 bomo namenili osrednjo pozornost aktualnim usmeritvam na področju razvoja komponent in sistemov fluidne tehnike – tako mobilnih kot stacionarnih. Dotaknili se bomo vseh segmentov fluidne tehnike: tehničnih novosti na področju razvoja komponent, hidravličnih tekočin, njihovi negi in nadzoru stanja, številnih konstrukcijskih podrobnosti, ki izboljšajo delovanje in zanesljivost komponent ali sistema, novosti na področju zakonodaje in standardov, preišljenih primerov uporabe in izobraževanja na tem področju.

Na preteklih konferencah smo uspešno prepletali nove tehnološke dosežke s poslovnimi cilji slovenskih podjetij, s predstavitvijo dobrih praks in problemov iz prakse. Zato je tudi letos osrednji moto konference FT 2009: povežimo raziskovalno in podjetniško sfero – tudi v širšem evropskem kontekstu.

Konferenca Fluidna tehnika 2009 prerašča svoje dosedanje okvire: postaja mednarodna konferenca, prepoznavna med domačimi in tuji strokovnjaki s področja fluidne tehnike.

Vljudno vabljeni k prijavi svojega prispevka kot avtorji, razstavljalci ali pokrovitelji!

Doc. dr. Darko Lovrec,  
vodja organizacijskega in programskega odbora konference

Več informacij lahko dobite na elektronskem naslovu: [d.lovrec@uni-mb.si](mailto:d.lovrec@uni-mb.si)  
oz. na spletni strani: <http://ft.fs.uni-mb.si/>.



## HYDAC, d. o. o. – dan odprtih vrat

Letos smo znova odprli vrata našega podjetja z namenom, da vsem, ki jih to zanima, predstavimo široko paleto naših izdelkov, še posebej pa novosti in dosežke razvoja.

5. in 6. marca smo v prostorih podjetja organizirali dan odprtih vrat. Pripravili smo strokovno delavnico, izvedeno kot kombinacijo krajših strokovnih predavanj in praktičnih demonstracij uporabe.

Po uvodni splošni predstavitvi podjetja, posameznih segmentov proizvodnega programa in uslug, vizije podjetja in kazalcev uspešnosti so sledila strokovna predavanja.

V teoretičnem delu smo predstavili novosti:

- IXU – napravo za filtriranje in odstranjevanje kislin iz hidravličnih tekočin na osnovi fosfatnih estrov (HFD-R),
- TCU Redfox – stacionarni agregat za kondicioniranje transformatorskega olja (odstranjevanje vode, plinov, filtriranje),
- TFS – Twist Flow Strainer – nov koncept filtriranja vode, ki je kombinacija ciklona in klasičnega filtra,
- CM-Expert – pregleden sistem za nadzor nad množico različnih senzorjev, ki se uporabljajo v proizvodnji, hidravliki, farmaciji,
- Hybox – Hydacov kompaktni hidravlični agregat.



Demonstracija delovanja programske opreme CM-Expert

Osrednja tema tega dela je bilo predavanje o lastnostih in kondicioniranju transformatorskih olj ter načinih podaljševanja življenjske dobe transformatorjev z rednim vzdrževanjem njihovih oljnih polnjenj. Predstavljeni so bili konkretni primeri izboljšanja stanja olj, zanesljivosti delovanja in ekonomski aspekt proaktivne skrbi za transformatorsko olje.

Kot novost smo predstavili pregleden katalog naših izdelkov v slovenskem jeziku in domačo internetno stran [www.hydac.si](http://www.hydac.si), ki je zaživela 1. 5. 2009.

V servisnih prostorih podjetja smo prikazali delovanje kompaktnega hidravličnega agregata Hybox in nanj priklapljenih senzorjev temperature, tlaka in pretoka. Ti so bili povezani s HMG 3000 – ročno merilno napravo, s katero smo izmerjene podatke o tlaku, temperaturi in pretoku shranili in jih kasneje obdelali na računalniku.

Prav tako smo predstavili koncept sprotne spremljanja fizikalno-kemičnih lastnosti hidravličnih tekočin (On-line Condition monitoring) in naše senzorje kontaminacije olj s trdnimi delci, npr. napravo FCU2000, Con-

tamination Sensor 1000, Contamination Sensor 2000, senzorja za merjenje vsebnosti vode v olju Aqua Sensor 1000 in Aqua Sensor 2000.

Z napravo FCU 2000 smo tudi praktično merili onesnaženost olja s trdnimi delci po ISO- in NAS-kalibraciji. Temu olju smo z Aqua Sensorjem 2000 izmerili tudi vsebnost vode.

Udeleženci so se lahko preskusili v merjenju tlaka, temperature, nivoja, sprememb viskoznosti, skupaj smo šteli delce in kontrolirali vsebnost vode ...

Napol za šalo, napol zares smo preverili stanje 2 vrst "svežih", originalno zapakiranih olj: domačega in tujega proizvajalca. Z veseljem smo ugotovili, da sta oba v dobrem stanju, tako da zmagovalca nismo določili.

Zanimanje je vsekakor preseglo naša pričakovanja, tako da so se aktivnosti končale pozneje, kot je bilo predvideno po uradnem programu.

Spoznali smo, da so takšni dogodki obojestransko potrebni in koristni, tako da bomo pripravili še več zanimivih tem za naslednji Dan odprtih vrat, ki ga načrtujemo 19. in 20. 11. letos.

Člani podjetja HYDAC, d. o. o., se najlepše zahvaljujemo vsem obiskovalcem in sodelujočim za udeležbo na našem Dnevu odprtih vrat. Veseli smo, da so si kljub zaposlenosti vzeli čas in se nam pridružili.

Tistim, ki nas ob tej priložnosti niste uspeli obiskati, sporočamo, da so vam vrata podjetja Hydac zmeraj odprta.

Amela Krajnc, Hydac, d. o. o.



Udeleženci med preizkusom (agregata, senzorjev in merilnih naprav)



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

Tel.: + 386 2 460 15 20  
Fax: + 386 2 460 15 22  
Email: [info@hydac.si](mailto:info@hydac.si)

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

## FLUIDNA TEHNIKA HIDRAVLIKA - ELEKTRONIKA

**Predstavljamo vam novosti:**

- spletni portal [www.hydac.si](http://www.hydac.si)  
( od 1.5.2009)
- pregledni prospekt v slovenskem jeziku








**Izkoristite prednosti naših, uporabnikom prijaznih in učinkovitih,**

**programskih paketov za dimenzioniranje, izbiro in simulacijo delovanja**

**ter elektronske kataloge za:**

- hidravlične akumulatorje
- oljne in vodne filtre
- filtrirne sisteme
- nadzor stanja sistemov (Condition Monitoring)
- kompaktno hidravliko
- elektroniko
- hladilnike
- pribor ...

**Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo – Laboratorij LASIM in  
Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo ter  
Gospodarska zbornica Slovenije – Združenje kovinske industrije**

Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za strojništvo



najavljajo 6. posvet

## AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2009 – ASM '09

v sredo, 11. 11. 2009, ob 9. uri

v prostorih GZS, Dimičeva ulica 13, Ljubljana.



## Dnevi slovenske informatike

Med 15. in 17. aprilom je v Portorožu potekala že **16. konferenca Dnevi slovenske informatike**, katere rdeča nit je bila *Z inteligentnimi sistemi do strateške prednosti*. To so bili trije dnevi, polni zanimivih predavanj, predstavitev, izmenjave izkušenj, možnosti za druženje ... Pomen konference je zlasti v tem, da olajšuje prenos teoretičnih dosežkov v prakso, razširja spoznanja in podaja poglede in spoznanja najvidnejših domačih in tujih vabljenih informatikov. To so udeleženci lahko spremljali preko vabljenih in plenarnih predavanj, predavanj v kar devetih tematskih sekcijah ter študentski sekciji, predstavitev pokroviteljev, delavnic in dveh pestrnih okroglih miz.

Udeležence in goste je prvi dan konference pozdravil predsednik Slovenskega društva Informatika **Niko Schlamberger**. Slovesne otvoritve konference DSI 2009 so se kot govorniki udeležili vabljeni predavatelji in najvišji predstavniki slovenske izvršne oblasti. V imenu predsednika Republike Slovenije dr. Danila Türka je udeležence pozdravil svetovalec predsednika **mag. Franc Hočevar**. Minister za znanost in tehnologijo **Gregor Golobič** je v svojem nagovoru poudaril pomen civilne družbe,



Niko Schlamberger (foto: Janez Strah)

ki lahko neobremenjeno razpravlja in zavzema stališča o aktualnih dogajanjih v informatiki. V uvodnem delu sta bili podeljeni **priznanji za dosežke na področju informatike**, prejela sta jih Iztok Lajovic in RRC, Računalniške storitve, d. d. Predsednik programskega sveta DSI 2009 **dr. Marjan Krisper** je predstavil rdečo nit konference, ki je njeno programsko vodilo. Po besedah dr. Krisperja je razvoj informacijske tehnologije prispeval h kakovostni podpori transakcijske in operativne ravni v poslovnih sistemih.

Akademik **dr. Ivan Bratko** je v svojem predavanju predstavil področje umetne inteligence: zgodovinski pregled in trenutno stanje. Podrobneje je prikazal delo laboratorija za umetno inteligenco, evropske projekte, na katerih sodelujejo, ter izpostavil aplikativnost raziskovalnih rezultatov. **Dr. Chrisanthi Avgerou** z London School of Economics je predstavila organizacijske in socialne vidike inovativnosti na področju informatike. Ključno sporočilo njene



predavanja je bilo, da tehnologije ne smemo obravnavati izolirano, ampak se moramo ozreti na širši kontekst in obenem proučevati tudi organizacijske in kulturološke vidike, kamor uvažamo IT. Plenarno predavanje **dr. Malgorzate Kalinowske** Iz-

**kowske** je povzelo pregled najpomembnejših strateških ciljev na Poljskem na področju javne uprave. Pomembni motivatorji za razvoj so evropska sredstva in priložnosti za inventiranje. Slaba stran je nizek BDP, kar posledično vpliva na nižjo digitalno pismenost in manjši interes za uporabo razpoložljivih informacijskih rešitev. Velika so pričakovanja v zvezi z evropsko pobudo i2010 in posebej ECDL. Administrativne ovire so še vedno visoke, kar ne vzpodbuja podjetništva.

Veliko pozornosti sta vzbudili tudi obe okrogli mizi. Udeleženci okrogle mize na temo **Obama in internet** so se strinjali, da gre v primeru Barack-obama.com in change.gov, ki predstavljata nadaljevanje tranzicije po vstopu v Belo hišo, za paradigmatsko spremembo politike. Njene karakteristike so transparentnost, participativnost in kolaborativnost. Ni dvoma, da bo slej ko prej sodobna demokratična politika morala sprejeti internet kot dvosmerno komunikacijo. Cilj SDI pri uvrščanju e-demokracije kot ene od centralnih tem DSI je prav to, da bi tudi slovensko politiko prepričali o nujnosti drugačne uporabe interneta v javnem delovanju.

Zaključek okrogle mize na temo **Z inteligentnimi sistemi do strateške prednosti** pa je bil, da inteligentni sistemi postajajo vedno bolj po-



Sodelujoči na okrogli mizi Z inteligentnimi sistemi do strateške prednosti (foto: Janez Strah)

membni za doseganje strateške prednosti, tako za podporo odločanja, zagotavljanja prihodka in tržnih aktivnostih. Direktorji se še premalo zavedajo možnosti sodobnih tehnologij, vendar se to izboljšuje. Opazen je porast zanimanja za te sisteme v času krize.

Seveda ni manjkalo priložnosti za druženje. Druženje prvega dne smo udeleženci zaključili ob dobri hrani, vinski kapljici **kleti Babič**, stand-up komedijantu **Tinu Vodopivcu iz Komikaz** in odlični glasbeni spremljavi skupine **Rock partyzani**. Osrednji dan konference pa smo končali z **večerjo na ladjicah**, ki sta nas pope-

ljali ob slovenski obali, v nadaljevanju večera pa uživali na **after-partyju** v News Cafeju ob glasbenem izboru DJ-a in stand-up komedijantih Klemnu Bučanu in Boštjanu Gorencu (Pižami) iz **Komikaz**.

Zadnji dan konference so udeleženci med drugim lahko prisluhnili **predstavitvam projektov, ki so tekmovali na izboru za i-nagrado**. **Predstavitve najboljših IKT Projektov** je novost letošnje konference. Na podlagi razpisa jih je izbrala posebej za to imenovana komisija, ki deluje skladno s pravilnikom Slovenskega društva Informatika. Pomen predstavitve je v tem, da se strokovni dosežki po-

pularizirajo, strokovna javnost – to so udeleženci konference – pa lahko vpliva na oceno. Predstavljeni so bili naslednji projekti: SAOP, d. o. o.: Spletna rešitev miniMAX; Ministrstvo za javno upravo: e-VEM za gospodarske družbe in CREA storitve in svetovanje, d. o. o.: CREA-SIGN. Vsi predstavljeni projekti so prejeli priznanja. **Nagrado za najboljši IKT projekt**, kipec akademskega kiparja Mirka Bratuše, je prejelo **Ministrstvo za javno upravo**.

OB zaključku konference so bile podeljene nagrade izžrebanim udeležencem konference in nagrade najboljšim prispevkom konference po izboru udeležencev. Nagrade za najboljše prispevke so prejeli: Grega Stritar (Neolab, d. o. o.) za prispevek *IT 2.0 – nova generacija poslovno-informacijskih rešitev*, Tomaž Bezeljak (Hermes Softlab, d. d.) za prispevek *Elektronsko poslovanje v sodnih postopkih zaradi insolventnosti*, akademik prof. dr. Ivan Bratko (UL; Fakulteta za računalništvo in informatiko) za prispevek *Aktualne smeri razvoja umetne inteligence* ter Aleš Popovič in Jurij Jaklič (UL; Ekonomska fakulteta) za prispevek *Poslovna inteligenca 2008: raziskava o stanju poslovne inteligence v srednjih in velikih slovenskih organizacijah v letu 2008*. V študentski sekciji pa so nagrade prejeli: Matjaž Vidovič za prispevek *Modeliranje poslovnih procesov v velikem trgovskem podjetju*, Lovro Šubelj s soavtorji za prispevek *Odkrivanje goljufij na osnovi analize socialnih omrežij* in Lija Kondrič za prispevek *Večkriterijski model za podporo izbiri študija v tujini*. Čestitamo vsem prejemnikom nagrad!

Več informacij in utrinkov s konference najdete na spletni strani [www.dsi2009.si/](http://www.dsi2009.si/). Nasvidenje na DSI 2010!

Slovensko društvo INFORMATIKA



Utrinek s podelitve nagrade za najboljši projekt IKT: prof. dr. József Györkös, Niko Schlamberger, predstavniki podjetij prejemnikov priznanj (foto: Janez Strah)

**LEOSS**  
moč podatkov



## Državni tekmovanji RoboT in ROBObum 2009 na FERi v Mariboru

V torek, 19. maja, sta bili na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko (FERi) državni tekmovanji v robotiki za osnovnošolce, srednješolce in študente ROBObum 2009 in RoboT 2009. Državno tekmovanje ROBObum za osnovnošolce se tradicionalno izvaja skupaj z državnim tekmovanjem za študente in dijake RoboT. Otvoritev obeh tekmovanj je skupna. Na letošnji otvoritvi so zbrane tekmovalce in njihove mentorje pozdravili prof. dr. Bojan Grčar, prodekan za izobraževalno dejavnost Fakultete za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, predstojnik Inštituta za avtomatiko prof. dr. Boris Tovornik in g. Janez Škrlec, predsednik sekcije za elektroniko in mehatroniko pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije.

Letos smo devetič organizirali državno tekmovanje z mobilnimi roboti RoboT 200X. Zanimive tekme v vožnji po labirintu (velikost 2,5 x 2 m, z več kot 15 m poti, slepimi hodniki in okrog 36 zavoji) z avtonomnimi mobilnimi roboti, ki so jih konstruirali

sami udeleženci, so se udeležile 4 študentske in 34 dijaških ekip iz šestih srednjih tehniških elektro- in računalniških šol.

V zadnjih devetih letih se je tovrstnih tekmovanj udeležilo že okrog 100 študentov in nad 400 dijakov in mentorjev iz celotne Slovenije in sosednje Hrvaške ter Avstrije. Tradicionalno so se najbolj vztrajni dijaki srednjih šol že petič pomerili tudi za lovoriko RoboLiga 2009 (finalno tekmovanje v seriji Slovenske robotske lige), kajti pred tem sta bili izvedeni že tekmovanji: RoboPTERŠ, 10. aprila 2009 v ŠC Velenje, in RoboMiš, 23. aprila v TŠC Nova Gorica.

Za lovorike tekmovanja RoboT 2008 je štela boljša izmed dveh voženj in najuspešnejšim petim tekmovalcem so bile podeljene denarne in praktične nagrade sponzorjev. Najhitrejši so bili:



Prof. dr. Bojan Grčar pozdravlja tekmovalce in njihove mentorje

1. mesto: Aleš Stojak, dijak ŠC Ptuj, 18,53 s,
2. mesto: Primož Šibanc, dijak ŠC Velenje, 21,08 s,
3. mesto: Gregor Krušič, dijak ŠC Ptuj, 21,58 s.

Zaradi majhnega števila prijavljenih študentskih ekip so študentje sodelovali na skupni štartni listi z dijaki. Podjetje Roboti, c. s., je podelilo najuspešnejšemu študentu Dušanu Špilaku posebno nagrado v višini 100 €.

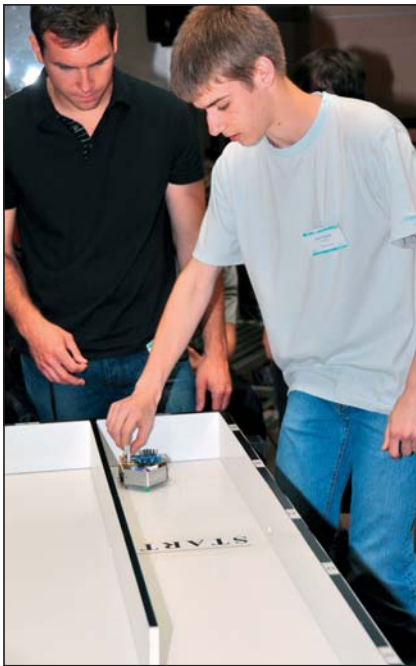
Za lovorike Slovenske robotske lige RoboLiga 2009 sta štela oba teka skupaj, kar smo točkovali v skladu s pravili in temu prištelili točke prvih dveh tekem. Zmagovalci v seštevku treh tekem so bili:

1. mesto: Aleš Stojak, ŠC Ptuj, 300 točk,
2. mesto: Primož Šibanc, ŠC Velenje, 245 točk,
3. mesto: Dejan Šeruga, ŠC Ptuj, 175 točk,
3. mesto: Gregor Krušič, ŠC Ptuj, 175 točk.

V nagradni sklad (500 €) so prispevali finančna sredstva podjetja Motoman Robotec, Roboti, c. s., in Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije. Praktične nagrade so prispevali podjetja AX Elektronika, HTE Elektronika in obrtniki Janez Škrlec, s. p., Miran Slokan, s. p. in Ivan Prešeren, s. p.



Avla G2 – prizorišče tekmovanj ROBObum in RoboT na FERi v Mariboru



Zmagovalni robot Aleša Stojaka na štartu labirinta



Prikaz trenutnih rezultatov in pretočni video je bil viden na velikem platnu, hkrati pa dostopen vsem uporabnikom spleta »v živo«

Vsi rezultati, fotografije, videoposnetki in medijski odzivi za zadnjo tekmo kot tudi za prejšnje so na voljo na [www.ro.feri.uni-mb.si/tekma/](http://www.ro.feri.uni-mb.si/tekma/).

### ROBObum – robotska državna tekmovanja za osnovnošolce

**ROBObum** robotska državna tekmovanja so sestavljena iz dveh tekmovanj: tekmovanja v gradnji samogradnih mobilnih robotov **ROBOsled** in tekmovanja v gradnji **LEGO** mobilnih robotov **LEGObum**. Tekmovanja **ROBObum** so organizirana na regijski osnovi in temeljijo na mreži tehniških šolskih centrov oziroma srednjih šol po Sloveniji. V letu 2009 je državna tekmovanja **ROBObum** podprlo v obliki izvedbe predtekmovanj za **ROBObum** tekmovanje (**ROBOsled** ali **LEGObum**) ali kakšni drugi obliki (podpora osnovnošolskim mentorjem) 12 tehniških srednjih šol po vsej Sloveniji. Lanskim srednjim šolam: Poklicni in tehniški elektrošoli, Šolski center Ptuj, Poklicni in tehniški elektro- in računalniški šoli, Šolski center Velenje, Strokovni in poklicni šoli, Tehniški šolski center Kranj, Srednji strojni šoli Maribor, Srednji elektro-računalniški šoli Maribor, Šolskemu centru Ravne na Koroškem, Srednji šoli tehniških strok Ljubljana Šiška, Šolskemu centru Postojna, Šolskemu centru Celje in Srednji poklicni

in tehniški šoli Murska Sobota sta se v letu 2009 pridružila še Šolski center Novo mesto in Pomorski in tehniški izobraževalni center Portorož.

Letos je na zaključnem državnem tekmovanju **ROBObum** sodelovalo na tekmovanju **ROBOsled** 43 ekip osnovnošolcev, na tekmovanju **LEGObum** (**LEGObum-8** in **LEGObum-9** skupaj) pa 47 ekip osnovnošolcev. Število ekip, ki so sodelovale na

zaključnem državnem tekmovanju v Mariboru, se letos zaradi časovnih in prostorskih omejitev pri izvedbi zaključnega tekmovanja ni povečalo. Na zaključnem državnem tekmovanju je sodelovalo 41 OŠ s svojimi ekipami iz vse Slovenije.

Na tekmovanju **LEGObum-8** so bile letos najuspešnejše ekipe:

1. mesto OŠ Komenda-Moste (Irinej Papuga),



**LEGObum-8**: mobilni robot **LEGOMINDSTORMS** mora čim hitreje prepeljati po progi, označeni s črno črto od štarta do cilja.





*LEGObum-9: mobilni robot LEGOMINDSTORMS mora odstraniti predmete iz območja, označenega s črno črto, in se hkrati izogibati črnim poljem.*

2. mesto OŠ Križe (Matevž Poljanc, Miha Poljanc),
3. mesto OŠ Gustava Šiliha Laporje (Primož Skerbiš, Izidor Dreo, Ana Pahič).

Na tekmovanju **LEGObum-9** so letos zasedle prva mesta:

1. mesto OŠ Komenda-Moste (Matic Matuš, Nejc Urankar),
2. mesto OŠ Tržič (Gašper Markun, Klemen Golmajer, Žan Dragičević),
3. mesto OŠ Gustava Šiliha Velenje (Izidor Felicijan, Jože Jelen, Miha Pritrznik).

Na tekmovanju **ROBOSled** so bili v razredu **DIRKAČ** letos najuspešnejši tekmovalci:

1. mesto prva ekipa OŠ Bojana Illica iz Maribora (Erik Jankovič),
2. mesto ekipa OŠ narodnega heroja Rajka Hrastnika (Jan Kristijan Kraner, Žan Jazbec),
3. mesto ekipa OŠ Franceta Prešerna iz Kranja (Miha Grašič, Bogdan Bundalo).

V razredu **ROBOSled POZNAVALEC** je letos zasedla:

1. mesto ekipa OŠ Tabor II iz Maribora (Jakob Šafarič),
2. mesto prva ekipa OŠ Dušana Flisa (Bojan Potočnik, Sebastijan Cizel),
3. mesto pa ekipa OŠ Kamnica pri Mariboru.

V razredu **ROBOSled INOVATOR** je letos osvojila:

1. mesto prva ekipa OŠ Dušana Flisa (Bojan Potočnik, Sebastijan Cizel),
2. mesto ekipa OŠ Tabor II iz Maribora (Jakob Šafarič),
3. mesto ekipa OŠ Šentjernej (Alen Pavlič, Tadej Kuhar).

Vsi rezultati tekmovanja so objavljeni na spletni strani ROBObum tekmovanja: <http://www.robum.uni-mb.si>, kmalu pa bodo na njej objavljeni tudi posnetki poteka celotnega ROBObum tekmovanja.

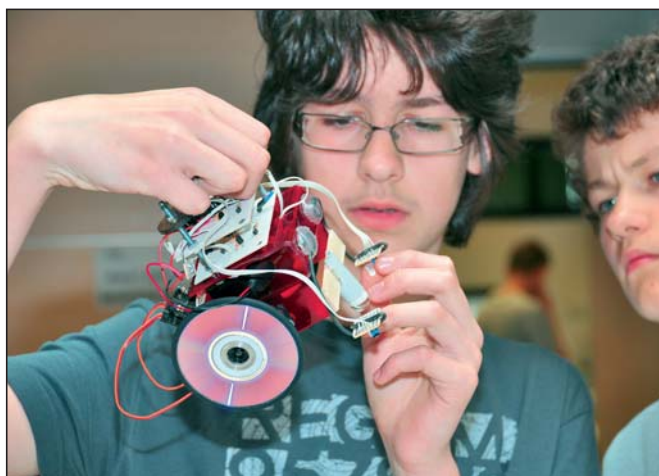
Za uspešno izvedbo ROBObum tekmovanja gre posebna zahvala prof. dr. Karlu Jezerniku, predstojniku Inštituta za robotiko na FERi, vsem sodelavcem v srednješolskih tehniških centrih in na FERi, ki so pomagali pri izvedbi tekmovanja, in vsem sponzorjem tekmovanja, ki so prispevali nag-



*ROBOSled DIRKAČ: Tudi samogradni mobilni robot mora čim hitreje prepeljati od štarta do cilja po progi, označeni s črno črto.*

rade za tekmovalce, sponzorirali opremo za izvedbo predtekmovanj ali državnega tekmovanja ali pa so kako drugače prispevali k izvedbi tekmovanja. Med sponzorji velja posebej omeniti Mladinsko knjigo Trgovino, d. o. o., in trgovino ČIP, d. o. o., iz Maribora, ki sta prispevali nagrade za tekmovanje.

*Doc. dr. Suzana Uran, FERi Maribor  
Mag. Janez Pogorelc, FERi Maribor  
Foto: Jože Korelič*



*ROBOSled POZNAVALEC, ROBOSled INOVATOR sta razreda tekmovanja, v katerih se osnovnošolci pomerijo v znanju iz delovanja in načrtovanja vseh sestavnih delov njihovega robota in v izvirnosti predelave, nadgradnje robota.*

## RoboCup 2009 – svetovno robotsko tekmovanje



Izbrani slovenski srednješolski in osnovnošolski robotiki pa se bodo udeležili svetovnega robotskega tekmovanja RoboCup 2009. Leto 2009 je posebno, saj bo od 29. junija do 5. julija 2009 v naši neposredni bližini (Gradec, Avstrija) potekalo svetovno robotsko tekmovanje RoboCup 2009 (<http://www.robocup2009.org>). Predlani je bilo izvedeno v Atlanti v ZDA, lani v Sučouu na Kitajskem, letos je v Gradcu v Avstriji, prihodnje leto pa bo v Singapurju. Glavna tema tega tekmovanja je robotski nogomet. Za študente in odrasle poteka tekmovanje RoboCup v 5 razredih: simulacija igranja nogometa, robotski nogomet za majhne mobilne robote, robotski nogomet za srednje velike mobilne robote, robotski nogomet standardno grajenih robotov in robotski nogomet humanoidnih robotov. Pri razredu standardno grajenih robotov je prišlo v letu 2008 do spremembe: poslej namesto štirinožnih Sonyjevih robotskih kužkov AIBO igrajo robotski nogomet humanoidni roboti Nao proizvajalca Aldebaran. Robot Nao je prikazan v vlogi reševalca gasilca na posterju tekmovanja RoboCup. Vsako leto pa se porajajo novi razredi robotskih tekmovanj. Poleg tekmovanja za študente in odrasle je sestavni del tekmovanja tudi robotsko tekmovanje za srednješolce in osnovnošolce, ki se imenuje RoboCup Junior, ki prav tako

pozna več razredov: nogomet, reševanje in ples. Na tekmovanju RoboCup Junior 2009 bosta v razredu RoboCup Junior Rescue (Reševanje) sodelovali dve slovenski mladinski ekipi, ena osnovnošolska (SLOVENIA P) in ena srednješolska ekipa (SLOVENIA S). Obe slovenski ekipi imata po štiri člane, ki prihajajo iz različnih krajev Slovenije (Maribor, Ljubljana, Kranj, Velenje, Dravograd, Hrastnik, Murska Sobota). Na tekmovanje RoboCup se bosta obe slovenski ekipi pripravljali na FERi v Mariboru. Obema želimo veliko znanja in uspeha na svetovnem robotskem tekmovanju!

## Dodane vrednosti sodelovanja med podjetji se premalo zavedamo

V Portorožu se je zaključil dvo-dnevni dogodek Industrijski forum IRT 2009, na katerem so predstavili dosežke in novosti iz industrije, inovacije in inovativne rešitve iz industrije in za industrijo. Na okrogli mizi na temo Viri inovacij, razvoja in tehnologij za rast povezovanja, sodelovanja in uspešnega prestrukturiranja je sodeloval tudi Iztok Lesjak, direktor Tehnološkega parka Ljubljana.

Prvi dan foruma je potekal v luči predstavitev vabljenih strokovnih prispevkov, ki so jih pripravili ugledni strokovnjaki iz industrije. Predstavili so stanje v industriji na vseh tematskih področjih foruma (inovacije, razvoj in tehnologije) in izpostavili njihove

glavne izzive. Direktor **AlixPartners GmbH** Gorazd Vrbica je v uvodnem govoru z naslovom Prestrukturiranje v času krize med drugim povedal, da podatki pravkar končane študije, izpeljane med avtomobilskimi proizvajalci in njihovimi dobavitelji, kažejo, da naj bi se letos prodaja avtomobilov v Zahodni Evropi znižala tudi do 20 odstotkov, medtem ko naj bi se v ZDA za približno polovico. Približno 50-odstotni padec prodaje pa naj bi v letošnjem letu zabeležili tudi proizvajalci tovornih vozil.

Forum je tematsko zaokročila okrogla miza na temo Viri inovacij, razvoja in tehnologij za rast povezovanja, sodelovanja in uspešnega prestrukturiranja. Sooblikovali so je Gorazd Vrbica, direktor AlixPartners GmbH, Rudi Bric, direktor podjetja **PETRA Stroji**, d. o. o., Jože Duhovnik, dekan

**Fakultete za strojništvo** v Ljubljani, Iztok Lesjak, direktor **Tehnološkega parka Ljubljana**, in Simon Štrancar, direktor **G-1**, d. o. Govorci na okrogli mizi so se strinjali, da je gospodarska kriza, v kateri smo, globlja, kot se je zavedamo, in da bo še trajala. Izpostavili so, da je prav zato izjemno pomembno, da smo fleksibilni in inovativni. Poudarili so, da Slovenija premore sposobne ljudi in dobre izdelke, ki pa se jih je treba naučiti tudi prodajati in hkrati ceniti vloženo znanje, kako pomembno je sodelovanje, da pa se te dodane vrednosti v Sloveniji premalo zavedamo.

[www.tp-lj.si](http://www.tp-lj.si)

**industrijski IRT**  
forum  
[www.forum-irt.si](http://www.forum-irt.si)



## 90 let proizvodnje električne energije v HE Fala

Leta 1913 se je začela gradnja prve hidroelektrarne na Dravi, ki je bila hkrati največja hidroelektrarna v Vzhodnih Alpah. Zasnovana je bila z zamisljo, da bo napajala omrežje industrijskega bazena srednje Štajerske z Gradcem. Razpad avstro-ogrske države in nove državne meje so prekržali prvotne račune. Ob koncu prve svetovne vojne je bila elektrarna za silo dograjena, vendar še pomanjkljivo opremljena in brez zadostnih daljnovodnih povezav do potrošniških središč, ki pa so v tem času še zelo malo uporabljala električno energijo.

Gradnja takšnega objekta je bila izjemen tehniški podvig. Projektiranje in vodenje gradnje so prevzele švicarske firme, ki so imele z gradnjo hidroelektrarn največ izkušenj. Tudi potreben kapital si je STEG priskrbel pri švicarskih bankah. Vgrajena oprema je bila večinoma proizvedena v Švici.

V bližnjih Rušah so začeli graditi tovarno za proizvodnjo karbida in dušika, za kar bi bilo potrebne precej električne energije. Tako je tudi gradnja elektrarne Fala dobila prioriteto pri nabavi materiala, dodeljeni so ji bili tudi vojni ujetniki in gradnja se je pospešila. V maju 1918 je začelo obratovati prvih pet agregatov od predvidenih sedem, pa še ti so bili slabo izkoriščeni, saj je bila skoraj edini porabnik elektrike tovarna v Rušah, ki pa je v tistem času potrebovala le približno 5 MW moči. Z elektrarno je bila povezana z 10-kilovoltnim daljnovodom brez kakršnekoli vmesne transformacije, kar je povzročalo številne preboje izolacije statorskih navitij, ker so se atmosferske prenapetosti brez dušenja prenašale z daljnovoda na generatorje. Glavna skrb takratnih upravljavcev elektrarne je bila, kako povečati odjem električne energije, zato so intenzivno gradili daljnovode različnih



Pogled na strojnico v delu tehničnega muzeja HE Fala

napetostnih nivojev (80 kV, 35 kV, 10 kV) v smereh proti Mariboru, Prekmurju, Varaždinu in Zasavju. V letu 1926 je poraba električne energije že tako narasla, da so dogradili šesti, leta 1932 pa sedmi agregat. V tem obdobju je imela elektrarna velik narodnogospodarski pomen. Pospesila je industrializacijo Maribora z okolico. Oskrba z elektriko pa je segla vse do Prekmurja in Hrvaškega Zagorja. Leta 1936 je proizvodnja električne energije v HE Fala predstavljala petino celotne proizvodnje elektrike v takratni Jugoslaviji.

Med drugo svetovno vojno je elektrarna redno obratovala in bila skupaj z zgrajenim omrežjem, velenjsko in trboveljsko termoelektrarno vključena v posebno podjetje EVSÜD s sedežem v Mariboru, ki so ga ustanovile okupacijske oblasti. Po osvoboditvi je bila elektrarna nacionalizirana in vključena v nastajajoči elektroenergetski sistem Slovenije,

ki se je oblikoval z izgradnjo omrežja napetosti 110 kV.

V strojnico je bilo vgrajenih sedem agregatov. Vsak je sestavljen iz dvojne horizontalne Francisove turbine in sinhronskega generatorja, regulatorja hitrosti vrtenja in pomožnih naprav.

Pretočna polja so opremljena s po dvema tablastima zapornicama, ki visita na Gallovih verigah in služita za evakuacijo vodnih količin, ki presegajo požiralnost turbin.

Napetost na sponkah generatorjev je bila 10 kV. Skupna inštalirana moč vseh agregatov je znašala 34 MW pri pretoku skozi turbine 350 m<sup>3</sup>/s. Povprečna letna proizvodnja je bila 190,000.000 kWh.

Ko je bila zgrajena celotna veriga elektrarn na odseku od Dravograda do Maribora, se je pokazala potreba po povečani zmogljivosti turbin HE Fala. Elektrarne, ki ležijo po reki navzgor od Fale, so bile dimenzionirane na turbinski pretok 460 m<sup>3</sup>/s. Zaradi pretočnega načina obratovanja elektrarn v verigi je Fala predstavljala ozko grlo. Da bi bilo to odpravljeno, so med letoma 1974 in 1977 vgradili še en agregat, in tako se je skupni turbinski pretok povečal na več kot 500 m<sup>3</sup>/s, inštalirana moč pa na 48 MW.

Življenjska doba starih turbin in generatorjev se je počasi iztekala in pričeli so razmišljati, kako elektrarno celovito obnoviti in posodobiti.



HE FALA danes

Obdelane so bile številne variante nadomestitve starih agregatov. Najbolj logična in enostavna rešitev bi bila, da bi stare agregate (turbine z generatorjem) nadomestili z novimi, vendar bi taka obnova pomenila odrekanje nekaj odstotkom izkoristka turbin. Prvotni način vgradnje turbin



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

Celotna strokovna ekipa pod eno streho omogoča kratke odzivne čase!



avtomatizacija  
industrijskih procesov

Adept plus d.o.o.  
Hrašče 5, SI-6230 Postojna  
[www.ad-avtomatizacija.si](http://www.ad-avtomatizacija.si)

je namreč tak, da je turbina vgrajena nad gladino spodnje vode in jo s to povezuje sesalna cev, kar pa zmanjšuje izkoristek. Zaradi sesalnega učinka je nastajal podtlak v turbini in kot posledica tega veliko večja kavitacijska ogroženost turbine. Da bi se vsemu temu izognili, bi morali turbino namestiti pod nivo spodnje vode, zato bi morali spremeniti celotno gradbeno zasnovo strojnične zgradbe. Kot najugodnejša je bila odobrena rešitev, da se stari in dotrajani agregati nadomestijo z dvema novima vertikalnima agregatoma s Kaplanovo turbino, ki bi bila vgrajena ob desni brežini.

Splavnica tako ni bila več potrebna, saj je splavarstvo z izgradnjo preostalih elektrarn na Dravi zamrlo. Leta 1987 se je pričela obnova HE Fala. Obsegala je vgradnjo že omenjenih dveh novih agregatov po 20 MW, zamenjavo zapornic v pretočnih poljih, energetskih transformatorjev, naprav lastne porabe 0,4 kV in prav tako vodenje in nadzor elektrarne.

Večja gradbena sanacijska dela niso bila potrebna, saj je objekt po temeljiti sanaciji leta 1967, ko so bili z injektiranjem učvrščeni temelji, še vedno v zelo dobrem stanju. Vsa naštetja dela so bila končana do sredine leta 1991, ko sta nova agregata pričela obratovati.

Z zaključkom obnovitvenih del se je iztekel tudi čas obratovanja starih agregatov, ki so se za vedno ustavili, še danes pa predstavljajo veliko vrednost kot del bogate tehniške dediščine prve slovenske hidroelektrarne na Dravi.

Po dokumentaciji Dravskih elektrarn Maribor povzel Dragan Grgič

## Občni zbor SDFT na HE Fala

V petek, 8. maja, smo po vodenem ogledu stare strojnice HE Fala in zelo nazornem filmskem prikazu značilnosti celotne verige dravskih elektrarn na slovenski strani izpeljali občni zbor članov Slovenskega društva za fluidno tehniko.

Hidroelektrarne so prava stičišča ši-rokega področja tehničnih ved, pri katerih je fluidna tehnika v funkciji tako v strojnem kot v procesu elektrosegmentu »od kapljice vode do svetlobe žarnice«.

S hidroelektrarno Fala nas je temeljito seznanil g. Vojislav Vujanović, ki je celotno delovno kariero ustvarjal na dravskih elektrarnah, med drugim je vodil HE Ožbalt, v prvi polovici 90. let pa je aktivno urejal tehnični muzej HE Fala. Gospodu Vujanoviću in podjetju ELDOM Maribor – upravitelju muzeja – se iskreno zahvaljujemo za kakovostno vodenje in dobro organizacijo.

Vsekakor je pomemben dogovor udeležencev občnega zbora SDFT, da letos 17. septembra med tradicionalno strokovno konferenco FLUIDNA TEHNIKA 2009 v Mariboru razrešimo sedanje vodstvo SDFT in izpeljemo volitve novega.

Predlog IO SDFT je, da društvo v naslednjem obdobju vodi kolega Kristian Les (HAWE, d. o. o.).

*Dragan Grgič  
Slovensko društvo za fluidno  
tehniko*



## Bosch Rexroth Filtration System

Bosch Rexroth je lani prevzel podjetje K. & H. Eppensteiner, ki razvija in proizvaja industrijske filtre, in ustanovil novo podjetje Bosch Rexroth Filtration Systems – PRFS, ki ima 260 zaposlenih in 28 milijonov evrov prometa.

akumulatorjev pod blagovno znamko EPE®. Njihovi izdelki se uporabljajo v vseh vejah industrije na svetu. Naloga Rexroth Filtration Systems GmbH je uveljaviti ime Rexrotha tudi na tržišču dodatkov za hidravlično opremo.

Podjetje La & Co, ki ima bogate iz-

račevalni, sesalni, visokotlačni in tokovni filtri kakor tudi posebne izvedbe in naprave za ugotavljanje čistoče olj.

Vse dodatne informacije in kataloge kakor tudi preračune filtrov ter strokovna literatura so na spletni strani:



PRFS nadaljuje proizvodni program enega največjih proizvajalcev hidravličnih filtrov in hidravličnih

kušnje na področju hidravlike, bo zastopalo in tržišilo tudi ta del Rexrothovega programa. To so različni odz-

<http://www.eppensteiner.de/Deutsch/download/download.htm>

[www.la-co.si](http://www.la-co.si)

## ISL PRONTO – z enim klikom do spletnih obiskovalcev

ISL Pronto je učinkovito orodje za spletno komunikacijo, ki uporabniku omogoča, da pride v stik s svojimi obiskovalci spletne strani, medtem ko jo ti pregledujejo. Svetovalci ali prodajniki tako lahko hitro odgovorijo na vsa prodajna vprašanja ali rešijo morebitne težave strank. ISL Pronto poleg enostavnega spletnega pisnega pogovora omogoča tudi multimedijško sodelovanje s prenosom zvoka in slike med stranko in svetovalcem ter delitev računalniškega namizja. To pripomore k bogatejši in bolj zanimivi predstavitvi izdelka ali hitrejši in učinkovitejši rešitvi težave.



izboljša delo podjetja s strankami na spletu. Svetovalci lahko istočasno govorijo z več obiskovalci in oblikujejo samodejne pogoste odgovore, kar – v primerjavi z običajno telefonsko prodajo in podporo – omogoča hitrejšo in učinkovitejšo delo. Vsak pogovor s stranko je vir informacij o strankinih željah, predlogih, težavah. Funkcija, ki omogoča prepis pogovora, lahko podjetju pomaga pri izboljševanju storitve oziroma izdelkov.

ISL Pronto je brezplačen za lastnike licence ISL Online ali uporabnike z aktivnim brezplačnim začasnim poskusnim računom. ISL Pronto je mlajši brat v svetu že močno uveljavljenega izdelka ISL Light (programsko orodje za podporo na daljavo), ki

ga danes uporablja več tisoč podjetij z različnih področij po vsem svetu. Podjetje XLAB je naredilo korak naprej od svojih tekmecev in trgu ponudilo paket vse v enem, ki združuje štiri njihove izdelke. Za eno ceno prejme uporabnik poleg ISL Light in ISL Pronto še ISL AlwaysOn (dostop do oddaljenega računalnika) in ISL Groop (spletni sestanki). Celovita storitev, združena v enem paketu, omogoča uporabnikom še bolj kakovostno spletno podporo strank.

Več o licenčnem modelu podjetja XLAB, d. o. o., ki je pridružen član Tehnološkega parka Ljubljana, lahko preberete na njihovi strani [www.islonline.com](http://www.islonline.com), kjer lahko prav tako pričnete s 15-dnevnim brezplačnim preskusom vseh izdelkov ISL Online.

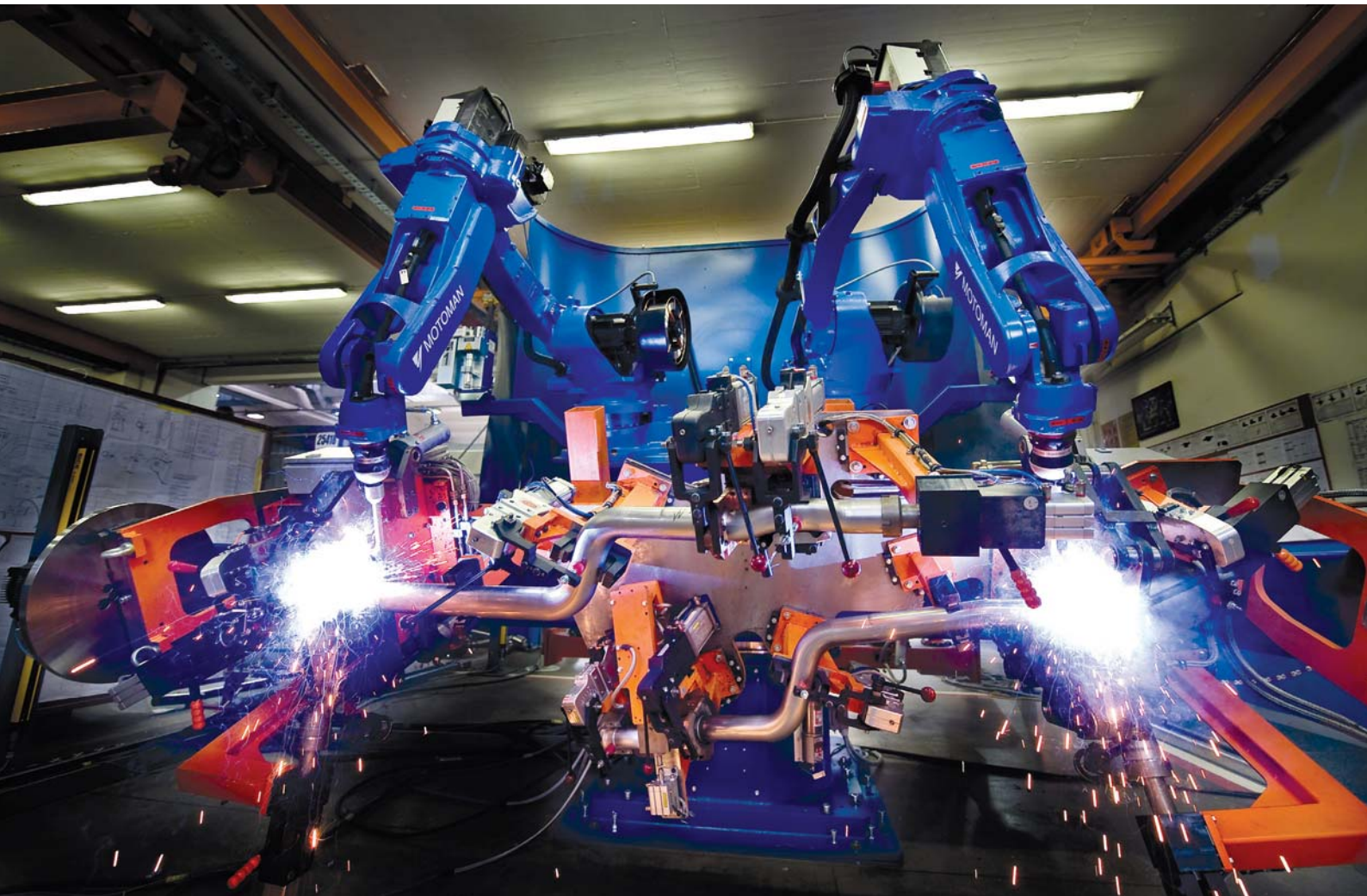
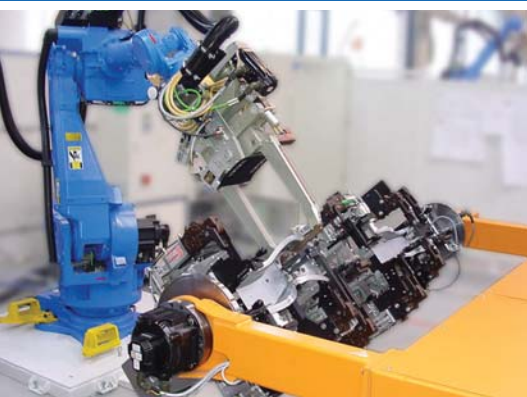
Več informacij: *Barbara Viškovič*, e-pošta: [barbara.viskovic@xlab.si](mailto:barbara.viskovic@xlab.si), spletna stran: [www.xlab.si](http://www.xlab.si)

[www.tp-lj.si](http://www.tp-lj.si)

Orodje ISL Pronto hkrati odlikujejo enostavna uporaba, bogat nabor funkcij in visoka varnost pogovorov. Program je oblikovan tako, da olajša in



# Izboljšajte produktivnost. Avtomatsko.



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

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

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



**MOTOMAN**

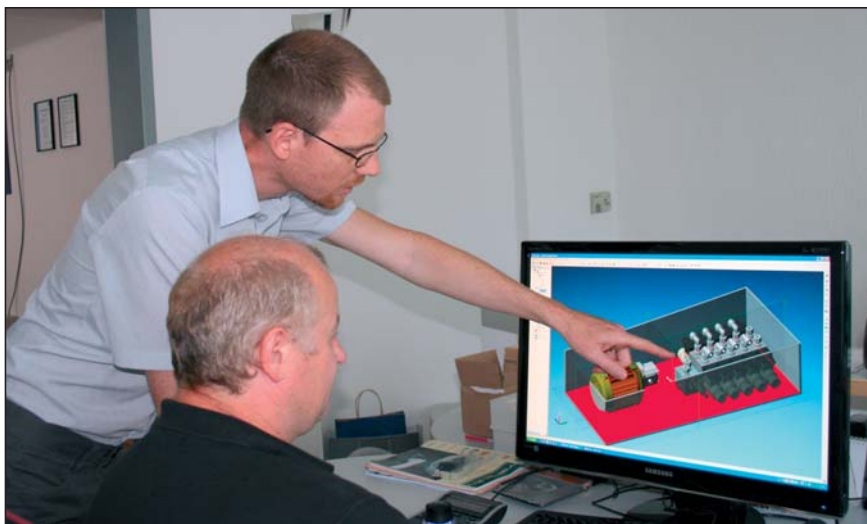
Motoman Slovenija, Lepovče 23, 1310 Ribnica  
T: + 386 (0)1 83 72 410, E: [info@motoman.si](mailto:info@motoman.si)  
[www.motoman.eu](http://www.motoman.eu)



# HAWE – »Rešitve za svet pod pritiskom«

»Rešitve za svet pod pritiskom« je geslo podjetja in blagovne znamke HAWE, pa kakorkoli pač želimo razumeti to sporočilo – naj gre za visoke obratovalne tlake ali pa za različne drugačne pritiske na tržišču in v branži. Blagovna znamka HAWE je namreč znana po tem, da večino svojih komponent izdeluje iz jekla, kar omogoča kompaktno izvedbo komponent ob visokih tlakih. Po drugi strani pa zaradi tega dominira na področjih, kjer te lastnosti še kako pridejo do veljave.

O podjetju, proizvodnem programu, viziji in vpetosti v slovenski in svetovni prostor smo se pogovarjali z direktorjem podjetja HAWE Hidravlika, d. o. o., gospodom Kristianom Lesom.



HAWE Hidravlika, d. o. o. – projektiranje hidravličnih sistemov s pomočjo sodobne 3D programske opreme

**Ventil:** Spoštovani gospod Kristian Les, podjetje HAWE Hidravlika, d. o. o., in s tem blagovna znamka HAWE sta v tej obliki že skoraj pet let prisotna v Sloveniji na področju hidravlične pogonske in krmilne tehnike. Prosimo vas, da nam na kratko predstavite matično podjetje in vaše podjetje v Sloveniji.

**Kristian Les:** Prvi začetki dejavnosti matičnega podjetja HAWE v Nemčiji segajo v daljno leto 1949, ko sta inženir Karl Heilmeyer in trgovec Wilhelm Weinlein ustanovila podjetje Heilmeyer und Weinlein, Fabrik für Oelhydraulik GmbH & Co. KG. Pri tem ju je vodila osnovna ideja, da je

za vsako aplikacijo in za vsak problem potrebno narediti hidravlični sistem po meri, kot material pa uporabiti jeklo. S pionirskim duhom, inovativnimi idejami in predvsem vrhunsko kvaliteto proizvodov je mlado podjetje hitro osvojilo trg in našlo zveste kupce.

Od takrat je preteklo že 60 let. Malo podjetje je medtem zrastle v enega izmed vodilnih proizvajalcev hidravličnih komponent, ki je bolj poznan pod imenom HAWE Hydraulik in ima več kot 2000 zaposlenih v Nemčiji in tujini. Sedež podjetja HAWE Hydraulik SE je v Münchnu. Široko razširjena distribucijska mreža

trenutno zajema 6 proizvodnih mest v Nemčiji in hčerinska podjetja na Kitajskem, Finskem, v Franciji, Indiji, Italiji, Koreji, Avstriji, Švici, Španiji, ZDA, Japonski, Avstraliji in zadnjih pet let tudi v Sloveniji. Poleg tega sodeluje HAWE Hydraulik z več kot 30 neodvisnimi podjetji, ki zastopajo HAWE po vsem svetu.

V teku časa je HAWE doživljal velike spremembe, vendar pa smo ostali zvesti vrednotam, ki so bile postavljene že ob ustanovitvi podjetja. Še vedno smo privatno družinsko podjetje – trenutno že v tretji generaciji. Kljub vsem tehničnim pripomočkom imajo naši zaposleni še vedno odločilno besedo, kajti oni razvijajo naše proizvode in prenašajo svoje neprecenljivo znanje na mlajše sodelavce. Ne nazadnje so oni tisti, ki vsak končani proizvod še enkrat preverijo z večjo pazljivostjo, kot to lahko naredi katerakoli naprava. Lahko se pohvalimo, da je celotna naša proizvodnja v Nemčiji in da izdelamo vse ključne sestavne dele sami, kar je izredna redkost v tej industriji. Selitev proizvodnje v dežele tretjega sveta samo zaradi povečanja dobička je za lastnika podjetja HAWE nesprejemljiva.

**Ventil:** Že pet let vodite hčerinsko podjetje HAWE Hidravlika, d. o. o., v Sloveniji, vendar na področju niste novi oz. začetnik.

**Kristian Les:** HAWE Hidravlika, d. o. o., je bila do lani najmlajše hčersko podjetje v družini HAWE. Ustanovljena je bila ob koncu leta 2004 z namenom distribucije izdelkov in tehnične podpore kupcem na področju Slovenije, Hrvaške, Srbije, Črne gore, Bosne in Hercegovine ter Makedonije. S tehnično usposobljenim kadrom, lastno proizvodnjo hidravličnih sistemov in s svojim prodajnim mestom v Novem Sadu (Srbija) nudimo svetovanje, strokovno podporo in dobavljamo kompleksne hidravlične sisteme. Nudimo tudi širok spekter storitev s področja servisa, vzdrževanja, montaže in zagona hidravličnih sistemov. Smo eno redkih podjetji v Sloveniji, ki je opremljeno z instrumenti, kot so na primer laserski števec delcev za merjenje onesnaženosti hidravličnih olj s trdimi delci po standardu ISO 4406. Naša servisna oprema pa poleg instrumentov za diagnosticiranje onesnaženosti olja premore tudi napravo za vakuumsko destilacijo vode iz hidravličnih in mazalnih olj.

Je pa res, da na področju hidravlike nismo začetniki. Kar nekaj članov našega podjetja ima dolgoletne izkušnje na področju fluidne tehnike. Moj oče in njegov brat sta že pred dvajsetimi leti skupaj ustanovila podjetje, ki je tržilo hidravlične komponente. Tudi sam sem kar nekaj let delal v tem podjetju.

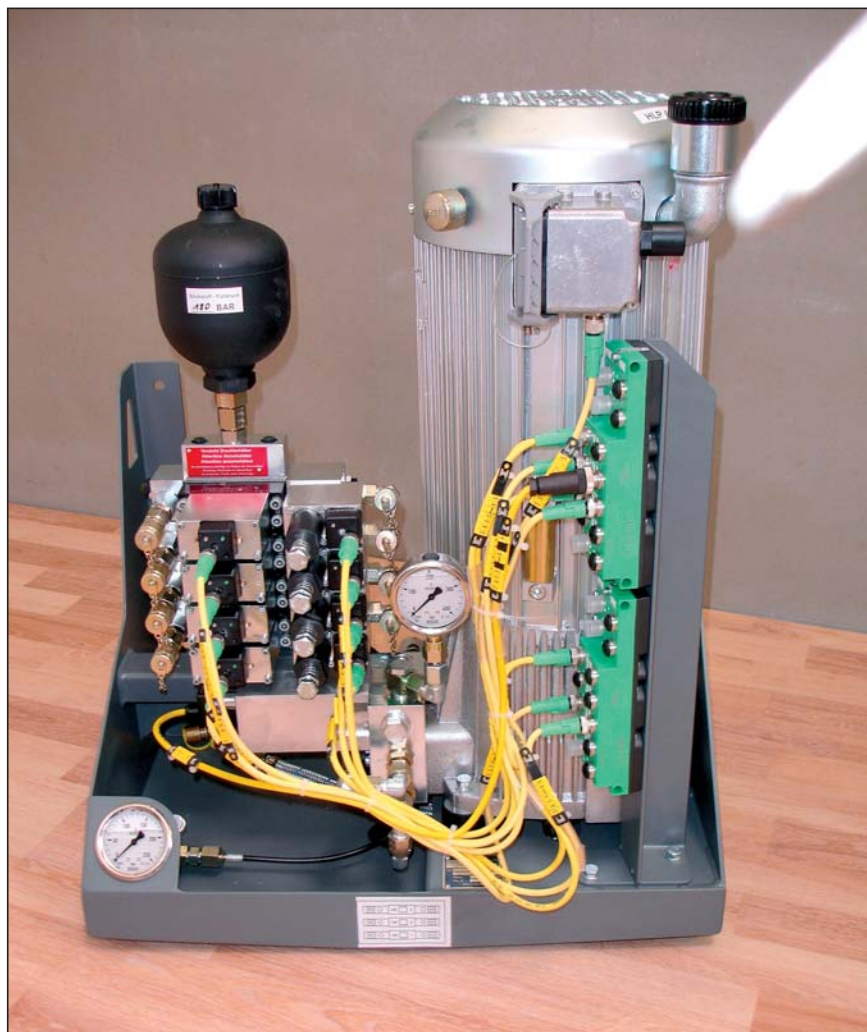
**Ventil:** Ali bi lahko v nekaj stavkih opisali osnovne značilnosti proizvodov HAWE?

**Kristian Les:** HAWE po 60 letih še vedno verjame in je zvest svojemu idejnemu konceptu: za vsako aplikacijo narediti sistem po meri in uporabiti jeklo kot osnovni gradnik. Prav ta koncept da našim komponentam značilnost, po kateri se razlikujemo od konkurence. Jeklo kot osnovni gradnik nam omogoča veliko fleksibilnost pri razvoju namenskih in posebnih rešitev. Izredne lastnosti tega materiala, kot sta žilavost in trdnost, omogočajo, da naši ventili delujejo pri izredno visokih tlakih (700 bar in več), so zelo kompaktnih mer in imajo nadpovprečno dolgo življenjsko dobo. Visoka natančnost obdelave

komponent (tu pogosto govorimo le o nekaj 100 nanometrih) zagotavlja, da so naši sedežni ventili dejansko brez puščanja in da imajo proporcionalni ventili izredno malo puščanja ter zelo natančno regulacijo. Zelo bogato razvit modularni sistem ventilov in agregatov nam omogoča, da lahko večino hidravličnih sistemov rešimo s standardnimi komponentami iz kataloga.

proizvodi so na primer polnilni in sedežni ventili, kompaktni agregati z v olju potopljenim elektromotorjem in integriranim zračnim ali vodnim hlajenjem. Po eni strani je to laskanje našim inženirjem, saj se slabi proizvodi ponavadi ne kopirajo.

**Ventil:** Konkurenca ponudnikov na področju izdelkov pogonsko-krmilne hidravlike je dokaj velika. Lahko



Kompaktni agregat HAWE

**Ventil:** Širina palete proizvodov HAWE? Katere proizvode bi izpostavili?

**Kristian Les:** HAWE pokriva skoraj celotno paleto hidravličnih proizvodov. Tako sami proizvajamo vse hidravlične komponente od črpalk, ventilov, senzorjev pa vse do krmilne PLC-elektronike. Vsekakor bi izpostavil proizvode, ki so jih naši inženirji razvili že pred leti in jih sedaj na veliko kopira konkurenca. Takšni

na kratko predstavite, na katerih področjih so vaše prednosti?

**Kristian Les:** Naša edinstvena konstrukcija ventilov nam omogoča veliko fleksibilnost pri razvoju novih specifičnih rešitev. Tako smo prisotni v tržnih nišah s specifičnimi in optimiranimi rešitvami. V teh nišah je vsak majhen kupec za nas pomemben, kar radi pokažemo. Kupci, ki nas poznajo, cenijo tudi dolgo življenjsko dobo naših komponent.



S kompaktnimi agregati in sedežnimi ventili smo zelo pomemben dobavitelj vpenjalnih agregatov. Odlično tesnjenje sedežnih ventilov in visoki delovni tlaki omogočajo našim kupcem uporabo majhnih vpenjalnih valjev in zanesljivo vpenjanje. Majhna količina olja v kompaktnem agregatu zagotavlja hitro doseganje delovne temperature hidravlične tekočine in s tem večjo natančnost obdelovalnih strojev. Ti hidravlični sistemi so energijsko zelo učinkoviti, še posebej če vgradimo tudi 8-wattne hidravlične elektromagnetne ventile.

Pri mobilni hidravliki je naša velika prednost proporcionalni ventil PSL s funkcijo „load sensing“. Zaradi izjemno natančne regulacije tudi majhnih pretokov jih uporabljajo skoraj vsi proizvajalci črpalk za beton. To je izredno pomembna lastnost pri tej aplikaciji, saj v neposredni bližini žerjava črpalke stojijo delavci, ki usmerjajo curek betona iz gumijaste cevi. Vsak nekontroliran gib te cevi lahko poškoduje delavca ali ga celo pahne v globino. Tako imamo v tem sektorju kar 80-odstotni tržni delež.

**Ventil:** Razen izdelkov svojega proizvodnega programa imate kot HAWE Hidravlika, d. o. o., v svoji ponudbi tudi izdelke drugih proizvajalcev.

**Kristian Les:** Res je. Naš program (znamka HAWE) dopolnjujemo še

z izdelki drugih proizvajalcev, npr. ATOS-a, ki je znan po odlični proporcionalni tehniki, CETOP-a, znanega po ventilih in hidravličnih cilindrih po ISO 6020-2 standardu. S proizvodi podjetja OLEAR imamo v naši paleti produktov hidravlične akumulatorje in izmenjevalnike toplote. Pod okriljem blagovne znamke RMF Filters nudimo filtre in filtrirne sisteme nizozemskega podjetja Doedjns. Pri tem ne gre zgolj za filtre oz. vse vrste filtrov in filtrirnih sistemov, ampak dejansko za celoten menedžment ohranjanja čistosti hidravličnega fluida.

**Ventil:** Omenili ste menedžment čistosti hidravlične tekočine. Kakšne storitve ponujate svojim strankam na tem pomembnem segmentu?

**Kristian Les:** V tem segmentu ponujamo širok spekter storitev, ki se vsekakor začne z analizo trenutnega stanja hidravlične tekočine. Nudimo meritve števila trdih delcev z našim laserskim merilnikom kakor tudi celovite analize odvzetih vzorcev s pomočjo neodvisnega laboratorija na Nizozemskem. Na osnovi analiz, ki jih opravimo, stranki svetujemo, kako rešiti težavo. Naredimo tudi analizo ROI (Return on Investment) za opremo, ki jo je potrebno namestiti. Z njeno pomočjo stranki prikažemo, v kolikšnem času se jim investirani denar povrne v obliki prihrankov, npr. zaradi vgrajenega dodatnega filtrirne-

ga sistema. Na koncu se vse vedno vrte okoli denarja in vsaka investicija mora biti finančno upravičena.

Naš servis je opremljen tudi z mobilno filtrirno napravo in napravo za odstranjevanje vode iz olja s pomočjo vakuumske destilacije. S temi napravami izvajamo čiščenja hidravličnih tekočin trdih delcev, smol in drugi produktov oksidacije olja ter vode. Vse več podjetij se zaveda ključnega pomena čistosti hidravlične tekočine. Finančni prihranki se zelo hitro pokažejo. In nenazadnje je hvaležno tudi okolje, kar je še najpomembnejše.

**Ventil:** Razen proizvodnje komponent ponujate tudi celostne rešitve in prodirate na manj značilna področja, npr. vetrnice – tržne niše, nekласične rešitve in področja.

**Kristian Les:** Tržne niše so pomemben ciljni trg podjetja HAWE zaradi šibke oz. neobstoječe konkurence. Pogosto se zgodi, da nek nišni trg kar na enkrat postane tako rekoč »main stream«, kot se je na primer zgodilo z vetrnicami (vetrnimi elektrarnami). S tem vstopajo v te nekdanje tržne niše tudi največji svetovni koncerni, saj so postali ti trgi finančno zanimivi. Z njihovo močjo in pogosto cenejšo proizvodnjo v tretjem svetu so zelo resen in močen konkurent.

Celoten koncept hidravlike HAWE je idealen za aplikacije v sektorju obnovljivih energijskih virov. Lastnosti, kot so kompaktnost, energijska učinkovitost in dolga življenjska doba, so ključne lastnosti hidravličnih sistemov v tej industriji. HAWE je eden vodilnih ponudnikov v tem sektorju – tako pri vetrnicah, sončnih elektrarnah in na področju geotermične energije.

Enkrat letno imamo vsi direktorji matičnega podjetja in hčerinskih družb tedensko srečanje, kjer poleg drugih aktivnosti izvajamo skupinski »brain storming« o takšnih in podobnih temah. Vsaka ideja se zabeleži, ne glede kako nenavadna ali celo nora se zdi na prvi pogled. Včasih se zgodi, da kakšna od idej čez nekaj let postane zanimiva in rodi se nov izdelek ali aplikacija hidravličnega



Hannover 2009 – Obiskovalci na razstavnem prostoru HAWE

sistema na čisto novem in celo nena-  
vadnem področju, kot na primer pri  
avtomatu za kavo.

**Ventil:** *HAWE je prikazal številne no-  
vosti tudi na letošnjem industrijskem  
sejmu v Hannoveru. Ali bi lahko našim  
bralcem omenili nekaj najpomemb-  
nejših novosti na tržišču?*

**Kristian Les:** Zaradi hude gospodar-  
ske krize v svetu je bil letošnji sejem  
v Hannoveru še toliko pomembnejši.  
Večina podjetij je svoje proračune za  
sejme zmanjševala ali celo odpove-  
dala sodelovanje na sejmski prire-  
ditvi, mi pa smo storili ravno obratno  
– proračun za sejem smo povečali.  
Predstavili smo ogromno novosti, od  
katerih bi še posebej rad izpostavil  
novo serijo kompaktnih agregatov KA  
4. V bistvu gre za »večjega bratca«  
agregata KA 2. Z njim pokrijemo vse  
do 5 kW moči elektromotorja. Prvi v  
svetu smo predstavili tudi trovejni re-  
gulator tlaka brez lekaže, ki nastane  
zaradi hidravličnega krmiljenja ventila.  
Poleg zgoraj omenjenih novosti pa je  
pomembna tudi integracija CAN-BUS-  
a s proporcionalnimi ventili PSL.

**Ventil:** *Tudi doma, v Petrovčah, sami  
razvijate določene vrste izdelkov. Ka-  
tere?*

**Kristian Les:** Redno projektiramo  
namenske hidravlične bloke. Trenu-  
tno pa razvijamo tudi novost na po-  
dročju sensorike in meritev, vendar  
je projekt še v fazi prototipa in je še  
prekmalu, da bi konkretno govoril  
o njem.

**Ventil:** *Veliko vlagate tudi v promoci-  
jo blagovne znamke in izdelkov. Kje  
vse ste prisotni?*



*HAWE hidravlika, d. o. o. – utrinek iz servisno-montažne delavnice*

**Kristian Les:** Smo redni razstavljalci  
na sejmu Terotech v Celju. Prav tako  
redno sodelujemo tudi na konferen-  
ci Fluidna tehnika v Mariboru, ki je  
za nas vsekakor najpomembnejša  
prireditel s tega področja v Slove-  
niji. Občasno razstavljamo tudi na  
Srečanju vzdrževalcev na Rogli in  
Beograjskem sejmu tehnike. In seve-  
da redno oglašujemo v vaši reviji.

**Ventil:** *Razvojna vizija?*

**Kristian Les:** Zavedamo se, da zgolj  
ponudba komponent in inženiringa  
nista več dovolj. Zato si ves čas pri-  
zadevamo za izpolnjevanje vedno  
kompleksnejših potreb naših kupcev.  
Tako našim kupcem poleg že prej  
naštetih storitev nudimo tudi mon-  
tažo in zagon hidravličnih sistemov  
ter strokovna izobraževanja njihovih  
projektantov in vzdrževalcev. Kupci  
pričakujejo vse večjo integracijo  
dobaviteljev v njihovem razvoju

končnega proizvoda in tudi v do-  
bavni verigi. Po drugi strani zahte-  
vajo tudi tesnejšo obratno povezavo.  
Tako posegajo v naš sistem kakovosti  
in vodenja razvoja in projektov s  
postavljanjem pravil, struktur in po-  
gojev. Vsekakor je to velik izziv za  
prihodnost, saj ne govorimo več le o  
prodaji, kajti vključena sta tudi servis  
in poprodajna podpora.

*Gospod Kristian Les, v imenu bralcev  
revije Ventil se vam najlepše zahvalju-  
jemo za pogovor in vam želimo veliko  
poslovnih uspehov.*

*Dr. Darko Lovrec  
UM, Fakulteta za strojništvo*

**HAWE**  
HYDRAULIK

**SDT**

**IRT** 3000  
inovacijerazvojtehnologije  
www.irt3000.si

**strojnistvo.com**  
križišče strojnikov



# Okolju prilagojena maziva

Boris KRŽAN, Jože VIŽINTIN

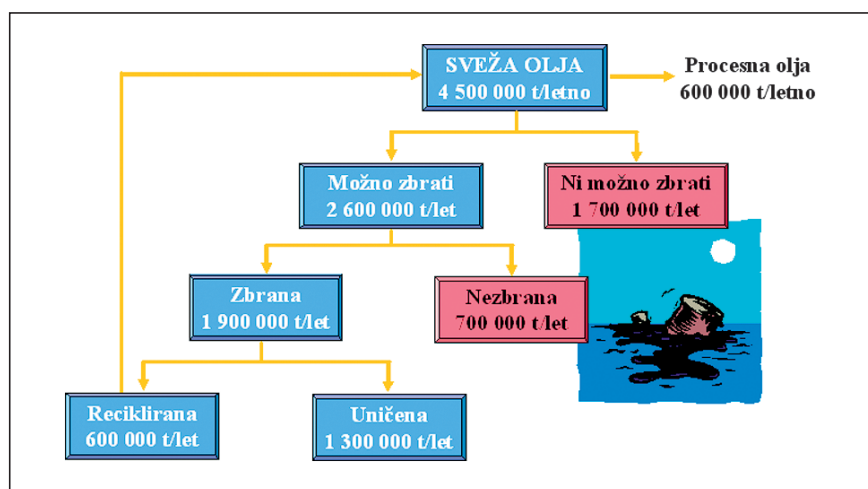
**Izveček:** Na tržišču maziv prevladujejo maziva fosilnega izvora, vendar bodo zaradi nevarnosti, ki jo predstavljajo za okolje, imela v okolju prilagojenih mazivih vedno hujšega tekmeča. Ocenjujemo, da najmanj 40 % odpadnih maziv nenadzorovano konča v okolju. Določenih količin sploh ni mogoče zbrati, del pa jih konča v okolju zaradi naključnega ali pa tudi namernega izlivanja. Na srečo današnja okolju prilagojena maziva ustrezajo tako tehničnim kot okoljskim zahtevam. Uporaba biološko razgradljivih maziv je še posebno pomembna v kmetijstvu, gozdarstvu in gradbeništvu, saj so stroji in naprave v neposrednem kontaktu z zemljo, vodo in rastlinami.

**Ključne besede:** okolju prilagojena maziva, biološka razgradljivost, odpadna olja, toksičnost,

## 1 Uvod

Povpraševanje po mazivih v državah EU 15 je v letu 1997 znašalo 4,900.000 ton [3]. Ta količina se za najrazvitejše evropske države praktično ne spreminja in zato jo tudi po dobrem desetletju lahko privzamemo. Skoraj pet milijonov ton maziv bi bilo potrebno po uporabi zbrati in na ustrezen način predelati oziroma kontrolirano uničiti, saj v nasprotnem primeru odpadna olja predstavljajo veliko nevarnost za okolje. Večina maziv je namreč fosilnega izvora in so v naravnem okolju težko razgradljiva in toksična. V različnih državah je že sprejeta množica zakonskih aktov, smernic in odredb o ravnanju s svežimi in odpadnimi olji, vedno več pa je tudi zahtev za uporabo ekološko manj nevarnih maziv, t. i. okolju prilagojenih maziv. Slednja se na tržišču vse bolj uveljavljajo, vendar zaenkrat dosegajo le nekaj odstotkov letne porabe. Slika 1 shematsko prikazuje gospodarjenje z odpadnimi mazivi znotraj EU 15 in je izdelana na podlagi podatkov, objavljenih v poročilu Evropske organizacije za zdravje, okolje in varnost CONCAWE [3, 4, 5].

Boris Kržan, univ. dipl. inž., prof.  
dr. Jože Vižintin, univ. dipl. inž.,  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta  
za strojništvo



Slika 1. Gospodarjenje z odpadnimi mazivi v EU 15

S slike 1 je razvidno, da se v EU 15 organizirano zbere približno 40 % odpadnih maziv, od katerih se del rafinira in pripravi za ponovno uporabo, večji del pa kontrolirano uniči v posebnih sežigalnicah. Približno 15 % maziv zbiranje ne zajame in 700 tisoč ton se nelegalno sežge ali pa enostavno izlije v okolje. V okolju se znajde tudi velik del maziv, ki jih zaradi same izvedbe mazalnega sistema ni mogoče zbrati (mazanje verig gozdarskih žag itd.), na kar odpade približno 35 % letne porabe maziv. Pri sistemih mazanja s popolnimi izgubami je že zaradi zasnove mazalnega sistema predvideno, da mazivo po uporabi izteče neposredno v okolico. Upoštevati je potrebno še nenamerno izlito olje zaradi raznih nesreč, izgube olja zaradi puščanja hidravličnih sistemov,

izhlapevanja itd. Zanimariti ne smemo niti ostankov olja v 90 milijonih posod za dobavo svežega olja in 20 milijonov zamenjanih oljnih filtrov, od katerih jih mnogo konča na za to neustreznih odlagališčih.

Vsi zgoraj navedeni podatki veljajo za Evropsko unijo, kjer se gospodarjenju z rabljenimi mazivi posveča precej pozornosti. Nenazadnje, tako natančnih podatkov, na osnovi katerih je izdelana slika 1, za ostale države niti ni mogoče dobiti. Državam EU 15 lahko postavimo ob bok samo še nekaj ostalih industrijsko najrazvitejših držav, stanje v preostanku sveta pa je veliko bolj kritično. Delež zbranih in kontrolirano uničenih maziv je veliko manjši, večja pa je količina maziv, za katera ni ustreznih podat-

kov, kje so končala. Če pomislimo, da lahko malomarno odvržena maziva onesnažijo vodna zajetja za več sto let, potem je jasno, da je zakonska ureditev gospodarjenja s svežimi in odpadnimi mazivi nujna. Po eni strani je potrebno izboljšati sistem zbiranja odpadnih olj, na drugi strani pa izkoristiti možnost, ki jo ponujajo okolju prilagojena maziva. Slednja so v nadaljevanju prispevka predstavljena bolj podrobno.

## ■ 2 Kriteriji za okolju prilagojena maziva

Kriterijev za razvrščanje maziv med okolju prilagojena je več. Najpomembnejše zahteve so: biološka razgradljivost, toksičnost v vodi, določitev vpliva maziva na vodo in odstotek iz obnovljivih virov pridelanih surovin v končnem produktu.

### 2.1 Biološka razgradljivost

Biološko razgradljivost lahko opredelimo kot sposobnost razgradnje organskih snovi s pomočjo mikroorganizmov. Osnovni pogoji za začetek procesa biološke razgradljivosti snovi so:

- zadostna populacija mikroorganizmov,
- prisotnost zraka (kisika) – mikroorganizmi ob uporabi kisika mineralizirajo organske snovi,
- temperatura – mikroorganizmi so najbolj aktivni pri temperaturi olja med 10 in 30 °C,
- viskoznost – nizkoviskozna olja se hitreje razgradijo,
- sončna svetloba – svetloba vpliva na razgradljivost s fotooksidacijo in fotosintezo,
- pH-vrednost tal – populacija različnih mikroorganizmov lahko preživi v širokem pH-območju, vendar je najbolj ugodno območje med 6,5 in 7,5,
- mineralne soli in dostopnost dušika,
- topljivost in mešljivost z vodo – biološka razgradljivost temelji na razgradnji snovi z mikroorganizmi v aerobnih pogojih v vodnem mediju.

Razgradnja se prične z zaporedjem biološko-kemičnih procesov v za to

primernih razmerah. Da mikroorganizmi lahko izkoristijo organsko snov kot izvor energije in ogljika, jo je potrebno najprej razcepiti na spojine z enostavnimi kemijskimi vezmi, ki lahko kasneje preidejo v metabolizem mikroorganizmov.

S preskusnimi metodami biološke razgradnje dobimo podatke o poteku razgradnje maziva ter tako predvidimo, kako se bo mazivo razgradilo v naravi. Različne preskusne metode za določanje biološke razgradnje navajajo OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), CEC (Coordination European council for the Development of Performance Tests for Lubricants and end Engine Fuels) in DIN (Deutsches Institut für Normung).

Po OECD sta najpomembnejši vrsti biološke razgradnje naslednji [12,15]:

- *primarna biološka razgradnja* (Primary Biodegradation, Primärabbau), snov A → B  
Sprememba v strukturi organske snovi zaradi biokemijskih razgradnih procesov, ki povzročijo izgubo prvotnih lastnosti snovi.
- *končna biološka razgradnja* (Ultimate Biodegradability, Endabbau), snov A → B → ... → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O (+ biomasa)  
Pretvorba organske snovi z mikroorganizmi v mineralne produkte, kot so CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O in anorganske soli ob istočasnem povečanju biomase.

Preskuse za ugotavljanje biološke razgradljivosti delimo na kontinuirane in nekontinuirane. Pri nekontinuiranih preskusnih metodah primerjamo potek razgradnje preskusnega vzorca s potekom razgradnje referenčne snovi v enakem testnem sistemu. Preskusi ne simulirajo nobenega konkretnega stanja v okolju, poznano pa je, da so pogoji pri teh testih strožji kot v naravi. Najbolj znana testna metoda iz te skupine ima oznako CEC L-33-A93. V prvotni obliki CEC L-33-T82 je bila razvita

za določanje biološke razgradljivosti maziv za izvenkrmne dvotaktne motorje vodnih plovil. Slabost metode CEC je nezmožnost natančne razmejitve med primarno in končno biološko razgradnjo, vendar menimo, da je rezultat, ki presega 80 %, jamstvo za zadovoljivo končno biološko razgradnjo. Hkrati pa je potrebno povedati, da se metoda CEC L-33-A93 v praksi najpogosteje uporablja. V skupino nekontinuiranih preskusnih metod sodijo tudi metode z oznakami OECD 301 A do F. V praksi sta uveljavljeni predvsem metodi OECD 301 B (modificirani Sturm test) in OECD 301 F (respiratorni test). Čas preskusa po metodi CEC je 21 dni, po metodah OECD pa 28 dni.

S kontinuiranimi preskusnimi metodami simuliramo biološko razgradnjo v določenem okolju, npr. v biološki čistilni napravi. Preskusna metoda, značilna za to skupino, nosi oznako OECD 303 A, z njo pa določimo končno biološko razgradljivost organske snovi.

Razgradljivost okolju prilagojenih maziv mora presegati:

- ⇒ 60 % po metodah OECD 301 B, C in D,
- ⇒ 70 % po metodah OECD 301 A in E,
- ⇒ 80 % po metodi CEC L-33-T93.

### 2.2 Toksičnost v vodi

Poleg biološke razgradljivosti je pomembna tudi toksičnost maziva, ki se nanaša na zaščito živih organizmov. Ekološko prilagojena maziva ne smejo dražiti in iritirati kože. Preskusi toksičnosti so namenjeni določanju vpliva maziv na žive organizme, od bakterij in alg pa do rib. Težave pri vrednotenju testov izhajajo iz dejstva, da enaka koncentracija strupenih snovi različno vpliva na žive organizme v različnih okoljih, po drugi strani pa tudi opazovanje samo ene vrste organizma ne odraža realne situacije. Preskusne metode za določanje toksičnosti maziv so OECD 201 do 204 in OECD 209 do 210. V uporabi so tudi nemški standardi DIN 38 412-8, 38 412-9, 38 411-12 in 38 412-15.



## 2.3 Vpliv maziv na vodo

Zajetja sladke vode obsegajo le okoli 2,5 % celotne razpoložljive količine voda na zemlji. Z današnjo tehnologijo smo za pridobivanje pitne vode sposobni izkoriščati le 0,27 % virov razpoložljive vode in mnogi razglašajo vodo za strateško surovino stoletja [9]. Zaščita vodnih virov pred onesnaženjem z mazivi je zelo pomembna, saj lahko samo en liter mazalnega olja onesnaži milijon litrov vode [10].

V Nemčiji so v okviru zakona o gospodarjenju z vodami uvedli postopek razvrščanja kemičnih snovi v razrede WGK (Wassergefährdungsklasse), ki označujejo stopnjo potencialne nevarnosti za onesnaženje vode. Klasifikacija se je v Nemčiji dobro uveljavila, zaradi zapletenega postopka razvrščanja snovi v razrede pa se ni razširila na ostale države. Pomen oznak, ki so veljavne od 1. 6. 1999 [8,14]:

NWH – ne ogroža vode,  
WGK 1 – nizka ogroženost vode,  
WGK 2 – ogroženost voda,  
WGK 3 – visoka ogroženost voda.

Okolju prilagojena maziva morajo biti razvrščena v razred NWH ali vsaj v WGK 1.

## 2.4 Surovine iz obnovljivih virov

Čedalje bolj pogosta zahteva za uvrstitev med okolju prilagojena maziva je čim višji odstotek surovin iz obnovljivih virov. Najpomembnejši evropski nacionalni programi za pospeševanje pridelave in predelave surovin iz obnovljivih naravnih virov v industrijske namene so: FNR (*Fachagentur Nachhaltigende Rohstoffe*) v Nemčiji, AGRICE (*Agriculture pour la Chimie et L'Energie*) v Franciji in AIACE (*Agricoltura Innovativa per L'Ambiente, la Chimica e L'Energia*) v Italiji [16, 17]. V okviru EU sestavljajo združenje za promocijo surovin iz naravnih virov ERRMA (European Renewable Raw Materials Association) [18]. Prav tako pod okriljem EU poteka program IENICA (*Interactive European Network for Industrial*

*Crops*), v okviru katerega se ustvarja informacijska baza podatkov za surovine iz obnovljivih naravnih virov [19]. Subvencije za izkoriščanje surovin iz obnovljivih naravnih virov v industrijske namene so bile leta 2002 uvedene tudi v ZDA, kjer se izvaja obsežen program *Farm Bill* [20].

## 2.5 Označevanje ekološko primernih maziv

Označevanje okolju prilagojenih proizvodov so uvedli v mnogih najrazvitejših državah. Če izdelek ustreza postavljenim kriterijem, lahko na svoji embalaži nosi oznako, ki kupce opozarja na ekološko prilagojenost proizvoda. V Nemčiji se oznaka imenuje *Blauer Engel*, v Avstriji uporabljajo znak umetnika *Hundertwasserja*, skandinavske države *White Swan*, Kanada *Maple Leaf*, Japonska znak *JEA*, kjer roki objemata globus itd. (slika 2). Kriteriji za podelitev posameznih znakov med sabo niso usklajeni, zato se pospešeno uvaja enotni znak držav Evropske unije – *Euro Marguerite*.

## 3 Okolju prilagojena maziva

Podobno kot ostala mazalna olja so tudi okolju prilagojena olja sestavljena iz baznega olja in aditivov. Pri masti sodi med osnovne komponente še zgoščevalac, ki mora biti pri biološko razgradljivih masteh nevtralen do okolice. Biološka razgradljivost maziv je pogojena predvsem z baznim oljem, aditivi pa povzročajo zlasti toksičnost. Okolju prilagojena maziva delimo glede na vrsto baznega olja, lahko pa tudi na osnovi njihove mešljivosti z vodo.

### 3.1 Biološko razgradljiva bazna olja

Biološko razgradljiva bazna olja ne smejo vsebovati spojina žvepla in dušika in ne smejo biti toksična. Bazno olje bistveno vpliva na stopnjo biološke razgradljivosti, pa tudi na oksidacijsko stabilnost in cenovni razred maziva. Tri najbolj uveljavljene vrste biološko razgradljivih baznih olj so rastlinska olja, sintetični estri in poliglukoli.



Slika 2. Nacionalne oznake, ki kupca opozarjajo na ekološko prilagojenost proizvoda

### Preglednica 1. Glavni komponenti okolju prilagojenih mazalnih olj

Bazna olja – 80 do 98%	Aditivi – 2 do 20%
⇒ rastlinska olja	⇒ antioksidanti
⇒ sintetični estri	⇒ protiobrabni aditivi / aditivi za visoke tlake
⇒ poliglukoli	⇒ antikorozijski aditivi
⇒ (PAO 2, PAO 4)	⇒ aditivi proti penjenju

### 3.1.1 Rastlinska olja

Do začetka 20. stoletja so se kot maziva uporabljala izključno olja in masti živalskega ali rastlinskega izvora. Vzporedno s prodorom motorjev z notranjim zgorevanjem pa so prevlado na tržišču prevzela maziva fosilnega izvora, ki ob primerni ceni zagotavljajo zadovoljive mazalne lastnosti. Povečana skrb za okolje pa razkriva največjo pomanjkljivost mineralnih olj: slabo razgradljivost v naravnem okolju. Rastlinska olja jih v tej lastnosti močno prekašajo.

Za maziva se najpogosteje uporabljajo rastlinska olja na osnovi oljne ogrščice in sončnice, zunaj Evrope pa pretežno palmovo in sojino olje. Po sestavi so rastlinska olja trigliceridi, sestavljeni iz glicerola kot osnove in različnih maščobnih kislin. Razlike med olji iz posameznih rastlin se kažejo predvsem v različni sestavi maščobnih kislin, ki se med sabo ločijo po številu ogljikovih atomov in po številu dvojnih vezi v ogljikovi verigi.

Mazalne lastnosti rastlinskih olj (nizek koeficient trenja, dobra zaščita proti obrabi) so odlične, prav tako se viskoznost s spremembo temperature spremeni manj kot pri mineralnih oljih. Pomembni sta njihova visoka stopnja biološke razgradljivosti in netoksičnost in to, da so izdelana iz obnovljivih naravnih virov. V primerjavi z mineralnimi olji kažejo rastlinska olja slabšo odpornost na staranje in hidrolitično stabilnost, ožje pa je tudi temperaturno obratovalno območje, ki je omejeno med  $-20$  in  $70$  °C. Mešljivost z mineralnimi olji je dobra.

Rastlinska olja so se uveljavila predvsem za mazanje verig in vodil motornih žag, dvotaktnih bencinskih motorjev, vencev koles lokomotiv, mazanje vodnih zapornic, kot hladilno-mazalna sredstva pri obdelavi kovin in v gradbeništvu kot opažna olja.

### 3.1.2 Sintetični estri

Sintetični estri predstavljajo zelo raznoliko skupino maziv, tako po kemični sestavi kot po ceni. Nekateri

estri imajo odlično biološko razgradljivost, medtem ko drugi niso biološko razgradljivi. Proizvajajo se s sintezo maščobnih kislin in alkoholov. Maščobne kisline so običajno rastlinskega izvora, alkoholne komponente pa proizvodi petrokemične industrije. S sistematičnimi variacijami različnih maščobnih kislin in alkoholov se lahko izdelajo maziva, ki ustrezajo točno postavljenim tehničnim zahtevam. V primerjavi z rastlinskimi olji imajo sintetični estri predvsem boljšo oksidacijsko stabilnost in precej širše temperaturno območje uporabe. Za okolju prilagojena maziva so najbolj uveljavljeni diestri in poliolestri, v zadnjem času pa tudi kompleksni estri. Mešanje z mineralnimi olji bistveno ne spremeni lastnosti sintetičnih estrov, sorazmerno pa se zmanjša biološka razgradljivost. Sintetični estri zaradi postopka izdelave "kreiranje po zahtevi uporabnika" lahko pokrivajo celotno področje uporabe maziv in se odlično obnesejo tudi v najtežjih obratovalnih pogojih (maziva za prenosnike moči, motorna olja itd.). Množična uporaba je omejena z visoko ceno, ki je lahko tudi nekajkrat višja od proizvodov na mineralni osnovi. Okolju prilagojene hidravlične tekočine na osnovi sintetičnih estrov presegajo kakovost ostalih fluidov, uveljavljajo pa se v kmetijstvu, gozdarstvu in gradbeništvu na zavarovanih območjih narave.

### 3.1.3 Poliglikoli

Najbolj značilni predstavniki poliglikolov so polietilenglikoli (PEG) in polipropilenglikoli (PPG). PEG z nizkimi molekulskimi masami so dobro razgradljivi, poliglikoli z viso-

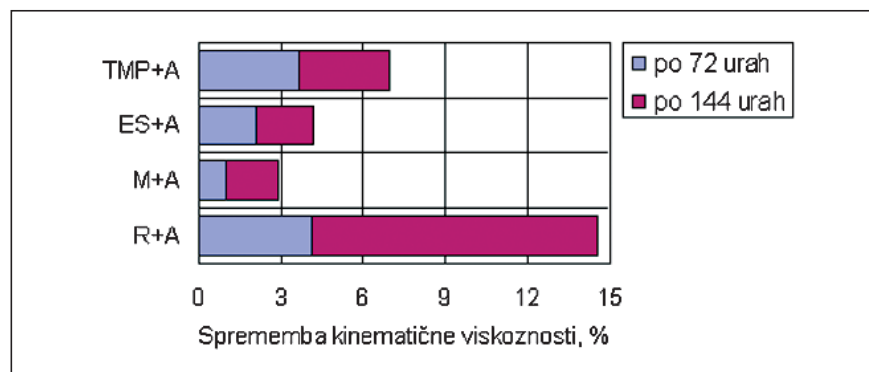
kimi molekulskimi masami in PPG pa slabše. Uporabljajo se predvsem kot hidravlične tekočine (oznaka HEPG), manj pa v druge namene. Imajo dobro strižno stabilnost, ustrezno viskoznost za uporabo v hidravliki, dobre mazalne lastnosti ter zadovoljivo odpornost na staranje. Nemešljivost poliglikolov z mineralnimi olji pomeni, da moramo pred prehodom na uporabo poliglikolov opraviti temeljito izpiranje tehničnega sistema, v katerem je bilo mineralno olje. V sistemu lahko ostane največ 1 % mineralnega olja. Pozornost je potrebno posvetiti tudi tesnilom, saj nekateri materiali niso združljivi s poliglikoli. Značilna lastnost poliglikolov je njihova topnost v vodi, zato je potrebno preprečiti dostop vode do sistema, v odprtih mazalnih sistemih pa se poliglikoli ne smejo uporabljati.

### 3.2 Aditivi za biološko razgradljiva maziva

Na začetku uvajanja okolju prilagojenih maziv so skušali uporabiti kar aditive za mineralna olja, vendar rezultati niso bili zadovoljivi. Lastnosti maziv se niso dosti izboljšale in prevladalo je spoznanje, da je potrebno razviti povsem nove aditive, ki niso toksični in ne vsebujejo halogenov in težkih kovin. Danes se dodatno zahtevata še biološka razgradljivost samih aditivov in nizka ogroženost voda (NWH ali WGK 1).

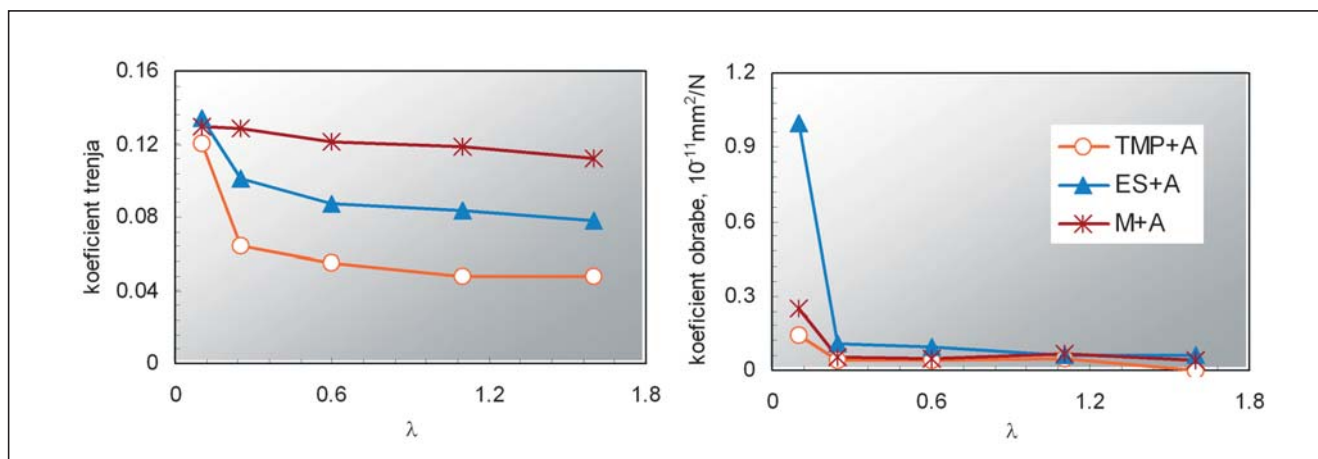
### 3.3 Primerjava lastnosti

Primerjava najpomembnejših lastnosti je prikazana na primeru formuliranih okolju prilagojenih olj gradacije ISO VG 46 na osnovi nenasičene-ga poliol oleat estra (TMP+A), olja



Slika 3. Staranje preskusnih olj pri konstantni temperaturi 95 °C





Slika 4. Tribološke lastnosti preskusnih olj

na osnovi oljne repice (R + A), nasičenega kompleksnega estra (ES + A) in mineralnega olja fosilnega izvora (M + A).

Odpornost olj na staranje je prikazana s spremembo kinematične viskoznosti po 72 in 144 urah segrevanja na konstantni temperaturi 95 °C ob prisotnosti zraka. Kinematično viskoznost olj smo določili po standardu SIST ISO 3104 pri temperaturi merjenja 40 °C.

Najpočasnejše je staranje mineralnega olja, medtem ko je olje na osnovi nasičenega estra bolj oksidacijsko obstojno kot olji na nenasičeni osnovi (slika 3). Po 72 urah je porast kinematične viskoznosti nenasičenih formulacij TMPA + A in R + A približno enak, znatna razlika pa se pokaže po 144 urah. Olju na osnovi oljne repice se je viskoznost povečala za 14 %, kar je že na sami meji spremljivosti.

Tribološke lastnosti preskusnih olj so prikazane s koeficientoma trenja in obrabe, ki sta podana v odvisnosti od koeficienta  $\lambda$ , ki je funkcija hitrosti, obremenitve, materiala in površinske hrapavosti kontaktnih površin. Preskuse na napravi "pin-on-disc" smo izvedli s preskušanci iz DIN 100Cr6 jekla in enako površinsko obdelavo, premer ploščice je bil 24 mm, premer kroglice 12,7 mm. Napravo "pin-on-disc" sestavlja sistem, v katerem sta v kontaktu mirujoča kroglica in ploščica, ki se vrti. Kroglica nalega na ploščico ekscentrično, oba elementa pa sta potopljeni v olje, ki

se preskuša. Preskusi so potekali pri sobni temperaturi, normalna sila je znašala 10 N, skupna drsna pot za vsak preskus pa 1750 m. Edina spremenljivka je bila hitrost in je znašala 4,45, 17,1, 47,3, 131,1 in 238 mm/s. Majhne vrednosti  $\lambda$  pri nizkih hitrostih so značilne za mejno področje mazanja, z naraščanjem hitrosti in s tem koeficienta  $\lambda$  pa sistem prehaja v področje hidrodinamičnega mazanja. Koeficient obrabe je definiran kot razmerje med obrabnim volumnom kroglice, izmerjenim po končanem preskusu, ter obremenitvi in potjo.

Tribološke lastnosti formulacij iz nenasičenih estrov so boljše od lastnosti formulacij nasičenih estrov in mineralnih olj. Vrednost koeficienta trenja TMP + A je bistveno nižja kot za ostali dve olji, posebno pri višjih vrednostih  $\lambda$ , ki se večja s porastom hitrosti (slika 4). Estri so zaradi svoje sestave zelo polarne molekule, ki se oprimejo kovinske površine in tvorijo nizko strižno plast, kar je posebej očitno pri višjih hitrostih medsebojnega relativnega gibanja. Tudi formulacija nasičenega estra ES + A kaže precej boljše torne lastnosti v primerjavi z mineralnim oljem M + A. Razlike v protiobrabnih lastnostih posameznih olj se kažejo predvsem v področju mejnega mazanja, ko so hitrosti majhne in se mora zaščitni mazalni film kar najhitreje formirati. Visoka reaktivnost nenasičenega estra TMP + A omogoča hitro in učinkovito protiobrabno zaščito, medtem ko se pri ostalih dveh formulacijah mazalni film podobnih lastnosti tvori pri višjih

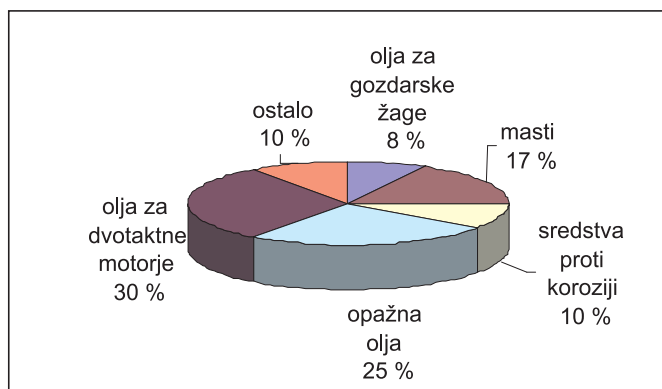
hitrostih gibanja. Za hidravlične pogoje je značilno, da obratujejo v pogojih mešanega in hidrodinamičnega mazanja, kar pomeni da koeficient presega vrednost 1.

### 3.4 Področja uporabe okolju prilagojenih maziv

Nadomeščanje mineralnih maziv z okolju prilagojenimi je smiselno na področjih, kjer odpadnih maziv po uporabi ni mogoče zbrati ali pa obstaja velika nevarnost nenamernega izlitja olja in in s tem onesnaženja okolja. Vpliv razlitega maziva je odvisen od vrste baznega olja, količine in vrste podlage. V primeru razlitja mineralnega olja po travnati površini, pride do tako imenovanega požiga nadzemeljskega zelenega dela kot tudi korenin. Razlitje okolju prilagojenega olja na enako površino pa povzroči le razbarvanje zelenega dela rastline, medtem ko korenine ostanejo nepoškodovane. Travnata ruša se v 7 do 10 dneh popolnoma obnovi in običajno ni nikakršnih trajnih posledic.

#### 3.4.1 Sistemi mazanja s popolnimi izgubami

Sistem mazanja s popolnimi izgubami lahko opredelimo kot mazanje z enkratnim prehodom čez mazalno mesto, kjer je že v zasnovi predviden stik odpadnega maziva z okoljem. Tovrstna maziva predstavljajo približno 15 % letne količine porabljenih maziv. Slika 5 prikazuje razmerje med mazivi za sisteme mazanja s popolnimi izgubami [5].



**Slika 5.** Razmerje med mazivi za sisteme s popolnimi izgubami

Pri sistemih mazanja s popolno izgubo maziva po uporabi končajo neposredno v okolju, zato vse več držav sprejema zakonske predpise, s katerimi se zahteva uporaba okolju prilagojenih maziv. Najbolj aktivne na tem področju so srednjeevropske in skandinavske države. V Sloveniji je s tega področja trenutno v veljavi samo en zakonski akt. Zakon o delu v gozdovih predpisuje uporabo okolju prilagojenih olj za mazanje verig motornih žag v območjih s prvo stopnjo poudarjenosti hidrološke funkcije in v predelih zavarovane narave [13].

Potrebno je izpostaviti izvrstne adhezijske lastnosti estrov, ki se oprimejo na površino, zato so izgube v okolico bistveno manjše kot z uporabo mineralnih olj. Kot primer: za razrez 100 m<sup>3</sup> lesa je tako potrebnih 34 litrov olja iz oljne ogrščice v primerjavi s 56 litri mineralnega olja. Tudi pri opaznih oljih je poraba 2- do 7-krat manjša, če se uporabljajo maziva na osnovi estra.

### 3.4.2 Obtočni sistemi mazanja

Pri sistemu obtočnega mazanja mazivo kroži v zaprtem mazalnem sistemu in do stika med mazivom in okoljem ne bi smelo priti. Zaradi puščanja olja in/ali zaradi raznih poškodb pa vseeno prihaja do nenamernega izlita iz sistema. Najbolj ranljivi so hidravlični sistemi vozil in mobilnih delovnih strojev, ki se uporabljajo v kmetijstvu, gozdarstvu in gradbeništvu. Če iz takega stroja izteka olje s hitrostjo ene kapljice na sekundo, izteče v okolje okoli 950 litrov olja na leto. Kapljanje iz slabo vzdrževanih vozil pa sploh

ni redek pojav. Komisija za gozdove (Forestry Commission) iz Velike Britanije ocenjuje, da v gozdovih, ki pokrivajo približno 10 % njihovega ozemlja, iz strojev in naprav dnevno izteče 340.000 litrov hidravličnih tekočin [2].

ške funkcije in v predelih zavarovane narave [13].

## 4 Sklepi

S porastom ekološke zavesti se povečuje tudi zanimanje za uporabo okolju prilagojenih maziv. Na področjih, kjer lahko zaradi onesnaženja okolja nastane nepopravljiva škoda, je kljub višji nabavni ceni potrebno pospešeno uvajati okolju prilagojena maziva. Proizvajalci okolju prilagojenih maziv so sposobni ponuditi kakovostne proizvode, ki po lastnostih ne zaostajajo

**Preglednica 2.** Glavne specifikacije in zahteve za okolju prilagojena hidravlična olja

Uradne specifikacije in standardi	Specifikacije proizvajalcev (OEM)
ISO/FDIS 15380:2001(E)	Mannesmann Rexroth RE 90221/05.93
Swedish Standard SS 15 54 34	Sauer danfoss ATI-9101-D
German RAL-UZ 79 Blue Angel	Caterpillar BF-1
German VDMA 24568, VDMA 24569	Komatsu BO
Austrian Standard C 2027 Part 4 in 5	Vickers Guidelines
ASTM D 6006-97a, ASTM D 6046-98a	Volvo Technical Specification 766 107
Nordic White Swan 0002/3.1	
Mil PRF-32073	
Canadian ECP-05-94	

Glede na podatke o povpraševanju po okolju prilagojenih proizvodih v EU se polovica celotne količine nanaša na hidravlične tekočine, kar znaša 51.000 ton letno [19]. Velik tržni delež tovrstnih fluidov se kaže tudi v velikem številu uradnih specifikacij in standardov, ki določajo minimalne zahteve. Zelo dejavni so tudi proizvajalci strojev in opreme za prvo vgradnjo s svojimi zahtevami, saj hočejo zagotoviti nemoteno delovanje svojih strojev in naprav. V preglednici 2 so navedeni najpomembnejši standardi in specifikacije.

Po predpisih o uporabi okolju prilagojenih hidravličnih tekočin prednjačijo nemško govoreče in skandinavske države, kjer je zavest o bogastvu gozdov, s katerimi upravljajo, visoko razvita. V Sloveniji uporabo biološko razgradljivega hidravličnega olja predpisuje Zakon o delu v gozdovih, in sicer pri delu v območjih s prvo stopnjo poudarjenosti hidrolo-

za mazivi mineralnega izvora, tako da je vsaka skrb o tehnični primernosti in lastnostih tovrstnih maziv odveč. Naloga državnih ustanov je spodbuditi večjo uporabo okolju prilagojenih maziv s sprejetjem ustrezne zakonodaje in s tem zagotavljati dolgoročne koristi za celotno družbo. Pomembna spodbuda je tudi obveščanje potrošnikov, saj so nekateri še vedno skeptični in novosti ne sprejemajo avtomatično in zlahka. Prej ko slej bo potrebno uveljaviti tudi prakso, kdor onesnažuje, naj tudi plača, ki bo prinesla temeljit zasuk v miselnosti in kalkulaciji stroškov, povezanih z mazanjem. Kljub trenutno višji nabavni ceni imajo okolju prilagojena maziva utemeljen razlog za obstoj in bodočnost.

## Literatura

1. Bartz, W. J., (1998) Lubricants and the environment, Tribology International, Vol. 31, Numbers 1–3, pp. 35–47.



2. Burrows, C. R., Hammond, G. P., McManus, M. C., (1998) Life-cycle assessment of oil hydraulic systems for environmentally-sensitive applications, IMECE 98, November 15–20, 1998, Anaheim, USA.
3. CONCAWE (1996) Report no. 5/96.
4. Disposing of used lubrication oils, (2000) CONCAWE 9/2 October 2000.
5. Defrang, M., (1999) Loss lubricating – Use of vegetable oil and derivatives in concrete industry, Proceedings of CTVO-Workshop on Lubricants and Hydraulic Fluids, 17th February 1999, Eibar, Spain.
6. Erhan, S. Z., Asadauskas, S., (2000) Lubricant basestocks from vegetable oils, Industrial Crops and Products, Vol. 11, pp. 277–282.
7. Lambent Technologies Corp., (1997) Biodegradable lubricants – a growing trend, #4GO197-3.
8. Mang, T., Dresel, W., (2001) Lubricants and Lubrication, Wiley-VCH.
9. Raven, P. H., Berg, L. R., Johnson, G. B., (1993) Environment, Saunders College Publishing, USA.
10. Robertson, A. J., Randles, S. J., (1990) The use of laboratory techniques to simulate biodegradation of lubricants in the environment, JUGOMA Professional Publications, Vol. 205.
11. Stempfel, E. M., (1998) Practical experience with highly biodegradable lubricants, especially hydraulic oils and lubricating greases, NLGI Spokesman, Vol. 62, No. 1, April 1998, pp. 8–23.
12. Udovč, A., (1996) Preskusne metode za določanje biološke razgradnje maziv, SLOTRIB 96, 13.–14. november 1996, Gozd Martuljek, Slovenija.
13. Zakon o delu v gozdovih, Uradni list Republike Slovenije, št. 92, 11. 10. 2000, 17. len, Varstvo vodnih območij.
14. Willing, A., (2000) Lubricants based on renewable resources – an environmentally compatible alternative to mineral oil products, Chemosphere, Vol. 43, pp. 89–98.
15. Wilkinson, J., (1993) Biodegradable lubricants – a review, Lubricants 93, No. 234, Poreč, Hrvaška.
16. <http://www.fnr.de/>.
17. <http://www.ademe.fr/partenaires/agricole/index.htm>.
18. <http://www.errma.com/>.
19. <http://www.ienica.net/ienicareports.htm>.
20. <http://www.biobased.oce.usda.gov/FSRIA/03-31347.pdf>.

## Environmentally adapted lubricants

**Abstract:** The market for lubrication is dominated by mineral-oil-based products whose non-ecological characteristics are no longer acceptable with respect to the environment. We can estimate that more than 40% of these products end up in the environment, either because they cannot be collected or because they are subjected to accidental losses or voluntary disposals. On the other hand, environmentally adapted lubricants are able to satisfy both the technical requirements and the environmental issues. Biodegradable lubricants are especially useful in agricultural, forestry and building equipment, because here they can easily come into contact with the soil, ground water and crops.

**Key words:** environmentally adapted lubricants, biodegradation, waste oils, toxicity,



### Frekvenčni regulator Commander SK

- Za moči od 0,25 kW do 132 kW
- Vgrajen filter
- Možnost prigradnje internega PLK (Logic Stick)
- Smart Stick za kloniranje parametrov
- Vgrajen PID regulator
- Na zalogi
- Ugodna cena



Kalce 38b, 1370 Logatec  
Tel: 01/750-85-10 E-mail: ps-log@ps-log.si  
Fax: 01/750-85-29 www.ps-log.si

#### Izvajamo:

- konstrukcije in izvedbe specialnih strojev
- predelava strojev
- regulacija vrtenja motorjev
- krmiljenje strojev

#### Dobavljamo:

- servo pogone
- frekvenčne in vektorske regulatorje
- merilne sisteme s prikazovalniki
- pozicijske krmilnike
- planetne reduktorje



### Prikazovalnik pozicije Z-58

- Univerzalni pozicijski prikazovalnik za inkrementalne in absolutne merilne sisteme
- 5 dekadni LED prikazovalnik, višina 14 mm
- Vmesnik RS232 in RS422
- Dva relejna izhoda
- Analogni vhod in izhod 0-10V ali 0-24mA

# VABILO K SODELOVANJU NA 19. TEHNIŠKEM POSVETOVANJU VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE

**Spoštovani sponzorji, razstavljalci, predavatelji, udeleženci in poslovni partnerji!**

V Društvu vzdrževalcev Slovenije že potekajo priprave na 19. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije na Rogli, ki bo v četrtek in petek, **15. in 16. oktobra 2009**.

Dvodnevno posvetovanje letos ponuja nekaj **novosti**. Začelo se bo v četrtek, 15. oktobra 2009 ob 10. uri s slavnostno otvoritvijo, kjer bomo podelili nagrade zmagovalcem *Natečaja za najboljša diplomska dela*, predstavili pa se bodo tudi glavni sponzorji srečanja. Udeležence bomo potem povabili k ogledu razstavnih mest ter k obisku zanimivih strokovnih predavanj s področja vzdrževalne dejavnosti. Prvi dan posvetovanja bomo zaključili s slovesno večerjo, kjer bomo razglasili zmagovalce celoletnega *Natečaja za najboljšo idejo s področja vzdrževanja*, nato pa nadaljevali s prijetnim druženjem ob večerji in glasbi. Drugi dan se bo nadaljevalo dogajanje na razstavišču, v predavalnicah pa se bodo zvrstila še druga zanimiva predavanja domačih in tujih strokovnjakov.

## **Možnosti sodelovanja na 19. Tehniškem posvetovanju vzdrževalcev Slovenije**

### **RAZSTAVLJAVCI in SPONZORJI**

K sodelovanju vabimo **razstavljalce** z različnih področij – od vzdrževalske opreme, orodij, strojev in naprav, pa tudi s področja storitev, vzdrževalskega outsourcinga, izobraževanja, ...

Priporočamo, da razstavljalci, sponzorji in poslovni partnerji, ki želite sodelovati na razstavi vzdrževalske opreme in storitev, najkasneje do **1.9.2009** rezervirate razstavna mesta s pomočjo prijavnice, ki je objavljena na spletni strani [www.drustvo-dvs.si](http://www.drustvo-dvs.si).

### **SODELOVANJE V CELOLETNEM NATEČAJU ZA NAJBOLJŠO IDEJO S PODROČJA VZDRŽEVANJA**

Eden od ciljev delovanja Društva vzdrževalcev Slovenije je spodbujanje inovativne dejavnosti v vzdrževanju. Zato smo dosedanja Razpis za najvzdrževalski pripomoček razširili na **celoleten Natečaj za najboljšo idejo s področja vzdrževanja**. Pogoji in načini za sodelovanje na natečaju so objavljeni na [www.drustvo-dvs.si](http://www.drustvo-dvs.si) ter v vsaki reviji Vzdrževalec. Najboljše ideje bomo na večerni slovesnosti nagradili s plaketami, k sodelovanju pa smo pritegnili tudi nekaj podjetij-sponzorjev, ki bodo prispevali konkretne nagrade za zmagovalce natečaja.

### **PREDAVATELJI**

Prijazno vabimo vse zainteresirane **avtorje**, ki bi želeli predstaviti svoje poglede in izkušnje na vzdrževanje, ali predstaviti svoja raziskovalna dela s področja vzdrževanja, da nam pošljejo prijavo svojega prispevka.

**Okvirna izhodišča glede tematike posvetovanja:** inovacije v procesih (proizvodnja, vzdrževanje, logistika, organizacijski procesi, IT procesi, ...); udejanjanje inovativnih zamisli; ustvarjanje in zagotavljanje inovativnega okolja; obravnava inovativnih idej (zbiranje, obdelava in evidentiranje predlogov inovacij); obvladovanje inovacijskih tveganj; lastnina inovacij, nagrajevanje inovatorjev, ...; zagotavljanje trajnostnega razvoja inovacij; TPM in inovativnost; Inovacije v povezavi s prihranki energije; inovativni pristopi pri zagotavljanju varstva okolja; nove tehnologije kot generator inovativnih idej; primeri iz prakse; zakonodaja in standardi.

Avtorje vabimo, da svoje referate prijavijo najkasneje do **20.7.2009**.

Najave referatov sprejemamo na elektronski naslov [tajnik@drustvo-dvs.si](mailto:tajnik@drustvo-dvs.si), prijava referata pa je mogoča preko spletne strani [www.drustvo-dvs.si](http://www.drustvo-dvs.si).

### **DIPLOMANTI**

Tudi na 19. TPVS bo Društvo vzdrževalcev Slovenije izvedlo natečaj za izbor najboljših diplomskih del s področja vzdrževanja. Vsi, ki ste diplomirali v študijskem letu 2007/2008 in 2008/2009, ste vabljeni, da sodelujete na natečaju in svoja dela predstavite širši javnosti.

Diplomante vabimo, da svoja diplomska dela prijavijo do **20.7.2009**. Najave sprejemamo na elektronski naslov [tajnik@drustvo-dvs.si](mailto:tajnik@drustvo-dvs.si), prijava diplomskega dela pa je mogoča tudi preko spletne strani [www.drustvo-dvs.si](http://www.drustvo-dvs.si).

### **UDELEŽENCI**

Tehniško posvetovanje je namenjeno vsem, ki se pri svojem delu neposredno ali posredno srečujete s področjem vzdrževanja. **Udeležence** vabimo, da svojo udeležbo prijavijo najkasneje do **30.9.2009** s pomočjo prijavnice, ki bo je objavljena na spletni strani [www.drustvo-dvs.si](http://www.drustvo-dvs.si). Rezervacije prenočišča so mogoče do 4.9.2009. Prijave udeležencev sprejemamo tudi preko telefona, faksa, e-pošte ali osebno na

DRUŠTVO VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE

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

E-pošta: [tajnik@drustvo-dvs.si](mailto:tajnik@drustvo-dvs.si) in [www.drustvo-dvs.si](http://www.drustvo-dvs.si).

**VABLJENI!**

## 19. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije

Rogla,

**15. in 16. oktober 2009**



Društvo  
vzdrževalcev  
Slovenije  
**DVS**



# Mobilni nadzor male hidroelektrarne

Luka SELAK in Alojzij SLUGA

**Izvleček:** Prispevek obravnava razvoj sistema za mobilni nadzor male hidroelektrarne. Cenovna dostopnost in zanesljivost mobilnih komunikacijskih tehnologij omogočata njihovo uporabo na povsem novih področjih. V povezavi s polprevodniškimi senzorji lahko sedaj nadzorujemo in upravljamo kompleksne sisteme. Razvit je bil robusten in na zunanje vplive odporen komplet senzorjev za nadzor MHE, povezan z merilno opremo. Zajeti podatki se računalniško obdelajo, ovrednotijo, prikažejo operaterju in shranijo v podatkovno skladišče za kasnejše analize vzdrževanja. V primeru napake obratovanja elektrarne je operater obveščen s SMS-sporočilom. Operater lahko elektrarno na daljavo zaustavi, zažene in krmili na osnovi nivoja vode na jezu.

**Ključne besede:** MHE, mobilni nadzor in upravljanje, polprevodniški senzorji, podatkovno skladišče, alarmiranje,

## ■ 1 Uvod

V Sloveniji obratuje skoraj petsto malih hidroelektrarn, ki so večinoma v zasebni lasti in skupaj proizvedejo 12 % celotne energije, proizvedene iz obnovljivih virov energije v Sloveniji [1]. Večina hidroelektrarn je bila zgrajena okoli leta 1990. Amortizacijska doba se je večinoma že iztekla [3], zato se zmanjšuje tudi premija pri odkupu električne energije. Uvajanje novih informacijsko-komunikacijskih tehnologij nudi obstoječim hidroelektrarnam nove možnosti pri učinkovitejšem nadzoru vodenja obratovanja in vzdrževanja. Te tehnologije so postale cenovno dostopne in zanesljive, s tem pa so zanimive tudi za lastnike in operaterje malih hidroelektrarn.

Glavni vplivi na gradnjo in današnje stanje elektrarn so rečni režimi potokov, okoljska zaščita [2] in stanje razvoja tehnologije v obdobju, ko je bila elektrarna zgrajena. Posledično se elek-

trarne med seboj razlikujejo glede na tip turbine, način aktuiranja vodilnika turbine, pretok vode, ki ga izkoriščajo, nivo zgornje in spodnje vode.

V prispevku želimo predstaviti razvoj univerzalnega kompleta za mobilni nadzor malih hidroelektrarn, ki bo ustrezal širokemu krogu zahtev uporabnikov. Nadzorni parametri omogočajo varno oddaljeno zaustavitev, zagon in aktuiranje vodilnika elektrarne. Pri nadgradnji elektrarne za oddaljeno upravljanje je potrebno dobro poznati konkretno elektrarno, saj se med seboj razlikujejo po načinu izvedbe aktuiranja vodilnika, varnostni tehnologiji in načinu izvedbe avtomatskega zagona.

Kljub zahtevni izvedbi je možnost oddaljenega upravljanja elektrarne odločilnega pomena pri odločitvi za nadgradnjo elektrarne.

## ■ 2 Razvoj sistema nadzora male hidroelektrarne

Namen mobilnega nadzora male hidroelektrarne (MOMHE) je operaterju elektrarne omogočiti vsepovsoden nadzor in upravljanje [5]. Sistemi za oddaljeno vodenje velikih hidroelek-

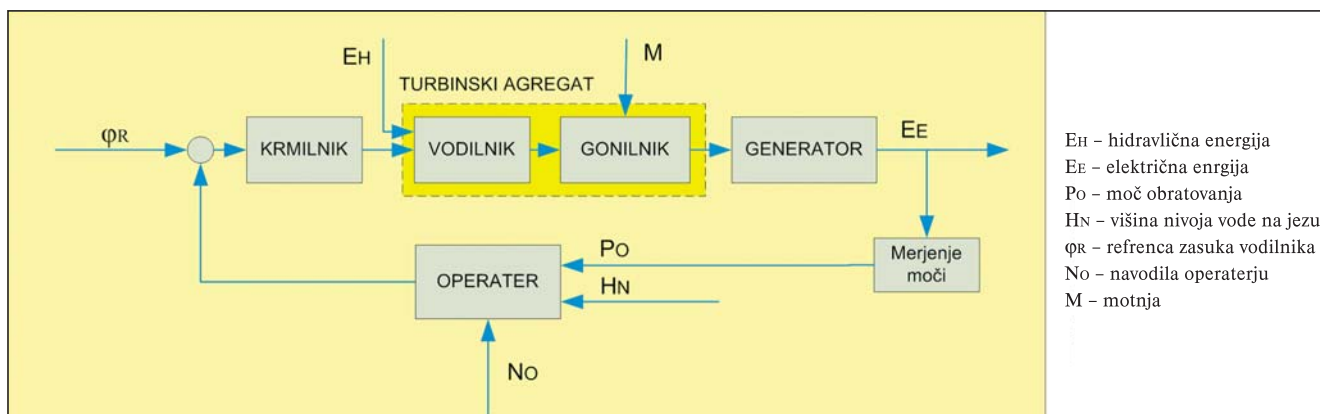
trarn so že razviti, vendar so prekompleksni za male hidroelektrarne. Napredek polprevodniške tehnologije in možnosti izdelave stroškovno ugodnih senzorjev omogočajo njihovo uporabo v širokem spektru aplikacij in vgradnjo večjega števila senzorjev v obstoječih aplikacijah. Združitev z modernimi komunikacijskimi tehnologijami omogoča, da lahko sedaj sisteme vsepovsodno nadzorujemo in upravljamo [4].

### 2.1 Fizični nadzor elektrarne

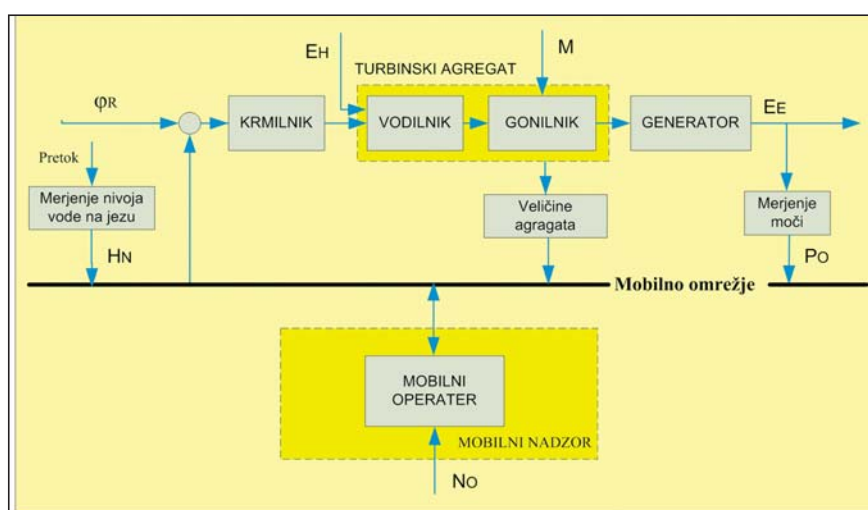
Operater elektrarne z opazovanjem nadzoruje stanje elektrarne (npr.: preverja nivo gladine vode na jezu, moč proizvodnje električne energije, temperaturo ležajev, amplitude vibracij, dnevno proizvedeno električno energijo) in ob napakah ukrepa (npr.: zamenja ležaj, odstrani listje). Krmiljenje in aktuiranje vodilnika turbine je izvedeno v strojnici na osnovi oglada stanja nivoja vode na jezu, analognega prikazovalnika moči proizvodnje električne energije in drugih navodil operaterju, npr. zagotovitev biološkega minimuma pretoka (*slika 1a*).

Ob nenadnem izpadu elektrarne iz omrežja mora operater ponovno

Luka Selak, univ. dipl. inž., izr. prof. dr. Alojzij Sluga, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo



Slika 1 a. Tradicionalni nadzor MHE



Slika 1 b. Nadzor in krmiljenje MHE v mobilnem okolju – MOMHE

obiskati elektrarno in jo vklopiti v omrežje, medtem pa ta lahko več ur ne obratuje. Časovno kritično je obveščanje operaterja o zaustavitvi elektrarne, pobegu generatorja, pomanjkanju ali presežku vode na jezcu. Klasična povezava elektrarne z jezo pri pretočnih elektrarnah vključuje drag vkop vodnika do jeza, ker brezžično radijsko komunikacijo večkrat onemogočajo naravne ovire.

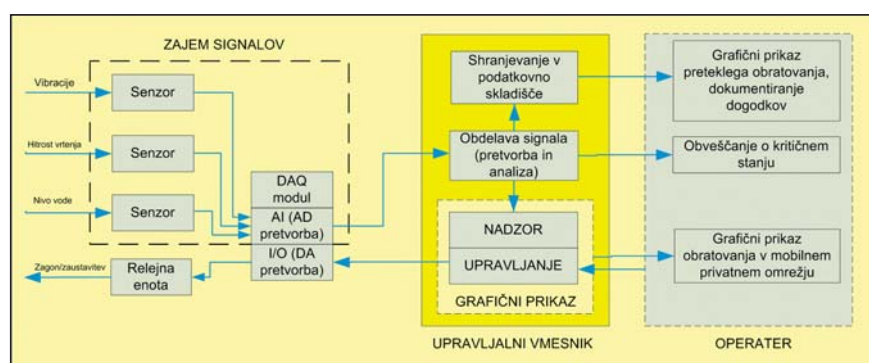
in željami operaterjev razviti univerzalni komplet (KIT) za nadzor in upravljanje hidroelektrarne. Glavni komunikacijski del sistema je mobilno omrežje, ki mora omogočiti oddaljeno vsepovsodno nadzorovanje in upravljanje elektrarne (slika 1 b). Senzorji skrbijo za zajem trenutnih vrednosti fizikalnih veličin stanja elektrarne in jih posredujejo v računalniško obdelavo (slika 2). Sistem nadzora mora biti ločen od

obstoječega na elektrarni, hkrati pa mora dovoljevati zahtevano upravljanje elektrarne. Obveščanje operaterja o napakah na elektrarni mora biti zanesljivo in realizirano v realnem času. Najhitreje in z najmanjšim posegom v obstoječi sistem določimo zaustavitev ali pobeg generatorja z meritvijo frekvence vrtenja generatorja in pošiljanjem SMS-sporočila. Slika 2 prikazuje modul MOMHE, ki je sestavljen iz treh glavnih delov: zajema signalov, upravljalnega vmesnika in predstavitve stanja obratovanja elektrarne operaterju. Fizikalne signale iz okolja (DAQ-modul) zajema oprema, ki je povezana z upravljalnim vmesnikom (osebni računalnik). Upravljalni vmesnik signale obdelava (povpreči, frekvenčno analizira ...), jih shrani v podatkovno skladišče in grafično prikaže na lokalnem ali oddaljenem računalniku. Operater upravlja elektrarno na osnovi obvestila o kritičnem stanju in po lastni presoji. Ukaz aktuiranja pošlje iz oddaljenega računalnika preko upravljalnega vmesnika, DAQ-modula in relejne enote, povezane s stikalnim vmesnikom.

Slabost nadzora elektrarne s klasičnim internetnim omrežjem je omejenost s prenosom na oddaljeno lokacijo, ki mora biti priključena v internetno omrežje. Na elektrarni hkrati potrebujemo telefonski kabel in dostop do interneta.

## 2.2 Zasnova sistema MOMHE

Cilj sistema mobilnega nadzora in krmiljenja male hidroelektrarne (MOMHE) je v skladu z zahtevami



Slika 2. Shema modula mobilnega nadzora in krmiljenja MOMHE



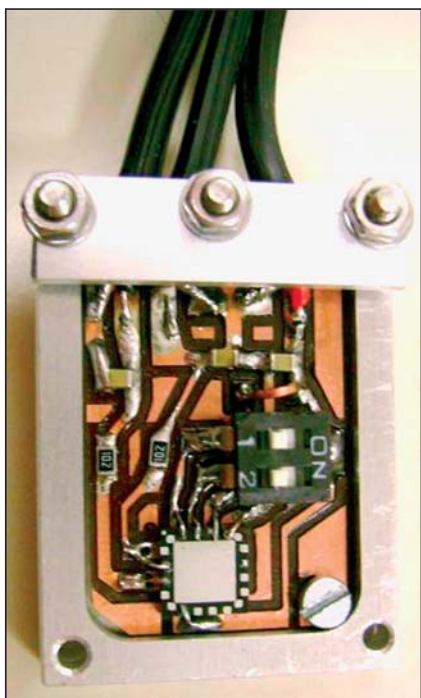
Podatki, shranjeni v podatkovnem skladišču, omogočajo grafični prikaz preteklega obratovanja, dokumentiranje dogodkov ipd.

### 2.3 Izbira senzorjev

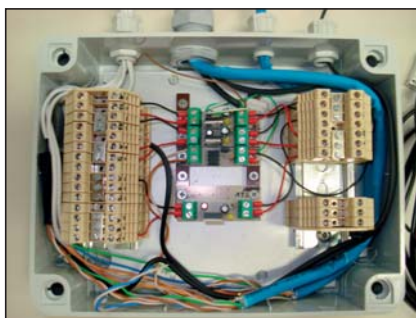
Izbira senzorjev je odvisna predvsem od odpornosti ohišja senzorjev proti zunanjim vplivom. Cenovno ugodna rešitev so polprevodniški senzori za merjenje temperature, zasuka, vibracij in tlaka. Primer sensorja za merjenje vibracij je prikazan na *sliki 3*. Senzorji so priključeni na napajalnik (*slika 4*). Za temperaturni senzor in senzor za merjenje vibracij smo razvili ustrezno ohišje, za nekatera ostala pa moramo ohišja prilagoditi možnosti prigradnje na elektrarni. Odločili smo se za senzorje z analognim izhodnim signalom. Prednost analognega signala je v enostavnosti prenosa signala na razdalji nekaj deset metrov, za kar ne potrebujemo prilagoditvenih elementov, AD-pretvorba električnega signala pa je možna z DAQ-modulom.

### 2.4 Meritev moči in energije obratovanja

Meritev moči proizvodnje električne energije predstavlja osnovno informacijo o obratovanju elektrarne. Iz



**Slika 3.** Sensor vibracij, vgrajen v ohišje



**Slika 4.** Napajanje senzorjev

preteklega obratovanja lahko operater ugotovi stanje obratovanja: pomanjkanje vode na jezcu, zamašenost turbine z listjem. Moč obratovanja se odčitava z obstoječega števca proizvedene energije v intervalu vsakih pet minut. Števec mora biti digitalen, poznati pa moramo ukaze za branje podatkov preko optičnega vmesnika (*slika 5*). Zbiranje podatkov o proizvedeni energiji nam omogoča hitro in avtomatsko izdelavo različnih poročil o proizvedeni električni energiji (npr. poročilo o dnevni oz. mesečno proizvedeni električni energiji, pisanje zaključnih računov, izdajanje računov kupcem električne energije).

### 2.5 Zajem in shranjevanje podatkov

Celostno obvladovanje hidroelektrarne vključuje zajemanje in shranjevanje podatkov iz senzorjev. Za zajem analognih vrednosti senzorjev skrbi



**Slika 5.** Števec proizvedene energije

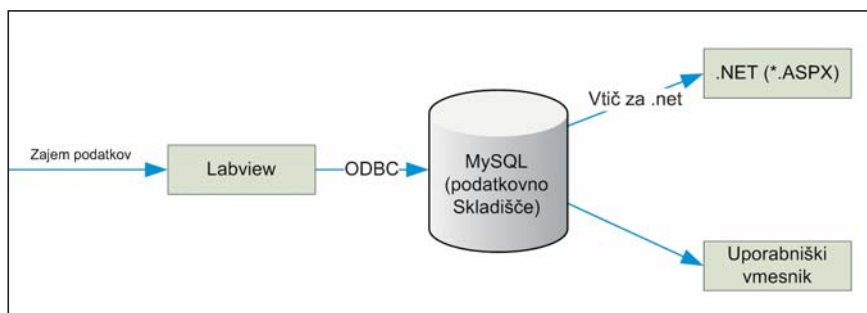
oprema National Instruments (zajemni DAQ-modul NI USB-6009), ki je programsko podprta s programom Labview. Zajemna oprema odčitava analogne vrednosti senzorjev vsaki dve sekundi, računalniški upravljalni vmesnik naredi pretvorbo v fizikalne vrednosti in jih prikaže operaterju na zaslon računalnika.

Upravljalni vmesnik fizikalne veličine nadzoruje. V primeru presežene vrednosti ukrepa z alarmiranjem (npr.: zaustavitev elektrarne) oz. obveščanjem o kritični vrednosti veličine (npr.: gladina vode na jezcu je upadla).

Velike količine podatkov iz Labview-a se shranijo v bazo podatkov MySQL (*slika 6*). Odločitev o shranjevanju je prepuščena operaterju z nastavitvijo meje proženja shranjevanja. Tako se shrani le tisti podatek, ki se razlikuje od prejšnjega za nastavljeno vrednost. Tak način se uporablja tudi pri pošiljanju podatkov o gladini vode na jezcu. Pošlje se le podatek o spremembi gladine. Mobilno omrežje in podatkovno skladišče sta tako razbremenjena prometa.

### 2.6 Prikazovanje preteklega stanja elektrarne

Spletni vmesnik, povezan s podatkovnim skladiščem na elektrarni, prikazuje preteklo stanje elektrarne. Operater se z oddaljene lokacije poveže preko spletnega vmesnika na elektrarno in naredi proizvodbo po zelenih podatkih v podatkovnem skladišču. Tako operater na svojem računalniku ne potrebuje podatkovnega skladišča. Podatki iz elektrarne se ne pošiljajo stalno na drugo lokacijo, s tem pa je razbremenjeno mobilno omrežje. Podatkovno skladišče omogoča izdelavo poročil o obratovanju, saj so shranjene vse pretekle vrednosti stanja elektrarne. Iz oddaljene lokacije lahko naredimo vsa poročila o obratovanju elektrarne: poročilo o času neobratovanja in nenadnih izklopih elektrarne iz omrežja v preteklem obdobju, poročilo o proizvedeni električni energiji v preteklih letih ipd.



Slika 6. Upravljanje s podatkovnim skladiščem

## 2.7 Upravljanje elektrarne

Fizično upravljanje v strojnici elektrarne je izvedeno preko uporabniškega stikalnega vmesnika. Operater za zaustavitev elektrarne pritisne tipko stop, po odpravi napake tipko kvitiranje napake (zagon). Oddaljeno upravljanje je zagotovljeno s pomočjo dodatne relejne enote, ki sproži stikali za ustavitev in zagon elektrarne. S tem je poseg v obstoječi sistem minimalen. Relejno enoto krmilimo z modulom NI USB-6009 preko digitalnih izhodov. Aktuiranje vodilnika je možno krmiliti z nastavljanjem referenčne

lege vodilnika. To nastavljamo s koračnim motorjem, ki je krmiljen z NI USB-6009. S pomočjo digitalnih vhodov lahko beremo stanja ostalih indikatorjev na nadzorni plošči.

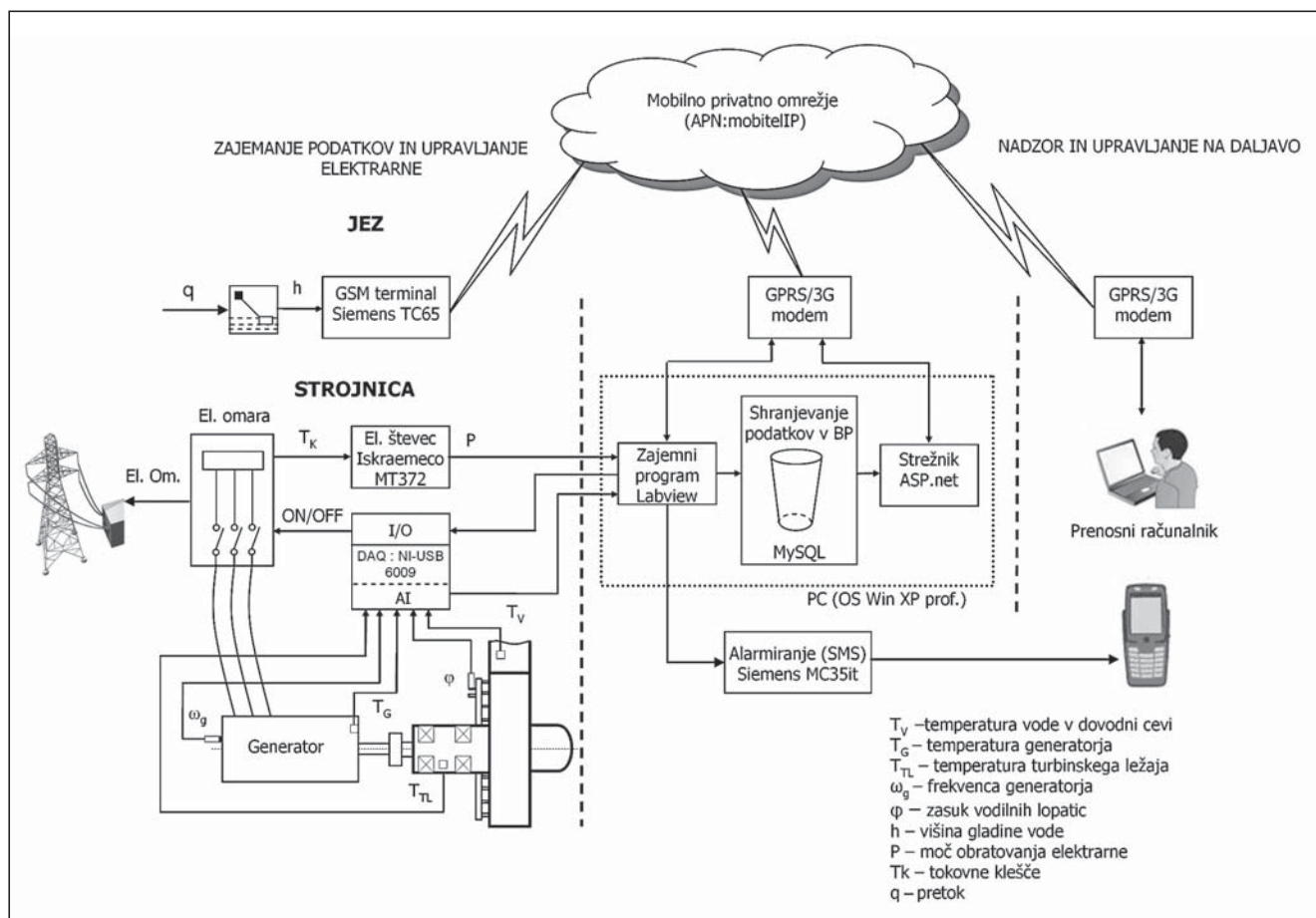
## 2.8 Mobilno omrežje

Odločilna prednost uporabe mobilnega omrežja je praktična vsepovsodnost mobilnega signala. Ponudniki mobilnih omrežij ponujajo poslovnim uporabnikom storitev poslovnega prenosa podatkov, ki nudi varno mobilno zasebno IP-omrežje. To pomeni, da lahko znotraj mobilnega privatnega

omrežja kadarkoli in od kjerkoli komuniciramo med SIM-karticami. Uporabniku sta dodeljena lastni APN (angl. Access point number) in geslo, vsaka SIM-kartica pa dobi svoj IP-naslov. Hitrost prenosa podatkov je primerljiva s klasičnim modemskim in zadostuje zahtevam MOMHE. Odziv (PING) med SIM-karticami, vključenimi v privatno omrežje, je običajno manj kot sekundo, v nekaterih primerih pa tudi nekaj sekund. Uporabnik omrežja plačuje zakupljeni prenos podatkov, cena pa je odvisna od operaterja.



Slika 7. Mala hidroelektrarna moči 70 kW



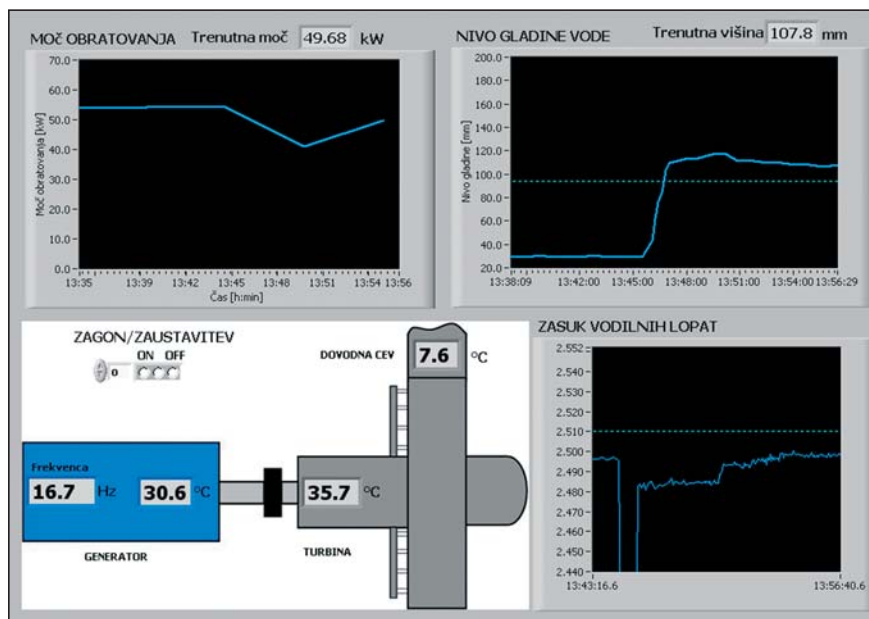
Slika 8. Implementacija MOMHE



### ■ 3 Implementacija sistema MOMHE

Sistem je preizkušen na mali hidroelektrarni MHE Zgornja Volaka, moči 70 kW (slika 7). Elektrarna obratuje na potoku Volaščica v Poljanski dolini. Zajemati je možno podatke o temperaturi turbinskega ležaja, temperaturi generatorja, temperaturi vode in povprečne parametre o zasuku vodilnih lopatic Francisove turbine, trenutni moči proizvodnje in hitrosti vrtenja generatorja (slika 8). Podatki se shranjujejo v podatkovno skladišče na elektrarni. Podatek o nivoju gladine vode se pošilja iz jezua v elektrarno preko mobilnega privatnega omrežja in UDP-komunikacije.

Operater na oddaljenem računalniku ali računalniku na elektrarni vidi enak uporabniški vmesnik. Spremlja lahko trenutne vrednosti senzorjev (slika 9): grafični prikaz moči obratovanja (zgoraj levo), gladine vode (zgoraj desno), zasuka vodilnih lopatic (spodaj desno) in aktira stikali za zagon in zaustavitev. Povezava na spletni strežnik mu omogoča prikaz preteklih vrednosti obratovanja (slika 10). Na levem grafu je prikazan zasuk vodilnih lopatic, na desnem moč obratovanja v noči z 18. na 19. januar



Slika 9. Uporabniški vmesnik MOMHE

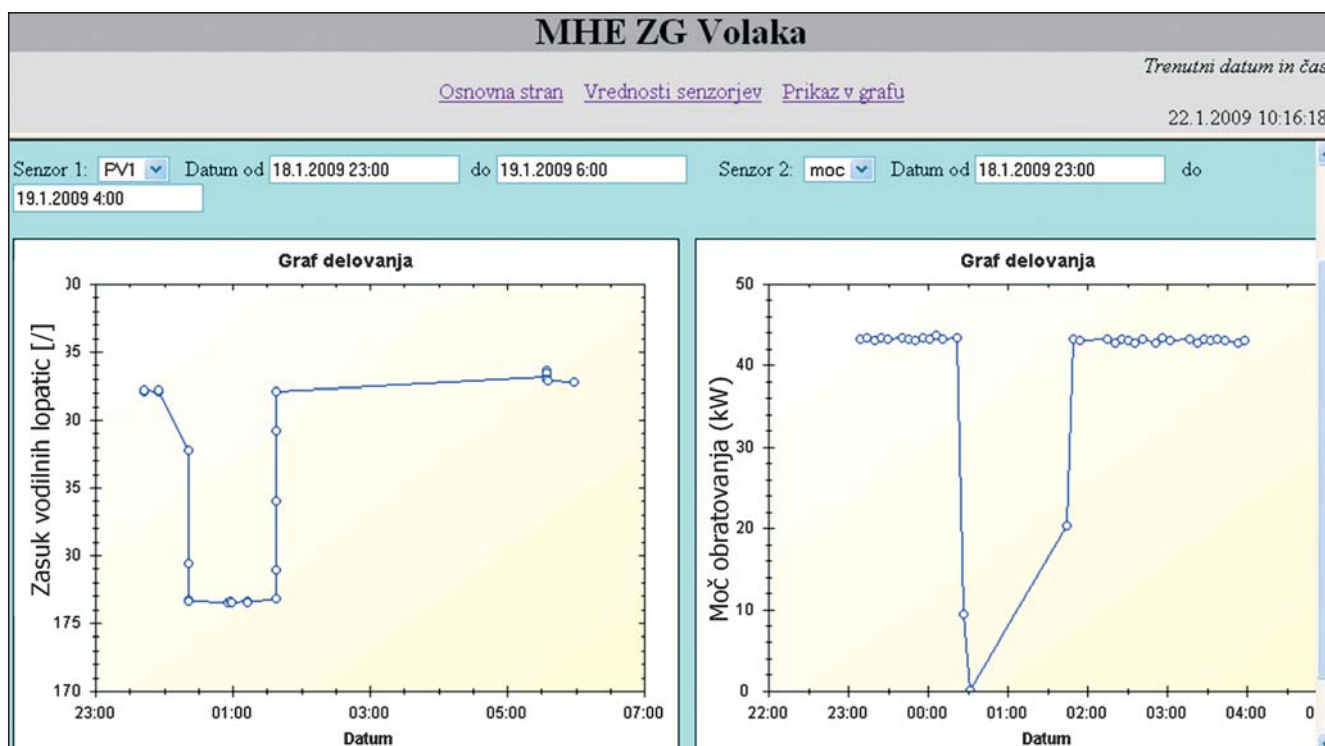
2009 (nenadna zaustavitev).

Ob nenadni zaustavitvi je operater obveščen s sporočilom SMS. Operater se nato poveže s prenosnim računalnikom na elektrarno. Preveriti mora stanja vseh senzorjev. Če so vrednosti senzorjev znotraj normalnih vrednosti, elektrarno lahko zažene (vzrok zaustavitve je napaka na omrežju), v nasprotnem pa mora napako odpraviti na elektrarni.

### ■ 4 Prednosti uporabe sistema

Mobilni nadzor in upravljanje elektrarne MOMHE nudi naslednje prednosti:

- Povečanje količine proizvedene mesečne energije do 5 %.
- Dodatni senzori omogočajo spoznati lastnosti elektrarne v povsem novi luči, kar pripomore k pocenitvi in lažjemu vzdrževanju



Slika 10. Vsepovsoden prikaz preteklega obratovanja elektrarne

- sistema elektrarne.
- Vseposodnost upravljanja elektrarne operaterju omogoča svobodo gibanja in višjo kvaliteto življenja.
- Cenovna dostopnost in varnost zasebnega nadzornega mobilnega omrežja.
- Fleksibilna zasnova sistema omogoča enostavno prilagoditev sistema različnim izvedbam elektrarn.
- Grafični uporabniški vmesnik operaterju omogoča na enem mestu vpogled v stanje celotne elektrarne.
- Sporočanje napak (alarm) in zajemanje podatkov je izvedeno popolnoma avtomatsko.
- Baza podatkov nudi možnost izdelave različnih poročil in avtomatsko izdajanje računov kupcem električne energije.

Strošek opisane nadgradnje hidroelektrarne je dva tisoč evrov. Mesečni prispevek za uporabo mobilnega omrežja pa je odvisen od ponudnika in znaša v sedanjem času 20 evrov.

## ■ 5 Zaključek

Modularno zasnovan sistem omogoča različne nivoje uporabe in avtomatizacije. Lahko izbiramo med nadzornim sistemom, nadzorno-kr-

milnim sistemom, različnimi nivoji sporočanja napak, raznovrstnimi senzorji, uporabo različnih tehnologij komunikacije (mobilna, širokopasovna, ...) in različnimi nivoji shranjevanja preteklih podatkov.

V nadaljevanju se projekt razvija v smeri analize malih hidroelektrarn v Sloveniji. Raziskava gre v smeri trenutne avtomatizacija elektrarn in stroškovne upravičenosti posodobitve različno močnih elektrarn ...

Cenovna sprejemljivost sistema omogoča uporabo sistema za različne namene:

- kot vzporedni sistem dražjim nadzornim sistemom za obveščanje širše zainteresirane skupine ljudi,
- kot pomožni nadzorni sistem vzdrževalnim službam (npr.: vzdrževalna služba za turbine),
- nadzorni sistem lahko ob stroškovni upravičenosti vgradimo in prilagodimo tudi drugim objektom.

## Literatura

- [1] Ministrstvo za okolje in prostor (<http://www.mop.gov.si/nc/si/splosno/cns/novica/article/12118/5723/>) (dostopano: 16. 2. 2009).

- [2] Gorenjske elektrarne. (<http://www.gorenjske-elektrarne.si/Izobrazevanje/Strokovni-clanki/Problematika-umescanja-malih-hidroelektrarn-v-prostor>) (dostopano: 16. 2. 2009).
- [3] Zveza društev MHE (<http://www.zdmhe.si/>) (dostopano: 16. 2. 2009).
- [4] Golob, M., Steiner, I., Krajnc, M., Tovornik, B., Bratina, B., Muškinja, N. in Polutnik, A., Univerza v Mariboru, FERi, Inea, d. o. o., Telem, d. o. o.: *Tehnologije daljinskega in porazdeljenega vodenja, 2007* (dostopano: 16. 2. 2009).
- [5] Počkaj, A., Košir, M., Selak, L., Habe, J., Povšič, K.: *Nadzor male hidroelektrarne na daljavo, seminar, FS, 2009.*

## Zahvala

Pri izvedbi projekta se zahvaljujemo podjetju Mobitel za vzpostavitev testnega privatnega omrežja, družini Selak (financiranje opreme), lastniku elektrarne g. Štremflju, podjetju RLS (senzorji zasuka), osebju laboratorija LAKOS, FS, UL, in kolegom Aljoši Počkaju, Matjažu Koširju, Jerneju Habetu, Klemenu Povšiču, s katerimi je bil izpeljan ta projekt.

## Mobile control of a small hydropower plant

**Abstract:** This article deals with the development of a system for the mobile control of a small hydropower plant (SHP). Affordable and reliable mobile communication technologies can be used in completely new fields. By using semiconductor sensors we can now control and operate complex systems. The robust sensor kit, resistant to external influences and connected with measuring equipment, was developed to control a SHP. The data acquired by the sensor kit are processed, evaluated by computer, shown to the operator and stored in a database for further analysis and maintenance support. In the case of a failure the operator is contacted via an SMS message. The operator is able to stop, start and control the plant on the basis of the water level in the dam from anywhere and at anytime.

**Keywords:** small hydropower plant, mobile surveillance and control, distant data acquisition, semiconductor sensors, alarm,



# Razvoj kamere z vgrajenim programirljivim slikovnim procesorjem

Aleš GORKIČ, Drago BRAČUN in Janez DIACI

**Izveček:** Za potrebe laserske profilometrije smo razvili hitro kamero, ki vsebuje slikovni senzor ločljivosti 667 x 502 pikslov in FPGA-vezje Xilinx Spartan 3E, ki zajete slike obdela v realnem času. Za prenos podatkov smo uporabili vmesnik USB2.0, katerega pasovna širina (38 MB/s) ne zadošča za prenos žive slike pri tej hitrosti zajema. Za zmanjšanje pretoka podatkov preko USB smo razvili namensko aritmetično-logično vezje, ki zna iz signala slikovnega sensorja izluščiti pozicijo laserske črte s podtočkovno ločljivostjo. Tako izračunane profile potem pošljemo v PC, ki iz njih izračuna tridimenzionalne (3D) koordinate površine merjenca. Z uporabo lokalnega procesiranja slike dosežemo hitrosti merjenja do 196 profilov na sekundo. Več takih kamer je možno povezati v sinhroniziran sistem, ki omogoča zajem tridimenzionalne oblike površine kompleksnih objektov.

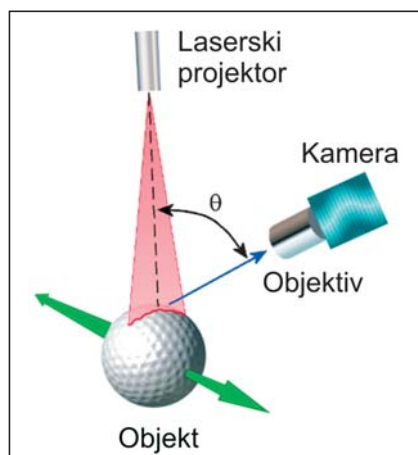
**Ključne besede:** laserska profilometrija, slikovni senzor, FPGA, procesiranje slike,

## 1 Uvod

Hitra laserska profilometrija je ena od metod, s katerimi lahko zajamemo obliko merjenca. Temelji na osvetljevanju površine s strukturirano lasersko svetlobo, zajemu slik osvetljene površine z videokamero ter računalniški obdelavi zajetih slik. V novejšem času se v laserskih profilomerih uveljavljajo digitalne videokamere. Takšna kamera je preko hitrega vodila povezana z osebnim računalnikom (PC), ki iz zajete slike izračuna 3D profil površine. Če merjenec ali strukturirani svetlobni vzorec premikamo, lahko izmerimo 3D koordinate površine merjenca (slika 1). Ključna dejavnika, ki omejujeta hitrost merjenja takih sistemov, sta predvsem prepustnost vodila in hitrost obdelovanja slike.

Dr. Aleš Gorkič, univ. dipl. inž.,  
dr. Drago Bračun, univ. dipl. inž.,  
izr. Prof. dr. Janez Diaci, univ.  
dipl. inž., Univerza v Ljubljani,  
Fakulteta za strojništvo

Prenos zajete slike v računalnik ponavadi poteka preko vmesnika IEEE-1394 (FireWire) ali USB (angl. Universal Serial Bus – univerzalno serijsko vodilo), ki imata pasovno širino 400 oz. 480 Mbit/s. Na tržišču obstajajo tudi hitrejši vmesniki, kot so npr. GigaLAN (1,25 Gbit/s), FireWire 800 (800 Mbit/s) in CameraLink (12 x 2,38 Gbit/s), ki pa so praviloma bistveno dražji in zahtevajo dodatno strojno opremo osebnega računalnika.



Slika 1. Princip laserske profilometrije

Da bi lahko bistveno povečali hitrost merjenja z lasersko profilometrijo, smo razvili kamero, ki omogoča lokalno procesiranje zajete slike. Takšna kamera bistveno razbremeni PC, tako sproščene zmogljivosti pa je mogoče uporabiti za hitrejše generiranje 3D modelov iz zajetih izmerkov in druge s tem povezane naloge. Tak pristop omogoča da en PC sočasno sprejema podatke z več kamer, kar omogoča hitrejši zajem 3D oblike kompleksnih objektov (npr. človeško telo).

Kamera je zgrajena okoli dveh ključnih komponent: slikovnega sensorja in programirljivega logičnega vezja tipa FPGA (angl. Field of Programmable Gate Array). FPGA je v osnovi skupek logičnih vrat, pomnilniških celic in programirljivih povezav v enem samem integriranem vezju. Z njim lahko sestavimo logično vezje, ki opravlja poljubno funkcijo. Za gradnjo takih vezij njihovi proizvajalci nudijo močna razvoja orodja in že izdelana funkcionalna jedra, ki

omogočajo, da razvijalec gradi svoj sistem z integracijo izbranih funkcionalnih jeder. Primeri takšnih jeder so npr. krmilniki vodil, pomnilnika, standardne vhodno-izhodne enote in celo mikroprocesorji različnih zmogljivosti [1].

Ideja o analizi slike z FPGA-vezji sicer ni nova [2, 3], vendar pa na tržišču ni kamer z vgrajenimi FPGA-vezji, ki bi omogočale implementacijo lastnih algoritmov za procesiranje slike. Za razvoj infrastrukture za zmogljive laserske profilomere nove generacije smo v okviru doktorskega dela [4] razvili lastno digitalno kamero z vgrajenim FPGA-vezjem, v katerem smo lahko implementirali hitre algoritme za obdelavo slike, ki smo jih razvili v predhodnih raziskavah na področju laserske profilometrije [5, 6]. V tem prispevku pa je opisan razvoj zadnje generacije teh kamer.

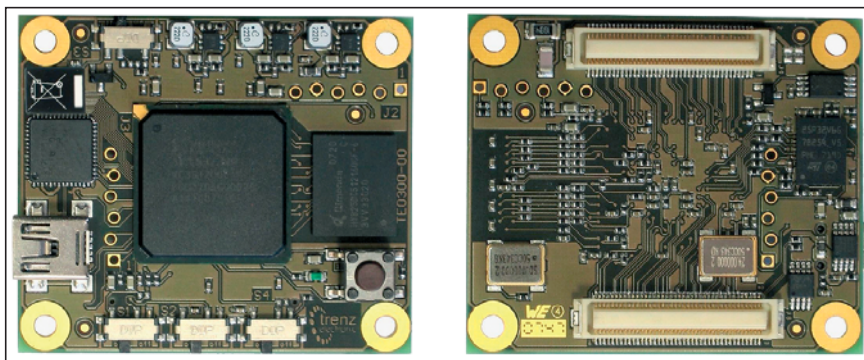
## ■ 2 Razvoj kamere

Razvoj kamere smo razdelili na štiri podsklope: razvoj elektronskih vezij, razvoj sistema za obdelavo slike, razvoj ugnezdenega mikroprocesorskega sistema ter razvoj programske opreme za osebni računalnik.

### 2.1 Razvoj elektronskih vezij

Kamera je zgrajena iz dveh modulov – tiskanih vezij: vezja s slikovnim senzorjem in vezja s FPGA-slikovnim procesorjem.

Razvoj smo začeli z izbiro FPGA-modula. Ena izmed osnovnih zahtev za ta modul je bila njegova povezljivost s PC-jem preko vodila USB. Ker na tržišču nismo našli dovolj majhne in zmogljive platforme za primerno ceno, smo v sodelovanju s Trenez Electronic razvili modul TE0300 [7]. TE0300 (slika 2) vsebuje FPGA-vezje Xilinx Spartan3E-1600, 64 MB DDR SDRAM pomnilnika, 4 MB SPI FLASH pomnilnika in Cypressov mikrokrmilnik FX2, ki skrbi za povezavo USB2.0 do osebnega računalnika (slika 3). Modul meri 40,5 x 47,5 x 7 mm. Za ta modul smo v sodelovanju s slovenskima podjetjema Optomotive in Dewesoft razvili celotno programsko opremo, ki vključuje program za



Slika 2. FPGA-modul TE0300

FPGA, program za FX2, USB-gonilnik in dinamično knjižnico z osnovnim naborom funkcij za komunikacijo modula s PC-jem.

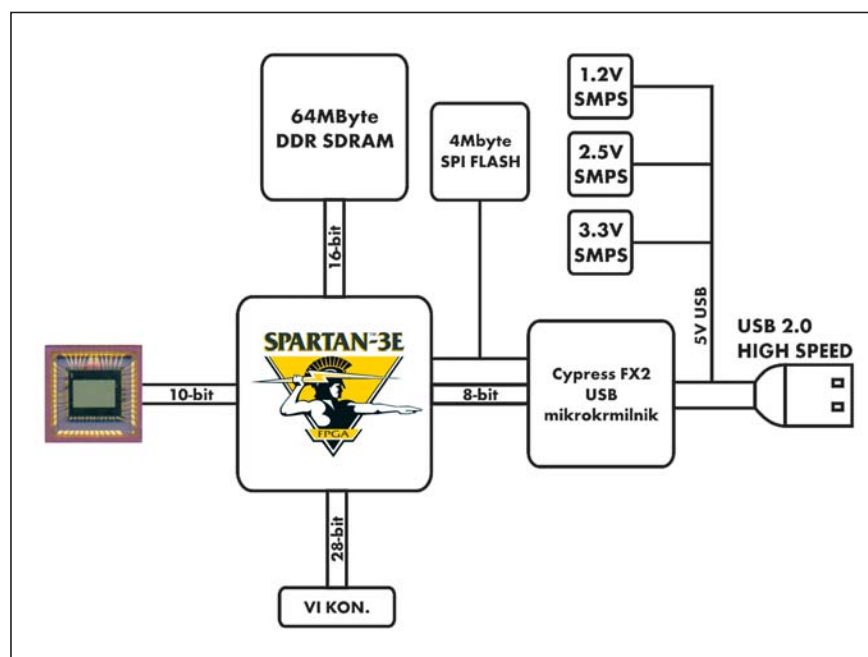
Za kamero, vgrajeno v laserski profilomer, je pomembno, da ima hiter in velik senzor [4]. V našem primeru smo izbrali slikovni senzor Micron MT9V403, ki omogoča zajem slik velikosti 502 x 667 pikselov (slikovnih točk) s frekvenco do 196 celih slik na sekundo. Velikost piksla je 9,9  $\mu\text{m}$  x 9,9  $\mu\text{m}$ , tako da je aktivna ploskev senzorja velika 5,0 mm x 6,6 mm, standardna diagonala pa meri 12,7 mm. Ob vsakem pikslu sta integrirana fotodiode in ojačevalnik. Na izhodu ojačevalnika se ustvari napetost, ki je sorazmerna osvetlitvi fotodiode. Slikovni senzor ima vgrajen 10-bitni analogni/digitalni (A/D) pretvornik, ki pretvori izhodno nape-

tost ojačevalnika v digitalni signal. Tako ima senzor 10 priključkov za prenos slike, preko katerih je mogoče prenašati podatke pri frekvenci do 66 MHz. Priključke neposredno povežemo na vhode FPGA-vezja.

Za pritrditev slikovnega senzorja smo razvili tiskano vezje, ki je enako veliko kot modul TE0300. Na tiskanem vezju (slika 4) sta poleg senzorja še priključka za USB-vodilo ter dodatne vhodno-izhodne enote – VI KON. (asinhroni serijski vmesnik, signal za sinhronizacijo kamer v sestavljenem sistemu, krmilnik koračnega motorja ...).

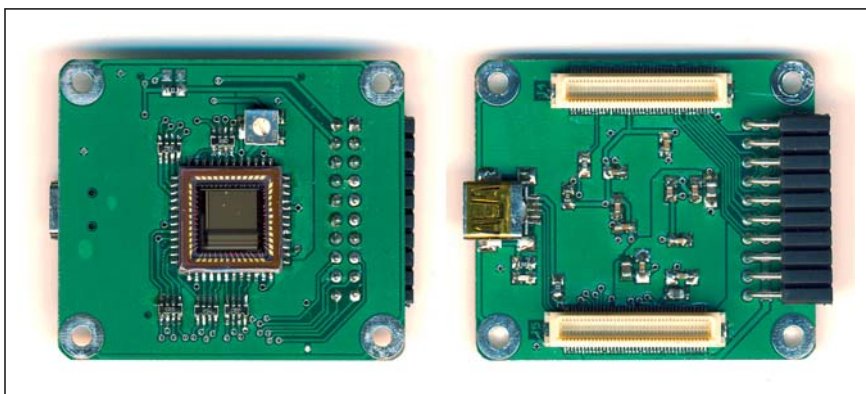
### 2.2 Razvoj jedra za obdelavo slike

Za obdelavo slike smo razvili aritmetično-logično vezje XPS\_PEAK,



Slika 3. Blokovni diagram celotnega sistema

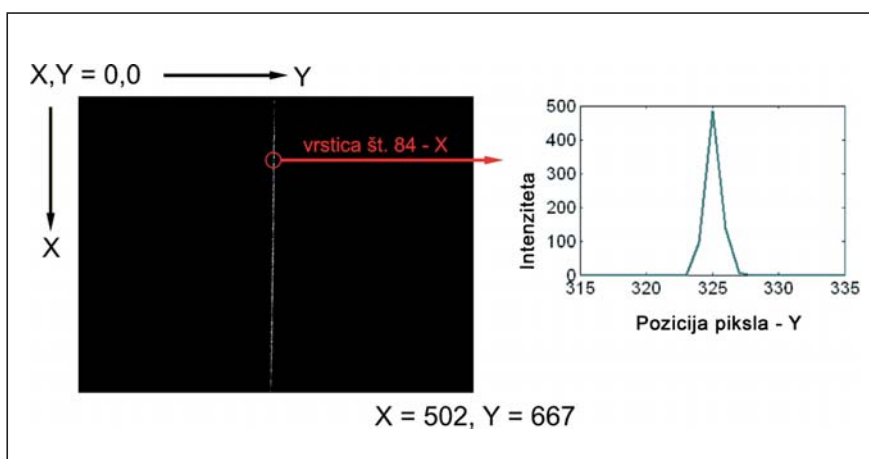




Slika 4. Tiskano vezje za povezavo slikovnega senzorja z modulom TE0300

ki zna iz signala slikovnega senzorja izluščiti pozicijo laserske črte. To potem pošljemo na PC, ki izračuna koordinate projekcije na merjencu.

ti 196 slik na sekundo, moramo torej v sekundi zajeti  $196 \times 334.834 = 65.627.464$  pikselov. Ker intenzivnost signala za vsak piksel opišemo z 10-



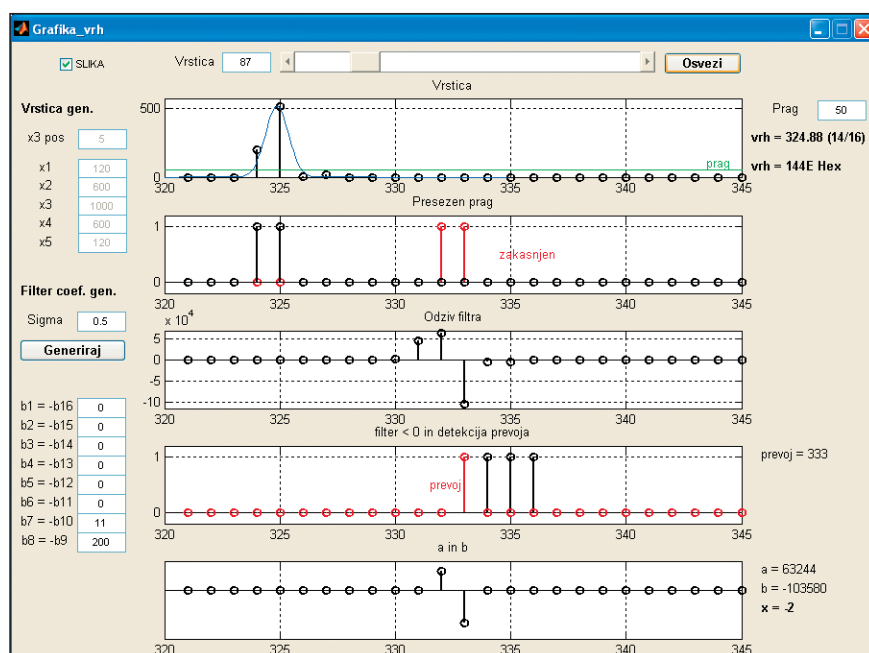
Slika 5. Zajeta slika laserske črte, kot jo vidi kamera, s povečano vrstico v območju črte

bitnim zapisom, to pomeni, da mora pasovna širina celotnega sistema omogočati obdelavo 10 bitov v 15 ns (ura 66 MHz), kar znaša 83 MB/s. Najboljša rešitev za obdelavo slike je sinhroni računalnik, ki obdeluje tok podatkov z enako hitrostjo, kot ta prihaja iz senzorja za zajem slike. Hitrost računalnika je torej pogojena s frekvenco prenosa slike.

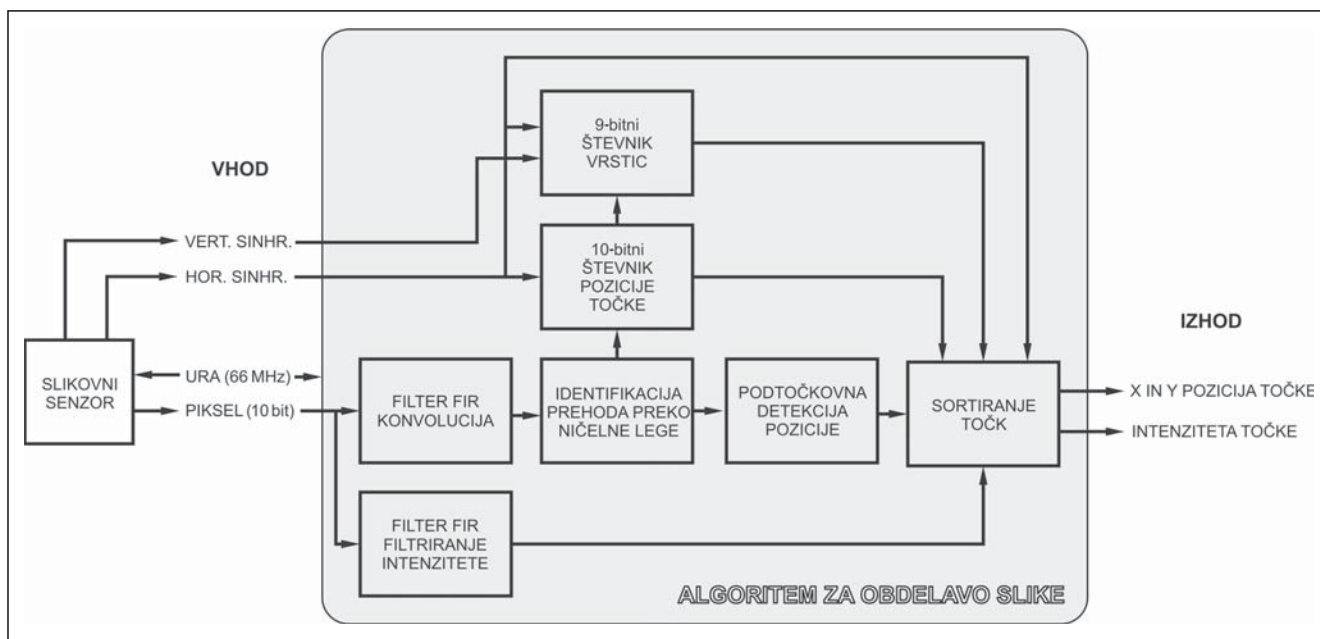
Razvoja algoritma za analizo slike smo se lotili v programskem paketu Matlab. Razvili smo interaktivni grafično podprti model (slika 6), ki naloži sliko laserske črte ter izračuna točke profila v kamerinem koordinatnem sistemu [5, 6]. Z drsnikom na vrhu slike izberemo želeno vrstico slike, vrednosti intenzitete za izbrano vrstico v območju laserske črte pa so prikazane v zgornjem diagramu. V diagramu pod njim so logične vrednosti za detekcijo laserske črte (presežen prag). V tretjem diagramu je prikazan signal, ki izstopa iz konvolucijskega filtra FIR (angl. Finite Impulse Response – filter s končnim impulznim odzivom). V četrtem diagramu je prikazana detekcija prevoja, v petem (spodnjem) diagramu pa izločeni vrednosti levo (a) in desno (b) od prevoja. Pozicija točke, ki jo izračunamo s podtočkovno detekcijo, pa je izpisana v desnem zgornjem vogalu slike 6.

Senzor pošilja sliko v obliki toka podatkov, ki je strukturiran v vrstice, začetek in konec vrstice pa določa signal za horizontalno sinhronizacijo. Vertikalna sinhronizacija pa določa začetek in konec slike. Laserska črta poteka preko vrstic senzorja, kot je prikazano na sliki 5. Za določitev oblike merjenca moramo čim bolj natančno določiti pozicijo slike laserske črte na senzorju. Slika iz senzorja prihaja kot zaporedje pikselov, tj. od izhodišča ( $X = 0, Y = 0$ ) do konca prve vrstice ( $X = 0, Y = 667$ ). Nato začne izpisovati drugo vrstico ( $X = 1, Y = 0$ ) in tako naprej vse 502 vrsti. Na desni strani slike 5 je izrisan del signala za 84. vrstico za območje od  $Y = 315$  do  $Y = 335$ .

Ena slika torej obsega  $502 \times 667 = 334.834$  pikselov. Če hočemo zajema-



Slika 6. Interaktivni model algoritma za analizo slike



Slika 7. Blokveni diagram algoritma za obdelavo slike

Algoritem za izračun koordinat točke vsebuje le take elemente, ki so primerni za implementacijo v logičnem vezju. Taki elementi so na primer konvolucija z uporabo filtra FIR, filtriranje z gibljivim povprečenjem in razne celoštevilčne primerjave. Ko smo algoritem temeljito preizkusili na modelu, smo shranili koeficiente za izdelavo konvolucijskega filtra v FPGA.

Programska oprema za FPGA je bila razvita z Xilinxovimi orodji ISE, ki se uporabljajo za razvoj programov za namensko razvita logična vezja. Za razvoj konvolucijskega filtra smo uporabili programsko orodje FIR Compiler, ki je del orodij ISE.

Na *sliki 7* je prikazano, na kakšne funkcijske enote smo razdelili aritmetično-logično vezje za obdelavo slike. Na vhodu v vezje imamo 10-bitov široko vodilo za prenos slike in dva sinhronizacijska signala. Vse signale s sensorja beremo preko vstopnih registrov pri frekvenci do 66 MHz.

Vstopne slikovne podatke nato vodimo v dva paralelna filtra FIR. Z enim filtrom računamo konvolucijo, z drugim pa zgladimo intenziteto signala. S konvolucijskim filtrom FIR intenziteto hkrati zgladimo in odvajamo. Nato v konvoluiranem (odvedenem)

signalu poiščemo prehod čez ničelno lego, ki predstavlja vrh intenzitete. Ta prehod sproži podtočkovno detekcijo (interpolacijo med dvema piksloma) in shrani podatek na številniku pozicije točke (celoštevilični del koordinate Y) ter zglajeno intenziteto. Podtočkovna detekcija iz leve in desne točke od prehoda čez ničlo izračuna pozicijo ničelnega prehoda na 1/16 piksla natančno. Na koncu preračuna točke sortiramo, ker je v eni vrstici več ničelnih leg. Za vsako vrstico izberemo le tisto, ki ima najvišjo zglajeno intenziteto. Podatki za eno 3D točko vsebujejo 32 bitov: 14 bitov za pozicijo točke v vrstici, 10 bitov za številko vrstice in 8 bitov za podatek o intenziteti. Pri hitrosti zajema 196 slik na sekundo je tako izhodna podatkovna pasovna širina 400 kB/s, kar je za 200-krat manj kot pasovna širina zajema slike. Za tako nizko pasovno širino bi lahko uporabili tudi kakšen drug počasnejši vmesnik. TE0300 namreč omogoča do 38 MB/s pasovne širine preko USB, kar s pridom izkoristimo pri predogledu žive slike s slikovnega vezja.

Največji problem pri razvoju jeder za FPGA so zakasnitve posameznih procesov (logični elementi + povezave med njimi). V našem primeru nobena zakasnitev procesa ne sme biti večja od 15 ns. Če nam to ne uspe, potem se morajo kritični procesi razbiti v

več procesov, ki se lahko izvršijo v enem urnem ciklu. Čas, ki preteče od vstopa zadnjega podatka o intenziteti v vezje do izstopa zadnjega podatka o poziciji laserske črte, imenujemo latenca. Pri tem moramo poudariti, da nobenega podatka ne izpustimo. Več kot imamo procesov, ki si sledijo drug za drugim, večja je latenca. V našem primeru je latenca znašala 42 urnih ciklov ali 630 ns. Latenca ne vpliva na točnost izračuna, saj tudi vse ostale signale temu ustrezno zakasnim.

Po izračunu podatke prenesemo v zunanji pomnilnik, kjer jih skladiščimo, dokler jih preko USB ne prenesemo na PC. Za dostop do zunanjega pomnilnika DDR SDRAM smo uporabili visoko zmogljiv pomnilniški krmilnik MPMC (angl. Multi Port Memory Controller) [8]. MPMC ima 400 MB/s (megabajtov na sekundo) pasovne širine pri frekvenci 100 MHz in omogoča priklop do 8 različnih vodil, ki delujejo sočasno. V našem primeru je nanj priključen krmilnik NPI\_DMA za hiter prenos podatkov brez obremenjevanja procesorja. Ta prenaša podatke iz sensorja v jedro za obdelavo slike XPS\_PEAK ter na USB preko XPS\_FX2.

Jedra na *sliki 8*, ki so obarvana modro, so bila razvita na novo v jeziku VHDL (angl. Very High Speed Hardware



descriptive Language), ki je eden od standardnih jezikov za programiranje FPGA. Od programskih jezikov se razlikuje po tem, da omogoča opis sočasnih procesov, česar jeziki za mikroprocesorje ne omogočajo. Sočasnost in paralelnost omogočata izjemno hitro obdelavo podatkov in prave »real-time« odločitve pri zelo nizki porabi energije. Kamera namreč porabi le 2 W električne energije.

### 2.3 Razvoj ugnezdenega mikroprocesorskega sistema

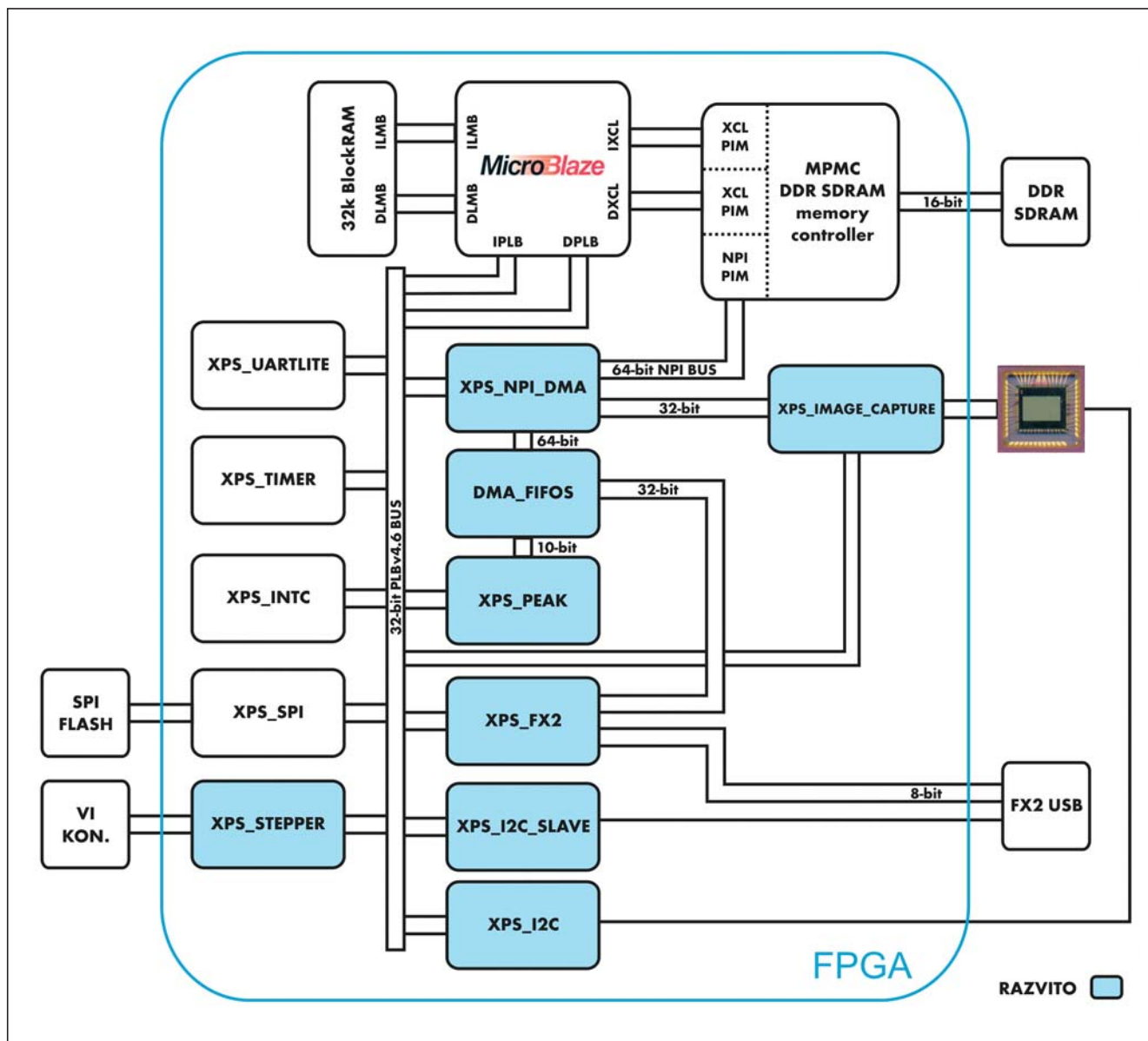
Ugnezdeni mikroprocesorski sistem služi kot v aktivni vmesnik med PC-jem in slikovnim sensorjem ter dodatnimi vhodno-izhodnimi napravami in omogoča fleksibilno konfiguracijo

kamere. Razvit je bil s Xilinx-ovimi orodji EDK in SDK. EDK je orodje za mikroprocesorskega jedra in perifernih enot v vezju FPGA, SDK pa je orodje za razvoj programske opreme za te ugnezdene mikroprocesorske sisteme [8].

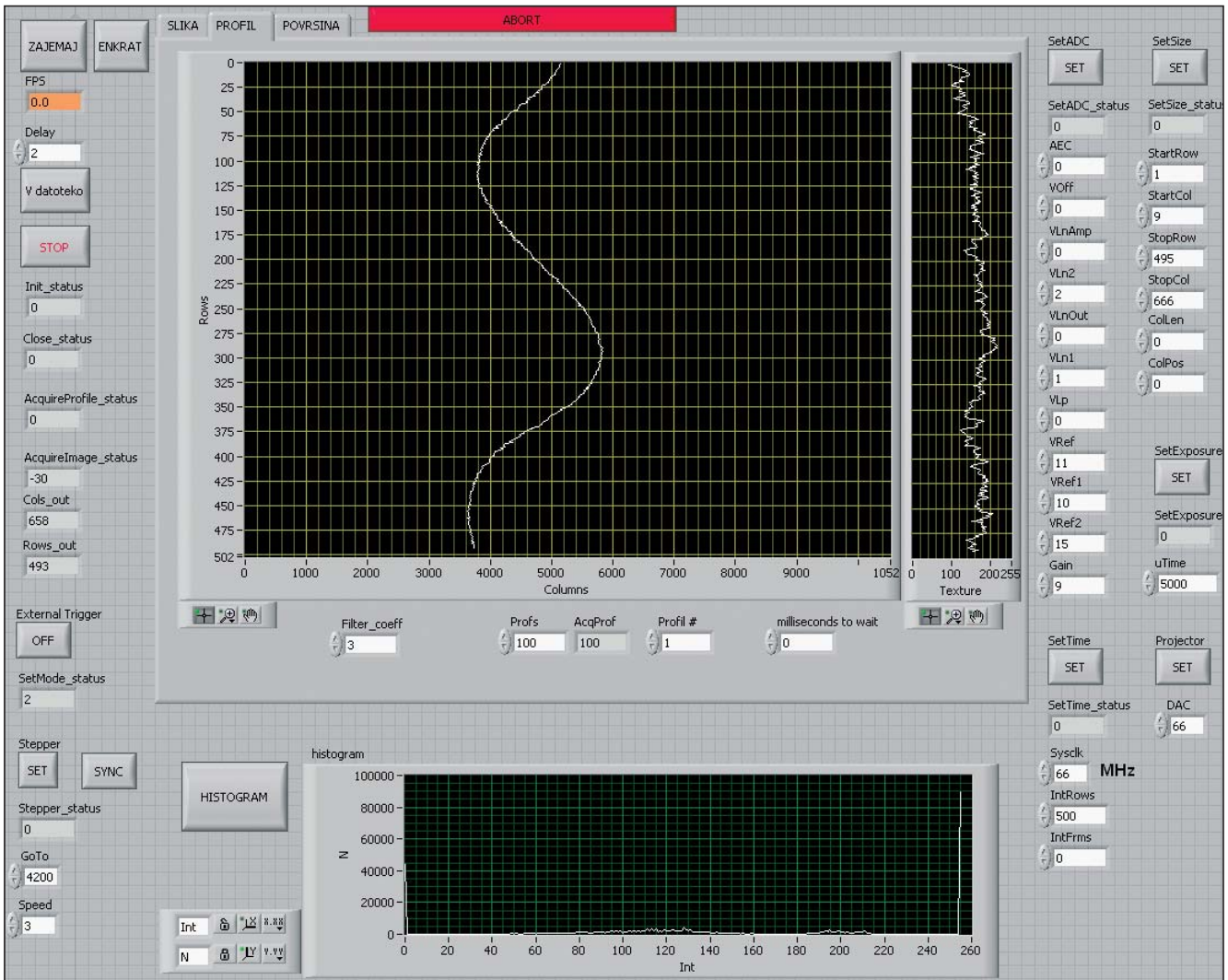
Jedro sistema predstavlja zmogljiv 32-bitni mikroprocesor MicroBlaze, ki deluje pri frekvenci 50 MHz in izvaja programsko kodo iz 32 kB velikega notranjega pomnilnika (slika 8). Sistem vsebuje še periferne enote za komunikacijo s senzorjem (XPS\_I2C), FLASH-pomnilnikom (XPS\_SPI), koračnim motorjem (XPS\_STEPPER), časovnik, asinhroni serijski vmesnik ... Vse periferne enote procesor naslavlja preko PLB-vodila in tako krmili celotni sistem.

### 2.4 Razvoj programske opreme za PC

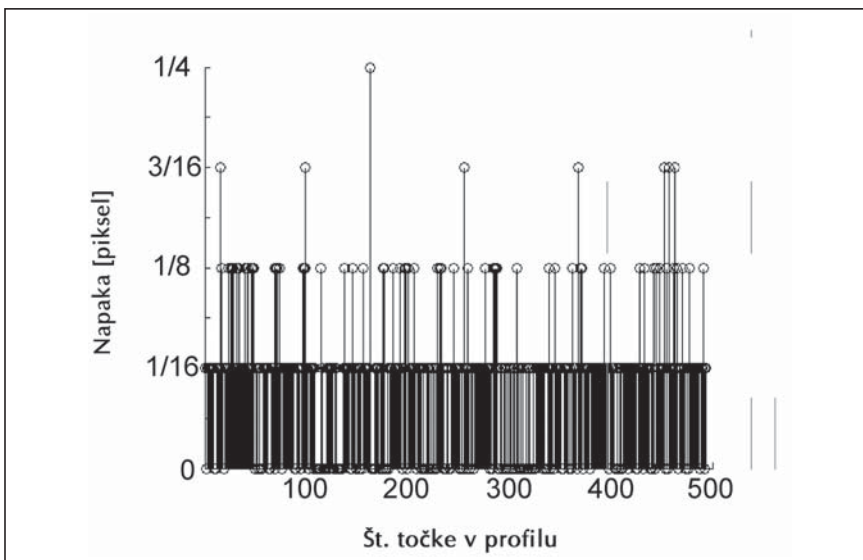
Za ogled zajete slike in profilov smo razvili dinamično knjižnico (angl. DLL Dynamic Link Library), ki omogoča integracijo v različne grafične uporabniške vmesnike. Knjižnica je bila razvita v programskem jeziku C++ v razvojnem okolju Microsoft Visual Studio. Za začetni prikaz in shranjevanje zajetih podatkov ter nastavitve kamere smo uporabili grafično okolje LabView (slika 9). Ta program omogoča prikaz slike s slikovnega sensorja kot tudi prikaz zajetih profilov v realnem času. Poleg ogleda in shranjevanja zajetih podatkov omogoča tudi nastavitve vseh parametrov kamere.



Slika 8. Blokovni diagram ugnezdenega sistema znotraj FPGA



Slika 9. Okno za prikaz podatkov



Slika 10. Prikaz šuma detekcije pri mirovanju merjenca

V okviru testiranja kamere smo izvedli analizo delovanja algoritma za analizo profilov. Na mirujočem

merjencu smo zajeli 100 profilov. Za vsako točko v profilu smo določili razliko med minimalno in maksimal-

no vrednostjo, ki sta bili zajeti znotraj vzorca 100 profilov.

Na *sliki 10* je prikazan diagram razlik v odvisnosti od zaporedne številke točke v profilu. Na ta način lahko ocenimo velikost šuma, ki je posledica zajema in analize slike. Kot vidimo, ta le redko seže preko 1/8 piksela.

### 3 Zaključek

Zasnovali, razvili in izdelali smo hitro kamero za potrebe laserske profilometrije. Pri tem smo uporabili FPGA za procesiranje slike. Na ta način lahko zajamemo in obdelamo do 196 celih slik na sekundo. S tem smo omogočili bistveno povečanje hitrosti 3D meritev površin hkrati z razbremenitvijo osebnega računalnika. Izračunani profil vsebuje 494 točk, ki imajo 14-bitno ločljivost pozicije. Poleg pozicije vsaka točka vsebuje tudi podatek



o intenziteti laserske črte, ki ga lahko uporabimo za prikaz sivinske teksture na senčenem 3D modelu površine.

Razvita kamera je bila vgrajena v različne sisteme: sistem za merjenje oblike obraza, sistem za karakterizacijo učinka večvrstnih laserskih bliskov na obsevano površino, sistem za 3D lasersko označevanje, sistem za merjenje geometrije gumijastih cevi ter eksperimentalni mobilni robot [4, 9].

Hitrega senzorja MT9V403 ne izdelujejo več, dobavljiv pa je njegov naslednik MT9V034, ki pa zmora zajeti le do 65 slik na sekundo, a ima malenkost višjo ločljivost in boljše razmerje signal/šum. Ta je vgrajen v zadnjo generacijo FPGA-kamer tipa Cameleon, ki jih proizvaja podjetje Optomotive [10]. Te omogočajo priklop in obdelavo slike z do treh senzorjev hkrati. Na ta način lahko z eno samo kamero nadomestimo tri klasične kamere. S tem lahko merimo

kompleksnejše objekte ali pa lahko povečamo hitrost merjenja, merilno območje ali ločljivost. Poleg tega so vsi trije senzorji natančno sinhronizirani pri polni hitrosti, kar s klasičnimi kamerami ponavadi ni mogoče.

### Reference

[1] S. Kilts, »Advanced FPGA Design: Architecture, Implementation, and Optimization«, Wiley-IEEE Press, 2007.

[2] Podatkovni list za hitri profilometer VDS Vosskühler ZPS-1000 ([http://www.vdsvossk.de/download/doc/en/ZPS-1000\\_Datash-eet\\_V2\\_00\\_en.pdf](http://www.vdsvossk.de/download/doc/en/ZPS-1000_Datash-eet_V2_00_en.pdf))

[3] Predstavitev hitrih profilometrov SICK IVP Ranger in Ruler ([http://www.sickivp.com/sick-ivp/products/3d\\_cameras/](http://www.sickivp.com/sick-ivp/products/3d_cameras/))

[4] A. Gorkič, »Optodinamska karakterizacija in nadzor laserskih obdelovalnih procesov z večvrstnimi laserskimi bliski«, doktor-

sko delo, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2007.

[5] D. Bračun, »Meritev oblike teles na osnovi laserske triangulacije«, doktorsko delo, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2002.

[6] M. Jezeršek, »Laserski sistem za tridimenzionalno merjenje hitro spreminjajoče se oblike teles«, doktorsko delo, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2004.

[7] Predstavitev industrijskega modula TE0300 (<http://www.trenz-electronic.de/products/fpga-boards/trenz-electronic/industrial-micromodules.html>).

[8] Spletna stran dokumentacije za Xilinx EDK ([http://www.xilinx.com/ise/embedded/edk\\_docs.htm](http://www.xilinx.com/ise/embedded/edk_docs.htm)).

[9] L. Kuščer, »Sistem za detekcijo ovir na osnovi kamere z vgrajenim slikovnim procesorjem«, Ventil 14/5, 2008, s. 464–468.

[10] Spletna stran podjetja Optomotive (<http://www.optomotive.si>).

## Developing a camera with a built-in programmable image processor

**Abstract:** For laser profilometry applications we developed a high speed camera with a 667 x 502 pixels imaging sensor connected to a Xilinx Spartan 3E FPGA which processes the acquired images in real time. For a connection to a PC we used USB2.0 bus, whose bandwidth (38 MB/s) is not enough for image transmission at the high acquisition speed allowed by the imaging sensor. To reduce the required bandwidth we developed a custom arithmetic-logic circuit which calculates the position of the laser line from the acquired image with a sub-pixel resolution. The calculated profiles are sent to the PC, which calculates 3D coordinates of the measured object surface. Using the local image processing we have achieved up to 196 profile measurements per second. Several such cameras can be synchronized into a system that allows the acquisition of 3D surface shape of complex objects.

**Keywords:** lasers profilometry, imaging sensor, FPGA, image processing,



TEHNOLOŠKI PARK LJUBLJANA  
01

t: 01 477 66 13  
f: 01 426 18 79  
e: info@tp-lj.si  
www.tp-lj.si

Tehnološki park Ljubljana d.o.o.  
Teslova ulica 30  
SI-1000 Ljubljana

# 42.

# MOS

Sejem vseh sejmov



## MEDNARODNI OBRTNI SEJEM

### CELJE, 9.-16. SEPTEMBER 2009

[www.ce-sejem.si](http://www.ce-sejem.si)

**SERVO VENTILI, PROPORCIONALNI VENTILI IN RADIALNO-BATNE ČRPALKE**

# MOOG

### Zakaj radialno-batne visokotlačne črpalke MOOG?

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

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

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

**ZASTOPA IN PRODAJA**

**PPT commerce d.o.o.**

Pavšičeva 4

1000 Ljubljana

Slovenija

tel.: +386 1 514-23-54

faks: +386 1 514-23-55

e-pošta: [ppt\\_commerce@siol.net](mailto:ppt_commerce@siol.net)



**Orbitalni hidromotorji, z zavoro ali z dodatnimi blok ventili**



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



**MOOG HYDRAULIC**



# Od sensorja do prave odločitve

Stanko STRMČNIK, Đani JURIČIĆ, Bojan MUSIZZA, Janko PETROVČIČ

**Izvleček:** Mehanizem vodenja je lasten vsem ciljno usmerjenim sistemom, pa naj bodo to živi organizmi, tehnični sistemi ali pa sociološki in družbenoekonomski sistemi. Kvaliteta vodenja je zelo odvisna od tega, kar vemo o sistemu, ki ga vodimo, in njegovi okolici. Zato seveda potrebujemo ustrezne sensorje in pa postopke, kako od sensorjev priti do prave informacije, ki je potrebna za odločitev. V delu predstavljamo sistemski pogled na vodenje in informacije ter podajamo nekatere principe pridobivanja informacij in znanja iz podatkov. S pomočjo konkretnih primerov bomo prikazali reševanje dveh problemov. Prvi se nanaša na ekstrakcijo informacije, ki v signalu obstaja, vendar je zakrita, drugi pa na sintezo informacije z uporabo dodatnega apriornega znanja. V prvem primeru gre za nadzor kvalitete v proizvodnji elektromotorjev, v drugem pa za problematiko merjenja globine anestezije med operacijo.

**Ključne besede:** sensorji, podatki, informacija, vodenje, nadzor kvalitete, ugotavljanje globine anestezije,

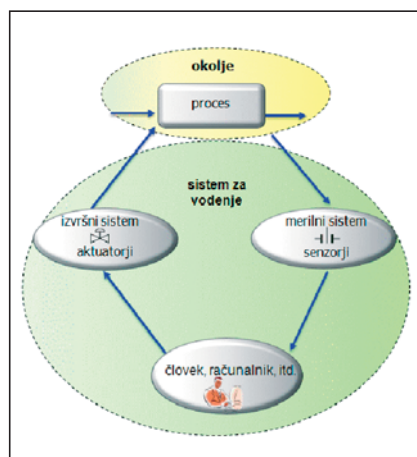
## 1 Uvod

Vodenje (obvladovanje, upravljanje) je eden od ključnih univerzalnih mehanizmov v naravi in družbi. Vsak sistem, ki je ciljno usmerjen, pa naj bo to živi organizem, tehnični sistem ali pa sociološki oziroma družbenoekonomski sistem, mora imeti neko obliko vodenja. Dober mehanizem vodenja mu omogoča, da v procesu naravne selekcije (v borbi za hrano, prostor, ugodno okolje, na trgu, ...) preživi. S stališča sistemske teorije večkrat rečemo, da je vodenje imantna lastnost dinamičnih sistemov, ki zagotavlja njihovo integriteto. Preprosteje povedano: vodenje zagotavlja, da sistem opravlja svoje poslanstvo, da torej dela to, kar je njegov namen.

Pravega vodenja pa ni brez sensorjev in aktuatorjev. Kvaliteta in uspešnost vodenja sta namreč po eni strani bistveno odvisni od tega, kar vemo o sistemu, ki ga vodimo, in njegovi

Prof. dr. Stanko Strmčnik, univ. dipl. inž., prof. dr. Đani Juričić, univ. dipl. inž., dr. Bojan Musizza, univ. dipl. inž., dr. Janko Petrovčič, univ. dipl. inž., Institut Jožef Stefan, 1000 Ljubljana

okolici, po drugi strani pa od načina izvajanja ukrepov, za katere smo se odločili. V našem delu se bomo omejili na del, ki je povezan s sensorji, in skušali pokazati, da je od sensorjev do prave odločitve še zelo dolga pot.



**Slika 1.** Univerzalna struktura sistema za vodenje na fizičnem nivoju

V drugem poglavju bomo na kratko podali sistemski pogled na vodenje in informacije, nato bomo v tretjem poglavju nakazali pot od podatkov do informacij za odločanje. Četrto poglavje bomo posvetili primeru nadzora kvalitete v proizvodnji elektromotorjev, peto pa ugotavljanju globine anestezije med operacijo. Sledil bo kratek zaključek.

## 2 Sistemski pogled na vodenje in informacijo

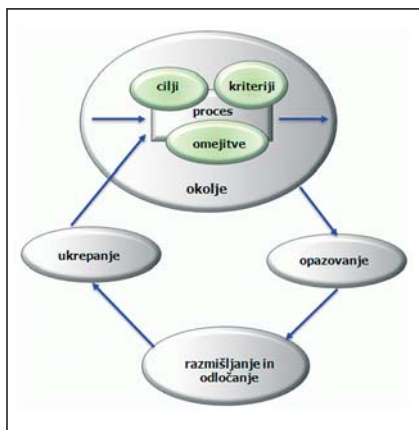
Pojma vodenja in informacije sta tesno povezana, zato se postavlja vprašanje ali je mogoče povezavo med njima obdelati na bolj konceptualni ravni, oziroma ali je mogoč nek celostni ali sistemski pogled na problematiko. Pokaže se, da je to do neke mere mogoče narediti. V nadaljevanju si bomo ogledali na kakšen način.

### 2.1 Predstavitev univerzalnega mehanizma vodenja

Vodenje je proces, s katerim vplivamo na delovanje (obnašanje) sistema z namenom, da dosežemo nek cilj. Shematsko ga lahko predstavimo s splošno povratnozančno shemo, ki prikazuje povezave med posameznimi fizičnimi elementi, ki sodelujejo v procesu vodenja (slika 1).

Vidimo, da gre za povratnozančni mehanizem, v katerem igrajo ključno vlogo sensorji in aktuatorji.

Če postavimo zadeve nekoliko bolj konceptualno in se vprašamo, ka-tere aktivnosti sestavljajo proces vodenja, potem dobimo shemo, ki jo vidimo na sliki 2.



Slika 2. Univerzalna struktura vodenja na konceptualnem nivoju

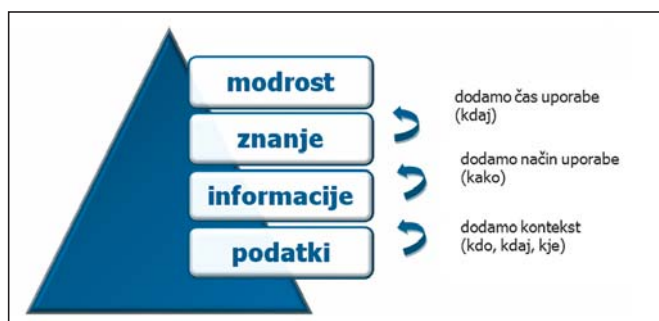
Očitno je, da je vodenje aktivnost, sestavljena iz opazovanja procesa in njegovega okolja, razmišljanja in odločanja o primernih ukrepih ter izvrševanja teh ukrepov [1].

Da lahko to uspešno delamo, moramo poznati proces, ki ga vodimo, trenutno stanje njegovih vhodov in izhodov in pa seveda cilje vodenja ter kriterije in omejitve, ki bodo ključno vplivali na uspešnost vodenja.

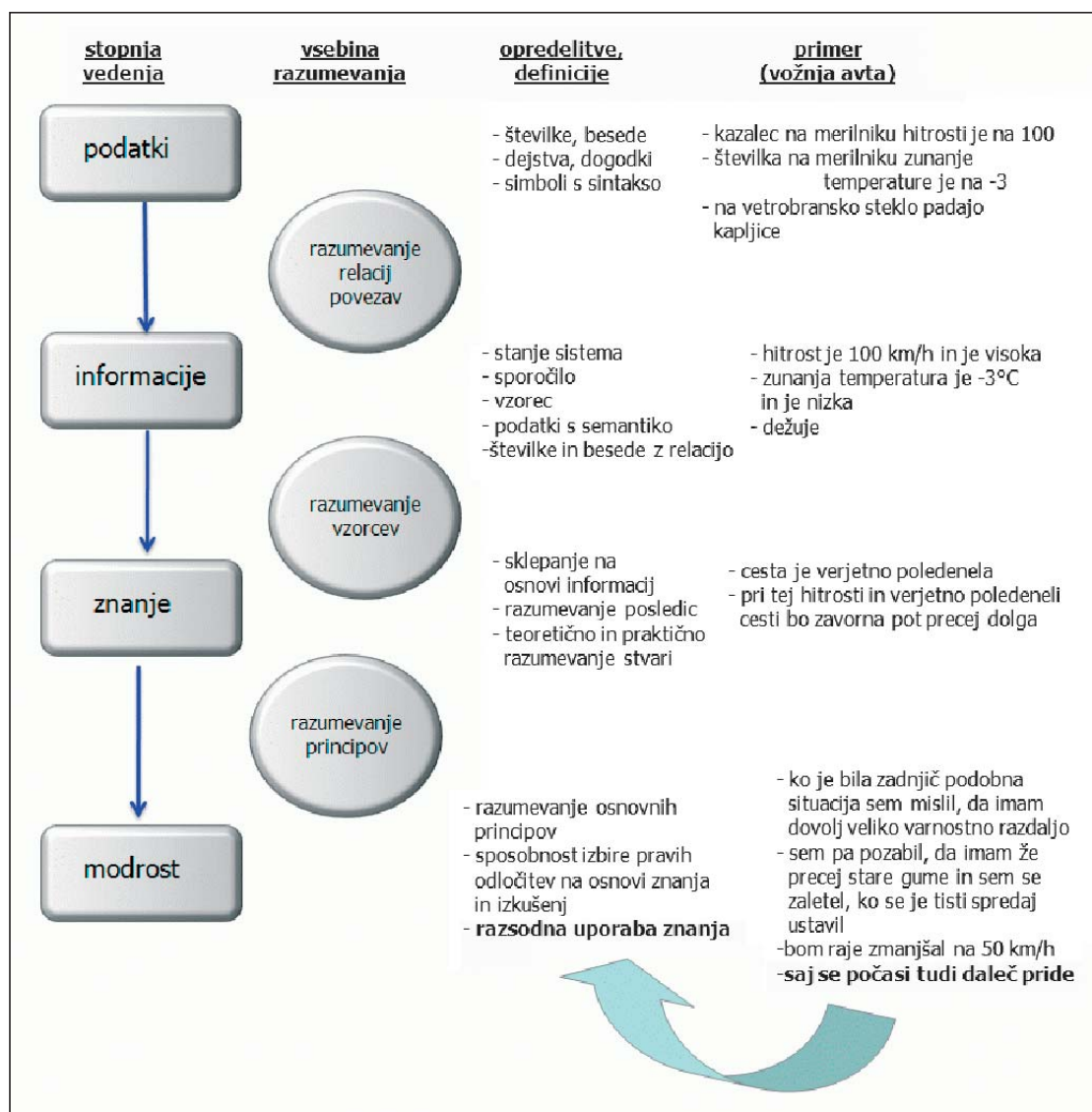
Potrebujemo torej različne podatke, številne informacije in precej znanja. Relevantno vprašanje je, ali je mogoče med podatki, informacijami in znanjem vzpostaviti neko podobno univerzalno relacijo kot pri vodenju, ki bi nam pomagala pri obvladovanju problematike.

## 2.2 Piramida informacij/znanja

Kratek vpogled na področje informacijskih znanosti in znanosti o upravljanju znanja pokaže, da obstaja nek univerzalni model. Znan je pod imenom model DIKW (DIKW = Data Information Knowledge Wisdom) ali piramida informacij/znanja [2] (glej sliko 3). Gre za način strukturiranja



Slika 3. Piramida informacij/znanja



Slika 4. Podrobnejša razlaga piramide informacij/znanja

posameznih elementov v hierarhično celoto in opredelitev relacije med njimi.

Obstajajo številne različne interpretacije piramide in predvsem različna mnenja, kje so meje med posameznimi nivoji [2], [3], [4]. Nekoliko podrobnejša razlaga je podana na *sliki 4*.

Na njej v prvi koloni, ki smo jo poimenovali »stopnja vedenja«, navajamo posamezne elemente piramide, v drugi koloni opredeljujemo, kaj je potrebno razumeti, da iz podatkov pridemo do informacije, iz informacije do znanja in iz znanja



do modrosti. V tretji koloni podajamo različne definicije za podatke, informacije, znanje in modrost, ki jih je mogoče dobiti v literaturi, četrta kolona pa prikazuje primer.

### 2.3 Relacija med univerzalnim mehanizmom vodenja in modelom DIKW

Če skušamo potegniti relacijo med univerzalnim mehanizmom vodenja in modelom DIKW, potem lahko ugotovimo predvsem naslednje:

**Opazovanje** ni nič drugega kot pridobivanje podatkov, informacij in znanja (zaporedno – drugo iz drugega, vzporedno – neodvisno drug od drugega).

do primera. Nedvomno pa je res, da za učinkovito in kvalitetno vodenje sistemov (procesov), ki delujejo v dinamičnem okolju (z motnjami) in se morajo odzivati na spremenljive zahteve, *potrebujemo relevantne in pravočasne informacije o stanju sistema in njegove okolice*. Zato je za nas ključno, *kako od podatkov priti do koristne (prave) informacije*; to je tiste, ki je neposredno ali posredno relevantna za odločanje.

### 3 Od podatkov do informacije za odločanje

Kako hitro in učinkovito od podatkov do prave informacije je vprašanje, s katerim se ukvarjajo različne discipline in področja, kot npr.: obdelava podatkov, obdelava signalov,

razpoznavanje vzorcev, teorija informacij, sistemska teorija, teorija vodenja, umetna inteligenca itd.

Obstaja tudi ogromno različnih postopkov, kot npr.: čiščenje podatkov, časovna analiza, frekvenčna analiza, valčna analiza, strojno uče-

nje, redukcija podatkov, redukcija dimenzij, rudarjenje podatkov, ekstrakcija značilnk itd.

Postavlja pa se vprašanje, ali obstaja kakšen univerzalni recept, ki bi nas od podatkov pripeljal do prave informacije.

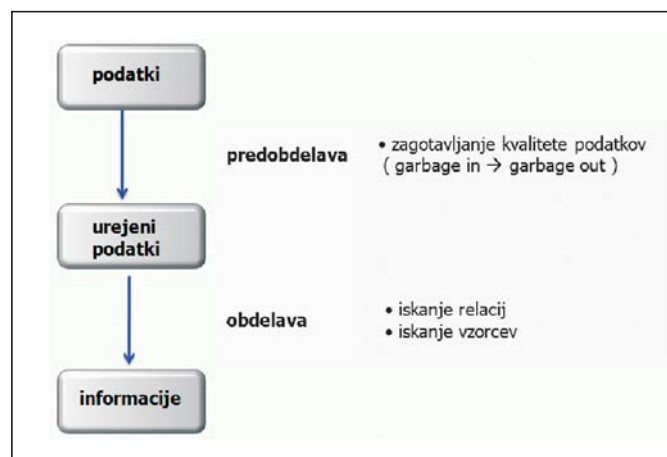
To, na kar se prav gotovo lahko naslonimo, je okvirna struktura pristopa. Ta je sestavljena iz predobdelave in obdelave podatkov (glej *sliko 5*).

Predobdelava nam zagotavlja, da bomo dobili kvalitetne podatke oziroma da bomo iz množice neurejenih podatkov dobili urejene podatke. Obdelava podatkov pa je iskanje vzorcev in relacij, ki tvorijo informacijo.

Medtem ko je predobdelava dokaj standarden postopek in metode dovolj splošno uporabne [5] (glej *sliko 6*), je obdelava zelo problematično specifična. Najti je potrebno pravi pristop in pravo kombinacijo metod, da rešimo dani problem. Problematiko bomo ilustrirali na dveh konkretnih primerih.

### 4 Nadzor kvalitete v proizvodnji elektromotorjev

Končna kontrola izdelkov je pomemben del procesa zagotavljanja kakovosti v proizvodnji. V kontekstu univerzalnega mehanizma voden-

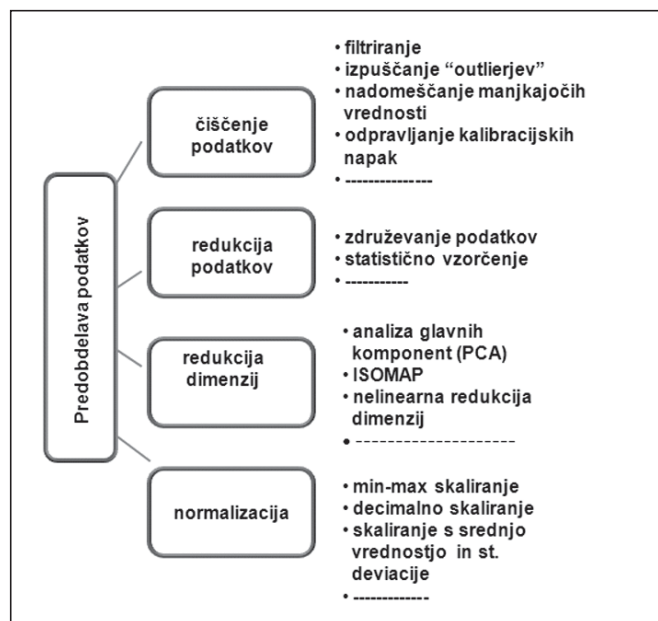


Slika 5. Okvirna struktura sinteze informacij iz podatkov

**Razmišljanje in odločanje** je uporaba informacij, znanja in modrosti za pripravo ukrepov in odločitve o njihovi izvedbi.

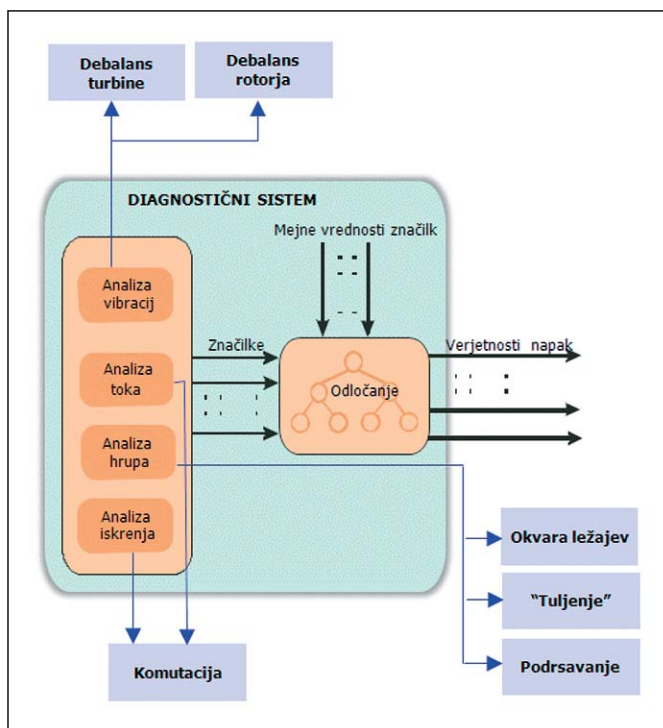
**Ukrepanje** pa je uporaba informacij o odločitvah in ukrepih za potrebe izvedbe ukrepov.

V splošnem pa lahko rečemo, da je vodenje tesno povezano s problematiko podatkov, informacij, znanja in modrosti. Vendar pa je ta povezava zelo kompleksna in ni enoznačna. Prav tako je res, da so nekatere informacije nujne, nekatere ne, nekatere potrebujemo sproti, nekaterih ne. Ni splošnih receptov za to, katere informacije, kdaj in koliko jih potrebujemo. To je odvisno od primera



Slika 6. Shema predobdelave podatkov

ja gre za aktivnost "opazovanje", v njenem okviru določimo "stanje proizvoda", ki nam kasneje po eni strani služi za ločevanje slabih od dobrih proizvodov (klasifikacija), po drugi strani pa lahko vplivamo tudi na izboljšanje procesa proizvodnje. Osredotočili se bomo na nekatere pristope, ki jim pravimo "ekstrakcija značilnk".



Slika 7. Idejna zasnova sistema za odkrivanje napak

Pobližje si bomo ogledali rešitev problema avtomatske analize končne kakovosti pri množični proizvodnji elektromotorjev v tovarni Domel. Domel je eden najpomembnejših proizvajalcev elektromotorjev za sesalnike v svetu in je drugi po tržnem deležu v Evropi. Njegovi kupci so Philips, Electrolux, AEG, Rowenta in druga ugledna podjetja. Pritisk po visoki kvaliteti proizvodov (in nizkih cenah) je zaradi tega izjemno visok. Zato je bilo nujno, da iz pretežno ročne in subjektivne končne kontrole kakovosti preide na avtomatski sistem. Ker tako specifičnih sistemov na svetu ni mogoče dobiti, se je podjetje odločilo za razvoj svojega sistema. Pri razvoju smo odigrali ključno vlogo sodelavci Odseka za sisteme in vodenje na Institutu Jožef Stefan. Razvoj je potekal v več etapah in se je začel z aplikativnim raziskovalnim projektom ter zaključil s končnimi implementacijami treh sistemov v tovarni v Železnikih in tovarni na Kitajskem.

Na sliki 7 je idejna zasnova sistema za ugotavljanje napak na elektromotorjih v tovarni Domel.

Dobro bi bilo, da bi bili napisi na slikah povsod enaki. Ali niso drugod z malo začetnico?

izdelek brez napak, in postanejo različne od nič, če se pojavi kakšna od napak. Sledi lokalizacija napake, kjer na osnovi primerjave z mejnimi vrednostmi zna-

Osnova sistema so meritve različnih spremenljivk, kot so vibracije, tok, hrup in iskrenje. Z meritvami dobimo osnovne podatke, iz katerih je treba dobiti prave informacije. V konkretnem primeru je potrebno podatke obdelati tako, da iz njih dobimo nove spremenljivke, ki jim pravimo značilke. Značilke so spremenljivke, ki so enake nič, če je

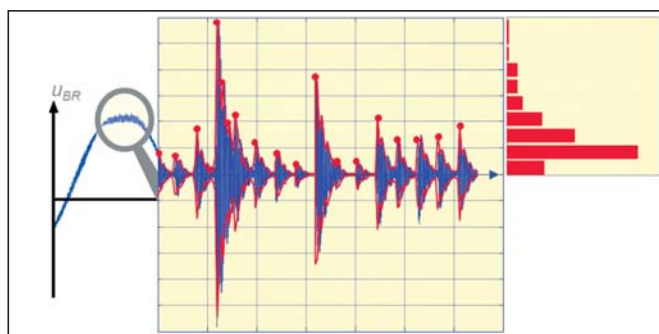
čilk in logičnega sklepanja ugotovimo, za kakšne napake gre, oziroma izračunamo verjetnosti za njihovo prisotnost.

Gre za zelo kompleksen sistem, mi pa se bomo omejili na dva primera, ki kažeta, na kakšen način iz podatkov dobimo pravo informacijo, na osnovi katere se lahko odločimo.

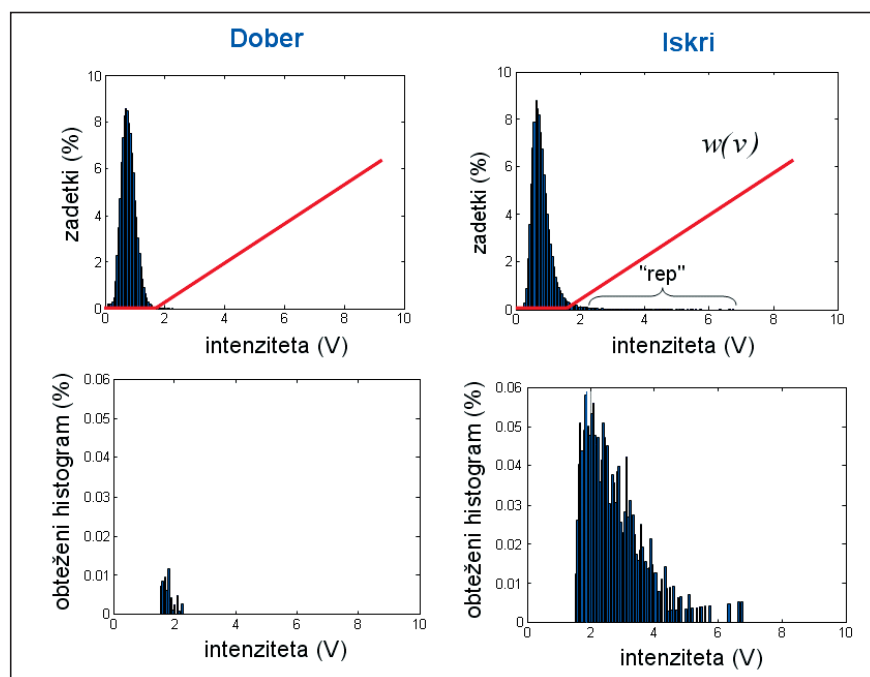
### 4.1 Analiza iskrenja

Glavni vzrok za omejeno življenjsko dobo elektromotorja je obraba ščetk in kolektorja. Stanje ščetk in morebitne napake pri montaži se kažejo v iskrenju motorja.

Izkaže se, da informacijo o iskrenju lahko dobimo iz napetosti na ščetkah elektromotorja, če se zadeve pravilno lotimo [6], [7]. Signal, ki ga dobimo



Slika 8. Prikaz ekstrakcije velikosti isker iz signala napetosti



Slika 9. Ločitev "dobrih" in "slabih" histogramov z utežnostno funkcijo



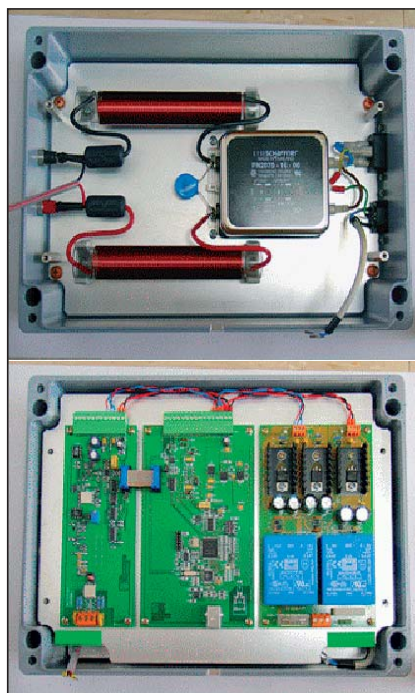
iz meritve, je na prvi pogled videti kot običajen sinusni signal, enak omrežni napetosti 50 Hz. Če malo podrobneje pogledamo, lahko opazimo, da je na njem superponiran visokofrekvenčni signal z značilnimi "izbruhi". Pokaže se, da je velikost "izbruha" neposredno odvisna od velikosti iskre. Večja, kot je iskra, večji je tudi "izbruh" v signalu. Če določimo ovojnico visokofrekvenčnega signala, lahko iz njene amplitude določimo velikost isker, ki jih nato uredimo v histogram. Ideja je ilustrirana na *sliki 8*.

Žal pa se izkaže, da se histogram motorja, ki je dober, od tistega, ki preveč iskri, skoraj ne razlikuje. Gre za komaj opazno razliko v dolžini histograma. Govorimo o t. i. "dolgem repu" in prav tam se skriva ključna informacija. Pri dobrih motorjih namreč takega "repa" ni. Če torej želimo avtomatsko identificirati prisotnost dolgega repa, moramo histogram primerno obtežiti. V našem primeru smo izbrali kar linearno utežnostno funkcijo. Postopek je ilustriran na *sliki 9*.

Končno značilko dobimo tako, da obteženi spekter integriramo, kar je zapisano z naslednjo formulo.

$$\text{značilka} = \int_0^{\infty} h(v) \cdot w(v) dv,$$

$$w = \begin{cases} 0 & \text{for } v < v_0 \\ v - v_0 & \text{for } v \geq v_0 \end{cases} \quad (1)$$



**Slika 10.** Prikaz fizične realizacije merilnika iskenja

Zgradba merilnika oziroma njegova fizična realizacija je podana na *sliki 10*. Merilnik smo tudi patentno zaščitili [8].

Iz navedenega primera je jasno vidno, da smo za ekstrakcijo prave informacije iz podatkov potrebovali vrsto različnih postopkov, ki jih je možno sestaviti v smiselno celoto le z dobrim poznavanjem problema.

## 4.2 Analiza hrupa

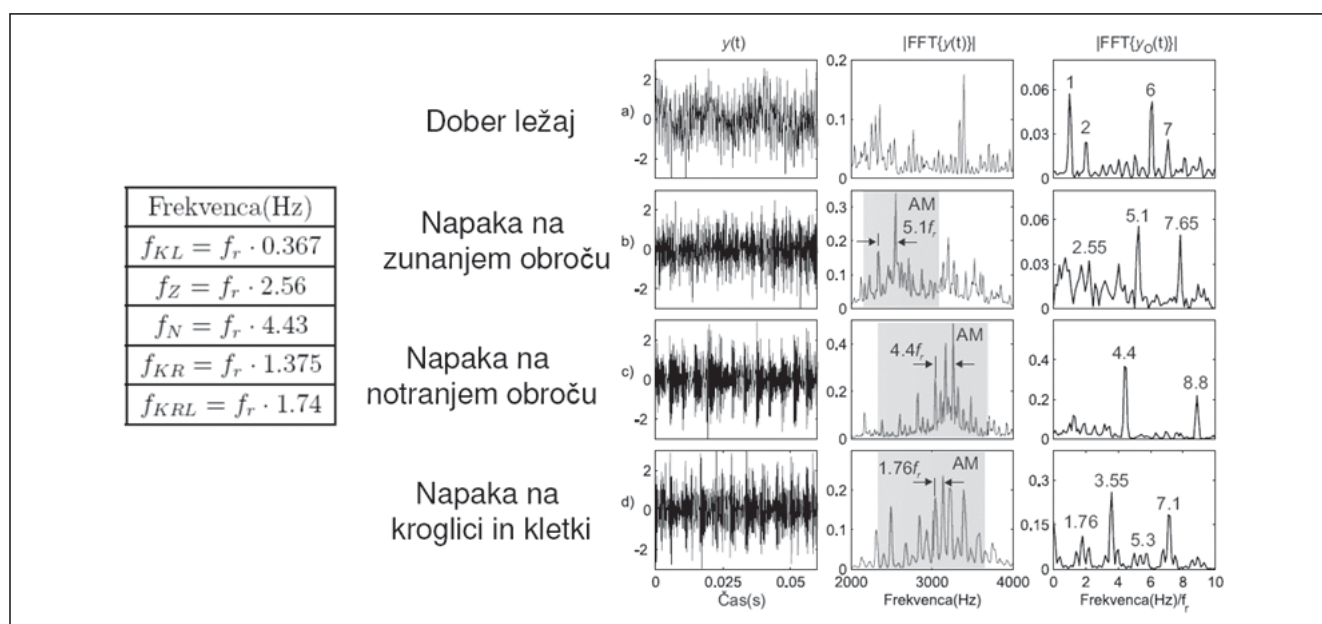
Posebnost našega pristopa je tudi v uporabi hrupa motorja kot vira informacije o stanju mehanskih, predvsem drsnih delov [9]. Samo merjenje zahteva mikrofoni in gluho komoro. Ta zaduši vse moteče hrupe iz okolice in prepreči, da bi vplivali na izid analize.

Oglejmo si primer poškodbe na ležaju. Za boljše razumevanje manifestacije tovrstne poškodbe je pomembno razumevanje geometrije in kinematike ležaja [10]. Na ta način lahko opredelimo, katere karakteristične frekvence se bodo pojavljale pri določenih napakah.

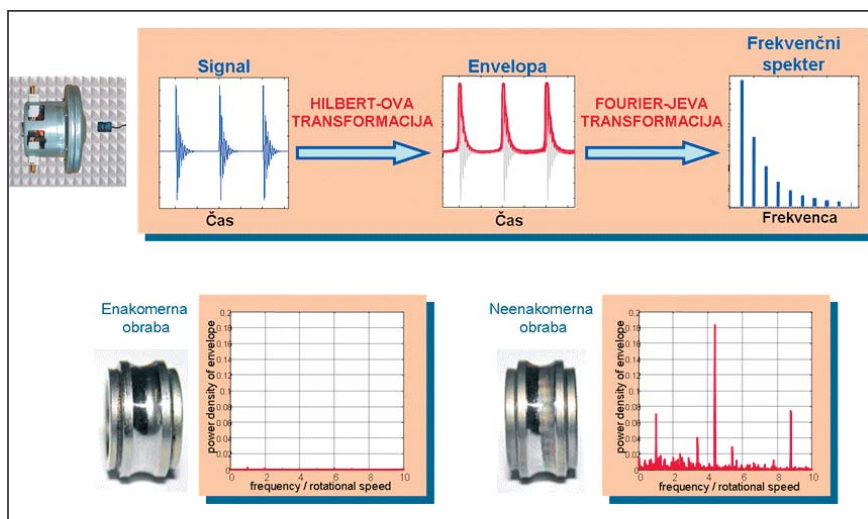
*Slika 11* prikazuje rezultate analize hrupa na motorjih z različnimi poškodbami.

Na levi strani slike so v tabeli podane karakteristične frekvence (izražene s frekvenco vrtenja notranjega obroča ležaja  $f_r$ ), ki jih na osnovi analize ležaja pričakujemo v signalih ob pojavu določenih napak. Kot vidimo, je neposredno iz signala skoraj nemogoče ugotoviti, da je sploh kaj narobe, kaj šele, kaj bi bilo narobe.

Tudi klasična Fourierjeva analiza zataji, saj je Fourierjev spekter poln



**Slika 11.** Analiza hrupa na motorjih z različnimi poškodbami:  $y(t)$  – časovni potek signalov zvoka;  $|FFT\{y(t)\}|$  – amplitudni spekter;  $|FFT\{y_0(t)\}|$  – amplitudni spekter ovojnice



Slika 12. Ideja postopka za odkrivanje napak na ležaju elektromotorja

vrhov, ki se pojavljajo v vseh situacijah. Zaradi tega je povsem neuporaben. Različne poškodbe namreč povzročijo amplitudno modulacijo signala hrupa. Amplitudna modulacija pomeni, da se je informacija preslikala v višje frekvenčno področje. Če bi jo želeli dobiti, bi morali signal demodulirati. Žal pa to ne gre, ker ne poznamo nosilne (modulacijske) frekvence oziroma se ta s časom spreminja.

Zadevo je mogoče rešiti s Hilbertovo transformacijo, s katero pridemo do ovojnice signala.

V spektru ovojnice, do katerega pridemo s Fourierovo transformacijo, pa se jasno pokažejo vrhovi, in to na mestih, ki jih predvideva model ležaja. Zaradi tega je diagnostični algoritem izjemno zanesljiv.

Osnovna ideja postopka je prikazana na sliki 12, kjer lahko jasno vidimo, kakšna je razlika med značilko motorja, pri katerem je ležaj enakomerno obrabljen, in tisto, pri neenakomerno obrabljenem ležaju.

Očitno je, da tudi v tem primeru do uporabne informacije ne moremo priti na preprost način, ampak si po eni strani pomagamo z določenim predznanjem, da opredelimo, kakšna je informacija, ki jo sploh iščemo, po drugi strani pa uporabimo vrsto različnih postopkov, da takšno informacijo, če je v podatkih, tudi najdemo.

Sistem, ki je nastal na osnovi opisanih in še drugih metod, je zelo kompleksen in sposoben odkrivanja številnih napak. Po izjavah tujih ekspertov gre za trenutno najboljši tovrstni sistem na svetu. Na njem je bilo preizkušenih že več milijonov elektromotorjev. Fotografijo dela enega od implementiranih sistemov prikazuje *slika 13*.

## ■ 5 Ugotavljanje globine anestezije med operacijo

Anestezija je kemična perturbacija v organizmu, ki vodi do blokade določenih receptorjev v možganih in (pri splošni anesteziji) do začasne izgube zavesti. Pomembna in nujno potrebna je pri opravljanju operacij. Žal globine anestezije ni mogoče dovolj natančno meriti in temu prirediti optimalnega doziranja anestetika, ki ne bi bilo škodljivo za pacienta. Tako se še vedno dogaja (v ok. 1 % primerov), da so pacienti med splošno anestezijo budni.

To pomeni, da sicer ničesar ne čutijo in ne morejo na nič reagirati, se pa zavedajo in slišijo dogajanje okrog

sebe. Gre za zelo travmatično izkušnjo, ki pušča globoke psihične posledice. Zanesljiva meritev globine anestezije je zato ključnega pomena. Raziskava, ki je usmerjena v rešitev tega problema, poteka v okviru EU projekta BRACCIA [11].

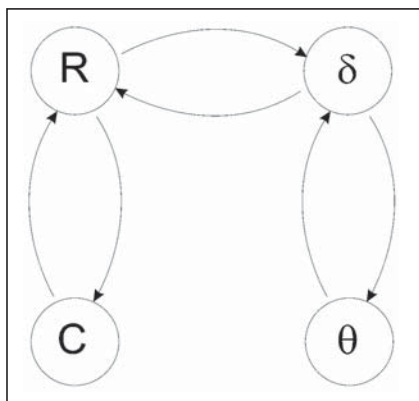
Če na problem pogledamo v kontekstu univerzalnega mehanizma vodenja, gre tukaj za aktivnost "opazovanje", v okviru katere določimo "stanje sistema (opreme)", v katerem potekajo procesi. Tu je sistem, ki ga opazujemo, živo bitje. V kontekstu pridobivanja informacij iz podatkov pa bomo pokazali, kako pridemo do relevantne informacije z uporabo dodatnega znanja v obliki matematičnega modela. Ta pristop je poznan tudi pod imenom »SW-senzor«.

Osnovna hipoteza, na kateri temelji raziskava, je, da je mogoče globino anestezije ugotoviti na osnovi stopnje sklopljenosti med različnimi oscilacijami, ki potekajo v človeškem telesu [12]. Gre predvsem za dihanje, delovanje srca, različne oscilacije v možganih itd. Znano namreč je, da med različnimi oscilatornimi sistemi, ki so med sabo tako ali drugače povezani, prihaja do večje ali manjše sinhronizacije. Ta je odvisna od stopnje in pogojev povezave. V konkretnem primeru smo študirali povezave znotraj kardiovaskularnega sistema, ki so shematsko podane na *sliki 14*.



Slika 13. Implementacija sistema na liniji





**Slika 14.** Diagram prikazuje štiri obravnavane oscilatorje med anestezijo: R – dihanje, C – srce,  $\delta$  – delta valovanja,  $\theta$  – theta valovanja. Puščice med posameznimi oscilatorji predstavljajo interakcije.

Veliki Britaniji, Norveški in Sloveniji. Prirejen je tako za merjenje na testnih živalih (podganah) kot tudi za merjenje na ljudeh. Fotografija sistemov z dodatno opremo je podana na *sliki 15*.

S pomočjo merilnega sistema in uporabe določenih metod filtriranja pridemo do signalov EKG, dihanja in EEG (glej *slika 16*).

Signal EEG je v primerjavi z EKG in dihanjem širokopasoven in vsebuje več valovanj hkrati. S pasovnoprepustnimi filtri smo iz signala EEG pridobili valovanje (0,5–3,5 Hz) in valovanje (3,5–8 Hz). Z uporabo valčne transformacije, Hilbertovega transformata in metode Poincaréjevih ploskev smo izmerjenim signalom določili faze, ki so osnova za določitev stopnje sklopljenosti oscilacij. Stopnjo sklopljenosti pa določimo s pomočjo naslednjega matematičnega modela.

### 5.2 Določanje stopnje sklopljenosti oscilacij

Par sklopljenih oscilatorjev lahko v faznem prostoru predstavimo z naslednjima enačbama [14]:

$$\varphi_{1,2} = \omega_{1,2} + \varepsilon_{1,2} f(\varphi_{1,2}, \varphi_{2,1}) + \zeta_{1,2}(t) \quad (2)$$

kjer sta  $\varphi_{1,2}$  fazi oscilacij,  $\zeta_{1,2}(t)$  parametra šuma,  $\varepsilon_{1,2} \ll \omega_{1,2}$  predstavlja moč sklopitve in  $\omega_{1,2}$  frekvenco oscilacij. Funkciji  $f_{1,2}$  opisujeta dinamiko posameznega oscilatorja in sklopitve med obema oscilatorjema. Za odkrivanje smeri sklopitve je potrebno izračunati prirastek obeh faz na nekem časovnem intervalu  $\Delta_{1,2} = \varphi_{1,2}(t_k + \tau) - \varphi_{1,2}(t_k)$ . V splošnem lahko oba prirastka predstavimo kot poljubno funkcijo dveh spremenljivk  $\Delta_{1,2} = F_{1,2}(\varphi_{1,2}(t_k), \varphi_{2,1}(t_k)) + \eta_{1,2}(t, k)$ , ki jo nato iz podatkov  $\Delta_{1,2}$  in  $\varphi_{1,2}$  aproksimiramo po metodi najmanjših kvadratov. Iz funkcij, ki smo jih dobili z aproksimacijo, lahko sedaj izračunamo ocene  $c_{1,2}$  odvisnosti med obema fazama

$$c_{1,2}^2 = \iint \left( \frac{\partial F_{1,2}}{\partial \varphi_{2,1}} \right)^2 d\varphi_1 d\varphi_2 \quad (3)$$

$c_2$  predstavlja vpliv prvega oscilatorja na drugega,  $c_1$  pa vpliv drugega na prvega.

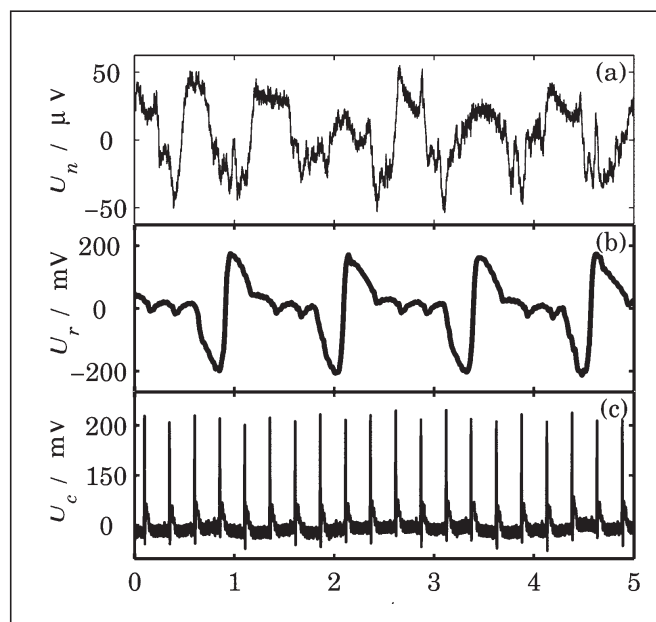
Poleg omenjene metode lahko smeri sklopitve dveh procesov obravnavamo tudi s stališča teorije informacij, kjer pri analizi uporabljamo metode, kot so entropija, lastna informacija in pogojna lastna informacija [12].



**Slika 15.** Sistemi za merjenje fizioloških signalov Cardio & BrainSignals

### 5.1 Zajemanje in predobdelava signalov

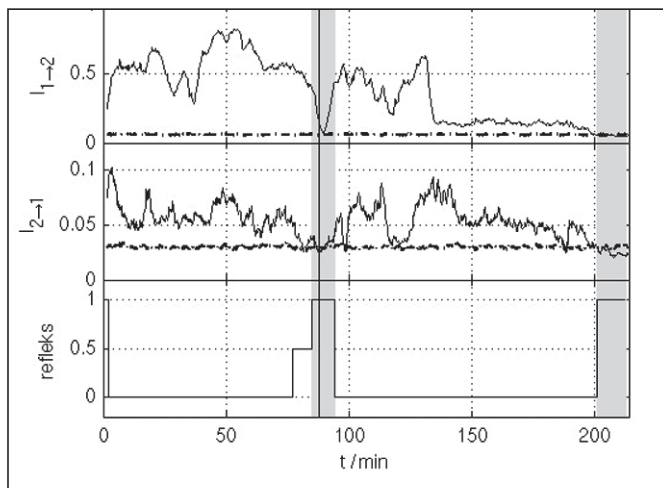
Da bi lahko merili fiziološke signale, na osnovi katerih bi bilo mogoče določiti stopnjo njihove sklopljenosti, smo razvili namenski inštrument, ki smo ga poimenovali Cardio & BrainSignals [13]. Sistem omogoča merjenje fizioloških veličin, kot so EKG, EEG, dihanje, tlak krvi na prstu, temperatura, prevodnost kože in še drugih pomožnih veličin. Zajemanje, shranjevanje in signalna obdelava merjenih veličin poteka z uporabo osebnega računalnika, povezanega preko USB-vodila. Sistem je zgrajen v skladu z vsemi relevantnimi standardi za medicinsko opremo. Trenutno ga uporabljajo ekipe v



**Slika 16.** Izseki izmerjenih signalov: (a) EEG, (b) dihanje in (c) EKG

jakost sklopitve. Tako  $I(\varphi_1; \Delta_{\tau_{p2}} | \varphi_2)$  oziroma  $I_{1 \rightarrow 2}$  predstavlja jakost vpliva prvega oscilatorja na drugega. Obratno velja  $I(\varphi_2; \Delta_{\tau_{p1}} | \varphi_1)$  za oziroma  $I_{2 \rightarrow 1}$ .

S slike 17 je razvidno, da sta obe sklopitvi signifikantni med celotnim potekom anestezije, razen v krajšem intervalu na sredini in ob koncu anestezije, ko je refleksni odziv pozitiven.



**Slika 17.** Potek kardiorespiratornih interakcij med anestezijo. Zgornji graf kaže jakost vpliva dihanja na srce, srednji vpliv srca na dihanje, spodnji pa potek refleksnega odziva na bolečino.

### 5.3 Rezultati

Na sliki 17 je prikazan potek indeksov sklopitev v kardiorespiratornem sistemu, izmerjenih na testnih živalih (podganah). Spodnji graf prikazuje potek refleksnega odziva na bolečino, kjer velja: (i) 0 – ni odziva oziroma globoka anestezija, (ii) 0,5 – šibek odziv ali zburjanje in (iii) 1 – močan odziv ali budno stanje. Podgane so dobile prvo dozo anestetika približno 8 do 10 minut pred začetkom meritve ( $t=0$ ) in drugo dozo (vertikalna črta na grafih) nekaj minut po vrnitvi refleksa na bolečino. S slike je razvidno, da je v času od 0 do 77 min. in od 97 do 201 min. odziv negativen oziroma gre za globoko anestezijo, od 86 do 95 min. in od 201 min. naprej je odziv pozitiven, kar pomeni budnost, od 78 do 85 min. pa je odziv šibek oziroma gre za zburjanje. Prekinjeni horizontalni črti na obeh grafih služita za določanje signifikantnosti sklopitve in sta pridobljeni iz izvornih podatkov, ki so jim bile s pomočjo naključnega mehanizma odstranjene medsebojne sklopitve. Tako velja, da je v primeru, ko je indeks nad to črto, sklopitev prisotna, in obratno, ko je indeks pod njo.

Rezultati nakazujejo, da bi bilo mogoče globino anestezije določiti in nadzorovati na osnovi opazovanja interakcije med osnovnimi oscilatorji v telesu. Informacije o obsegu interakcije pa ni mogoče določiti neposredno iz podatkov, ampak je za to potrebna precej zapletena pot z vključevanjem znanega obsega

dodatnega znanja v obliki matematičnega modela.

## 6 Zaključek

Iz prispevka smo lahko videli, da pot od podatkov do relevantne informacije običajno ni enostavna. Kompleksnost postopka je odvisna od konkretnih zahtev glede kvalitete, zanesljivosti in pravočasnosti informacije. Pomembno je tudi spoznanje, da univerzalnih rešitev ni; vsak konkretni primer je zgodba zase. Kadar se srečujemo s tovrstnimi problemi, pa je vendarle smiselno upoštevati naslednje splošne ugotovitve:

- Za uspešno ekstrakcijo informacije iz podatkov moramo dobro vedeti, zakaj to informacijo potrebujemo
- Potrebujemo metodološko znanje, da bomo znali iz podatkov dobiti informacijo in iz informacije znanje.
- Potrebujemo znanje iz problemske domene (o konkretnem problemu), zato da bomo dobili pravo informacijo in zbirali prave podatke

## Reference

- [1] S. Strmčnik, "Širši konceptualni in metodološki okviri", V: Celostni pristop k računalniškemu vodenju procesov, Stanko Strmčnik, ur., Raymond Hanus, ur., ani Juriči, ur., Rihard Karba, ur., Zoran Marinšek, ur., D. Murray-Smith, ur., H. Verbruggen, ur., Borut Zupančič, ur., 1. izd., Ljubljana, Fakulteta za elektrotehniko, str. 11–51, 1998.
- [2] G. Bellinger, D. Castro, A. Mills, "Data, Information, Knowledge, and Wisdom", <http://www.systems-thinking.org/dikw/dikw.htm>, 20. 4. 2008.
- [3] B. Nichols, "From Data to Wisdom", Byte Columns, January 03, 2000, <http://www.billswrite.com/>.
- [4] J. Pohl, "Transition from Data to Information", [http://www.cadrc.calpoly.edu/pdf/data\\_information.pdf](http://www.cadrc.calpoly.edu/pdf/data_information.pdf).
- [5] Pang-Ninh Tan, "Knowledge Discovery from Sensor data", <http://machine.sensorsmag.com/sensorsmachine/Technology+Tutorials%2FSoftware/Knowledge-Discovery-from-Sensor-Data/ArticleStandard/Article/detail/317756-?contextCategoryId=35075>, Mar 1, 2006.
- [6] D. Tinta, J. Petrovčič, U. Benko, Đ. Juričić, A. Rakar, M. Žele, J. Tavčar, J. Rejec, A. Stefanovska, "Fault diagnosis of vacuum cleaner motors", Control Eng. Pract., vol. 13, str. 177–187, 2005.
- [7] D. Tinta, "Odkrivanje napak pri velikoserijski proizvodnji elektromotorjev", doktorska disertacija, Ljubljana, 2006.
- [8] J. Petrovčič, Đ. Juričić, D. Tinta, "Detektorski sklop in naprava za merjenje intenzitete iskrenja kolektorskih motorjev", patent št. 21381, Ljubljana, Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, 2004.
- [9] U. Benko, J. Petrovčič, Đ. Juričić, J. Tavčar, J. Rejec, A. Stefanovska, "Fault diagnosis of a vacuum cleaner motor by means of sound analysis", J. Sound Vib., vol. 276, str. 781–806, 2004.



- [10] U. Benko, "Uporaba sodobnih postopkov obdelave signalov pri diagnosticiranju tehničnih sistemov", doktorska disertacija, Ljubljana, 2007.
- [11] BRACCIA – Brain, Respiration And Cardiac Causalities In Anaesthesia, EU-6FP project, <http://www.lanacs.ac.uk/depts/physics/braccia/default.htm>.
- [12] B. Musizza, A. Stefanovska, P. V. E. McClintock, M. Paluš, J. Petrovčič, S. Ribarič, F. Bajrovi, "Interactions between cardiac, respiratory, and EEG-delta oscillations in rats during anaesthesia", *J Physiol*, letn. 580, št. 5, str. 315–326, 2007.
- [13] J. Petrovčič, B. Musizza, A. Svetek, "Cardio & brain signals", user manual, (IJS delovno poročilo, 9928), 2008.
- [14] M. G. Rosenblum, L. Cimponeriu, A. Bezerianos, A. Patzak, R. Mrowka, "Identification of coupling direction", *Application to cardiorespiratory interaction*, *Phys Rev E* 65, 041909, 2002.

## From sensors to the right decision

**Abstract:** Control is inherent to all goal-oriented systems, such as living beings, technical systems or socio-economic systems. The quality of the control depends very much on the information and knowledge available on the controlled system and its environment. In order to get informative data from the system a set of appropriate sensors has to be employed. However, to make a decision one needs information, which is encrypted in the data. This is accomplished by the appropriate procedures for processing sensory data. In the paper a system view on control and information is described and the basic principles of information extraction are briefly overviewed. Two important issues are addressed in more detail: (a) how to extract the hidden information from the signal data, and (b) how to synthesize the information using additional prior knowledge. To highlight the underlying concepts the summaries of two successful applications are provided. The first one is related to quality control in the production of electrical motors, while the second deals with controlling the depth of anaesthesia during an operation.

**Key Words:** sensors, data, information, control, quality control, measuring the depth of anaesthesia

## Zahvala

Zahvaljujemo se Agenciji za raziskovalno dejavnost republike Slovenije, ki je sofinancirala raziskave, predstavljene v tem delu.

Pri nastanku rezultatov, ki so predstavljeni v okviru tega dela, so poleg avtorjev sodelovali še naslednji sodelavci Odseka za sisteme in vodenje: Uroš Benko, Stane Černe, Gregor Dolanc, Janez Grom, Maja Janežič, Vladimir Jovan, Aleš Svetek, Miro Štrubelj in Dejan Tinta.

Prispevek je bil predstavljen na konferenci SENZORJI IN AKTUATRJI, ki jo je organiziral TEHNOLOŠKI CENTER SEMTO v letu 2008.

## Znanstvene in strokovne prireditve

### ■ Kolloquium zum 80. Geburtstag von prof. Backé – Znanstveni kolokvij ob 80-letnici prof. dr. Backéja

31. 07. 2009  
Aachen, ZRN

*Organizator:*  
– Institut für fluidtechnische Antriebe und Steuerungen (IFAS) der RWTH Aachen

Prijava in informacije na internetu: [www.ifasrwth-aachen.de](http://www.ifasrwth-aachen.de)

### ■ 7. Internationale Fluidtechnische Kolloquium (IFK) in Aachen – 7. mednarodni kolokvij o fluidni tehniki v Aachnu

22.–24. 03. 2010  
Aachen, ZRN

*Organizatorja:*  
– Institut für fluidtechnische Antriebe und Steuerungen (IFAS) der RWTH Aachen  
– VDMA

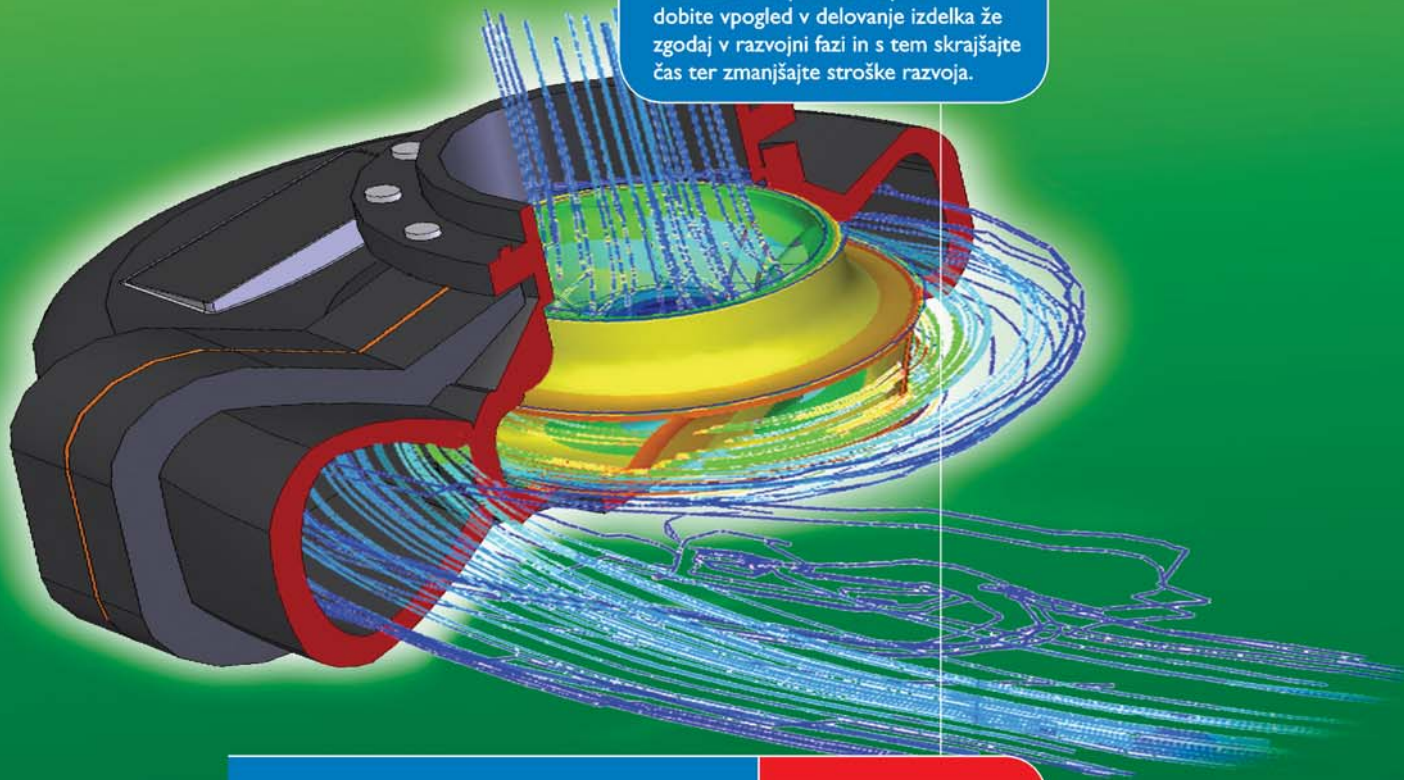
Moto kolokvija: »Učinkovitost s fluidno tehniko«

*Informacije:*  
– Dipl. Ing. C. Riedel  
– Tel.: +49(0) 241-8022194  
– Internet: [www.ifk2010.de](http://www.ifk2010.de)

**Prototip-Test-Napaka,  
Prototip-Test-Napaka,  
Prototip-Test-AAAARGH!**

**Obstaja boljši način...**

Spremenite vašo CAD delovno postajo v testno postajo za virtualno testiranje toka fluidov in prenosa toplote. Pridobite vpogled v delovanje izdelka že zgodaj v razvojni fazi in s tem skrajšajte čas ter zmanjšajte stroške razvoja.



**CFdesign je vodilna rešitev za CFD  
za inženirsko rabo:**

- Direktna povezava s CAD modelom
- Izračun prenosa toplote
- Izračun toka kapljevin in plinov
- Zmogljiva orodja za vizualizacijo rezultatov
- Pregled veličin, ki jih s pomočjo meritev ne morete ali pa težko vizualizirate
- Enostaven za uporabo

**B A S I C**

CAD | CAM

Dodatne informacije:

**01 5830 100**  
**saso@basic.si**  
**www.basic.si**

**Več na:**  
**[www.cfdesign.com](http://www.cfdesign.com)**

 **cfdesign**<sup>®</sup>  
Upfront CFD



# Okolju prijazna maziva in hidravlične tekočine – 2. del

## Prednosti in izbirni kriteriji za uporabo

Milorad KRSTIĆ, Patrick LAEMMLE

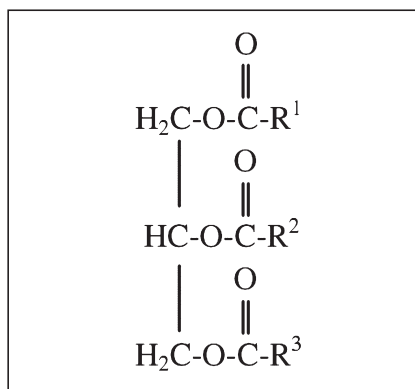
### ■ Bazna olja in njihove lastnosti

Poznamo več vrst baznih tekočin, ki so na voljo za izdelavo okolju prijaznih maziv in hidravličnih tekočin. Najpomembnejše med njimi so navedene v nadaljevanju, kjer so opisane tudi njihove najpomembnejše lastnosti.

### ■ Repično olje in druga naravna olja

Najstarejša znana maziva so naravna olja, ki so jih z začetkom črpanja in predelave surove nafte v 19. stoletju izpodrinila maziva na osnovi mineralnih olj. V zgodnjih 70. letih so naravna olja ponovno odkrili – najprej za mazanje odprtih mazalnih sistemov dvotaktnih motorjev, v začetku 80. pa tudi za mazanje verig motornih žag.

Hidravlična olja, ki ne onesnažujejo okolja, proizvajajo približno od 1985. leta naprej. Poleg repičnega olja imajo v skupini naravnih olj pomembno vlogo tudi druga olja, še posebej sončnično. Repično olje, triglicerid, ponavadi označujemo z okrajšavo HETG (Hydraulic Oil Environmental Triglicerid – hidravlično olje ekološki triglicerid). Zgrajeno je iz mastnih alkoholov, tribaznega glicerina in treh monobaznih dolgoveržnih



Slika 1. Kemična struktura triglicerida

karboksilnih kislin (znanih tudi kot maščobnih kislin – glej sliko zgoraj). Maščobne kisline, ki se pojavljajo v repičnem olju, so oleinske (približno 60 %), linolejska (približno 20 %), linolenska (približno 8 %), palmaska in stearatna kislina.

Repično olje pridobivajo z ekstrakcijo ali stiskanjem semen, ki vsebujejo med 30 in 45 % olja. V rafinacijskem procesu, ki sledi, olje očistijo in iz njega odstranijo vsebovane spojine, ki negativno vplivajo na kakovost; to so prašni delci, proteini, voda in nenasičene maščobne kisline. Olje je dokončno oblikovano z dodajanjem aditivov. Poglavitni razlogi za izdelavo mazalnih in hidravličnih olj iz repičnega olja so povezani z neškodljivostjo za okolje:

- bazno olje je pridobljeno iz obnovljivega vira,
- izdelek ima odlično biološko razgradljivost (razgrajuje se zelo hitro in brez škodljivih ostankov),

- izdelek je za naravo popolnoma varen.

Vendar pa so za uporabo na strojih in v hidravličnih sistemih odločilne tehnične lastnosti. Na začetku jim niso pripisovali bistvenega pomena, saj je bila ideja proizvajati okolju prijazna maziva in hidravlične tekočine iz obnovljivega vira izredno privlačna za politike.

Zelo pomembna spoznanja o biološko razgradljivih oljih, tako tudi o repičnem, so sledila ob koncu 80. let. Ker v tistem času niso obstajali preizkusni postopki za tovrstna olja, so uporabljali postopke testiranja, ki so bili razviti za ugotavljanje lastnosti mineralnih olj. Na takih testih v laboratoriju so repična olja dosegala dobre rezultate na vseh področjih. V praksi pa so se pokazale pomanjkljivosti, ne samo na tehničnem področju, temveč tudi na ekološkem:

- zelo slaba odpornost na staranje,
- zelo slabe lastnosti pri nizkih temperaturah,
- razpoložljivost v le nekaj razredih viskoznosti,
- ne zadovoljujejo zahtev standarda DIN 51 524, 2. del za HLP-olja,
- nezanesljiva dobava (količina in kakovost sta odvisni od letine),
- nevarnost nastajanja monokulture,
- potrebna sta posebno zbiranje in odlaganje.

Zaradi tega so že po nekaj letih olja na bazi repičnega olja pričeli umikati iz razreda visoko učinkovitih maziv.

Milorad Krstić, Kleenoil, Dogern, Nemčija, Patrick Laemmle, Panoilin, Madetswil, Švica

Visoke finančne izgube so izučile industrijo, da se postopki preizkušanja, razviti za mineralna olja, enostavno ne morejo uporabljati kot osnova za preizkušanje okolju prijaznih maziv.

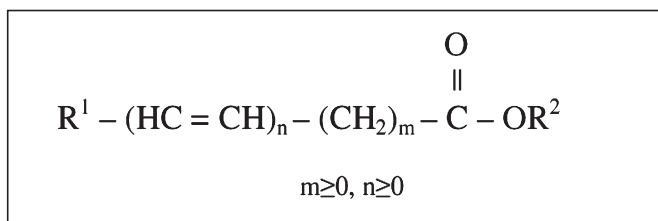
Danes imajo olja na bazi repice (pogosto brez utemeljenega razloga) za neuporabna, čeprav še vedno obstajajo področja, kjer so maziva in hidravlična olja na bazi repičnega olja uporabna. Vendar pa se moramo pri uporabi zavedati njihovih omejitev:

- najvišja dopustna delovna temperatura: 50 do 60 °C,
- najvišja dopustna temperatura na obremenjenih točkah: 70 °C,
- spodnja temperaturna meja zagona: -5 °C,
- menjava olja enkrat letno oziroma dvakrat bolj pogosto, kot določa predpis za hidravlična olja na mineralni osnovi.

Če uporabnik teh omejitev ne upošteva, se mora sprijazniti z napakami v delovanju in okvarami sistema, kajti pri izpostavljenosti visokim temperaturam je pospešeno nastajanje produktov staranja neizogibno. Ti se postopno nabirajo na vseh površinah sistema in postanejo podobni gumi. Razen tega se jim zmanjšuje zmožnost tečenja pri nizkih temperaturah po izpostavljenosti povišani termični obremenitvi. Maziva in hidravlične tekočine na bazi repičnega olja danes uporabljajo predvsem za hidravlične sisteme, ki niso močno obremenjeni (nekateri kmetijski stroji). Zaradi zgoraj navedenih omejitev repična olja niso primerna ali pa so zelo omejeno uporabna za stroje, ki delujejo pri visokih pritiskih in temperaturah.

## ■ Nenasičeni estri

Posledica negativnih izkušenj z repičnim oljem na tehničnem področju je bila za mnoge proizvajalce korak naprej: razvoj sintetičnih estrov, znanih po kratici HEES (Hydraulic oil Environmental Ester Synthetic = okolju prijazno hidravlično olje na osnovi sintetičnih estrov). Čeprav so bili tedaj nasičeni estri na trgu že nekaj let, so menili, da so predragi. Zato so zaradi ekonomskih vzrokov uporabljali predvsem nenasičene



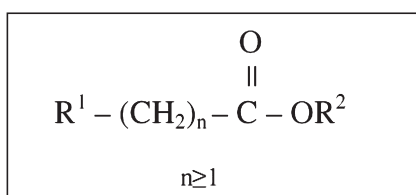
**Slika 2.** Kemična struktura nenasičenih estrov

TMP-estre (trimetilol propan estre, znane tudi kot estri oljnih kislin ali trioleati). Njihovo splošno kemično strukturo nam prikazuje slika 2.

V primerjavi z naravnim repičnim oljem imajo TMP-estri boljše nizko- in visokotemperaturne lastnosti. Razlika izvira iz drugačne porazdelitve maščobnih kislin v estrih: ker ima oljna kislina nižjo vsebnost večkratnih nenasičenih maščobnih kislin, imajo TMP-estri boljše odpornost na oksidacijo in nižjo točko tečenja kot repična olja ali trigliceridi. Najpomembnejše prednosti olj na osnovi nenasičenih estrov pred tistimi na osnovi repičnega olja so torej:

- primernost za uporabo v širšem temperaturnem razponu,
- manjša nagnjenost k lepljenju in tvorjenju gumijastih oblog,
- daljša življenjska doba.

Vendar pa obstaja zelo resna težava s trioleatskimi estri: to je dejstvo, da se izdelki različnih proizvajalcev zelo razlikujejo po tehničnih lastnostih oziroma kakovosti, čeprav imajo isto kemično ime. Ob očitnih razlikah v kakovosti uporabljenih baznih olj sta za kakovost izdelka kritičnega pomena tudi tehnologija estrifikacije in kakovost uporabljenih aditivov. Kar je bistvo problema in ostaja za uporabnika uganka, je, kako na osnovi imena izdelka iz nenasičenega sintetičnega estra razbrati njegovo kakovost, še posebej, ker standard VDMA 24 568 (Verband Deutscher Maschinen und Anlagebau e.V. = Združenje



**Slika 3.** Kemična struktura nasičenih estrov

konstruktorjev strojev in sistemov Nemčije) določa, da se z okrajšavo HEES označujejo vsi tovrstni izdelki. Da bi bila zmeda popolna, morajo biti tudi na-

sičeni estri, ki jih predstavljamo v naslednjem poglavju, označeni s to oznako.

## ■ Nasičeni estri

Okolju prijazna maziva in hidravlične tekočine na osnovi nasičenih estrov (HEES) so na trgu od leta 1985. Nasičeni estri nastanejo z reakcijo alkoholov in karboksilnih kislin na separacijo iz vode. Sestavine so produkti petrokemične industrije.

Nasičene sintetične estre štejemo za okolju prijazne, ker so zanje značilne naslednje lastnosti:

- hitra biološka razgradljivost,
- majhna strupenost,
- zelo dolga življenjska doba,
- možnost obnovitve (recikliranja) po uporabi,
- nezahtevno odlaganje.

Vendar pa imajo nasičeni estri tudi veliko dobrih lastnosti, gledano s tehničnega stališča:

- odlično razmerje viskoznost/temperatura (zelo visok indeks viskoznosti),
- zelo dobre mazalne lastnosti,
- zelo dobra zaščita pred rjavenjem,
- topljivost v mineralnem olju,
- razpoložljivost v vseh potrebnih razredih viskoznosti,
- dobra združljivost z vsemi materiali filtrov,
- strižna stabilnost,
- dobra združljivost z elastomeri,
- zelo velika odpornost na staranje,
- odpornost na visoke temperature,
- izredno nizka točka tečenja.

Vsekakor pa se znatno višja cena v primerjavi z mineralnimi, repičnimi olji in olji na osnovi nenasičenih estrov zdi kot velika pomanjkljivost. Vendar pa zgoraj naštetih tehničnih



prednosti dobro odtehtajo razliko v ceni, še posebej, če upoštevamo veliko daljšo življenjsko dobo teh olj. Zaradi tega je bila v preteklosti izpeljana serija primerjalnih testov različnih tipov olj HEES. (Metode so bile podrobneje opisane v prvem delu članka, ki je bil objavljen v predhodni številki.)

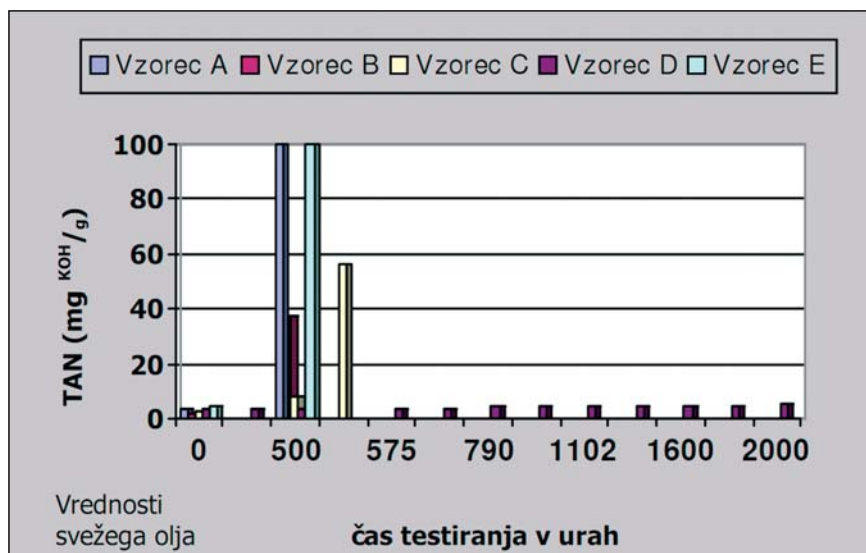
V nadaljevanju so predstavljeni kratki opisi rezultatov teh testov.

1. Metoda, ki omogoča izrecno določanje oksidacijske stabilnosti olj na bazi sintetičnih estrov v laboratoriju, je metoda TOST (Thermal Oxidation Stability Test – toplotni test oksidacijske stabilnosti). V laboratoriju je bilo s to metodo testiranih pet različnih olj na bazi estrov, med njimi tudi eno na bazi nasičenih estrov. Rezultat je veličasten: samo olje na bazi nasičenega estra je v celoti prestalo test, ki traja 2.000 ur, medtem ko ostala olja niso prestala niti prve tretjine testa.

2. Različne tekočine na osnovi sintetičnih estrov so po naročilu velikega izdelovalca strojev testirali na tehnični univerzi. V tem primeru so raziskovali njihovo oksidacijsko stabilnost s testom Rotary-Bomb. Vse testirane tekočine so bile izdelane na osnovi sintetičnih estrov in označene z isto oznako HEES, vendar so jih izdelali različni proizvajalci na različnih baznih oljih. Posledično se rezultati testiranih tekočin zelo razlikujejo. Sedem od osmih tekočin so predstavljali nenasičeni estri z oksidacijsko stabilnostjo med 11 min. ( $\Delta t = 660$  s) in 47 min. ( $\Delta t = 2.800$  s).

V nasprotju s tem je osma testirana tekočina – na osnovi nasičenega estra – izkazala oksidacijsko stabilnost 1.167 min. (70.000 s). Oksidacijsko odpornost te tekočine so ocenili kot ekstremno visoko. Njeni rezultati so neproporcionalno višji kot rezultati tekočin na osnovi nenasičenega estra in tudi bistveno višji kot rezultati tekočin na osnovi mineralnega olja.

Nadalje lahko iz termične stabilnosti, ki je zajeta v testu Rotary-Bomb, ugotovljamo tudi podatke o obnašanju tekočine v procesu staranja. Rezultate



Slika 4. Primerjava rezultatov testa oksidacijske stabilnosti

tega testa za nasičene in nenasičene estre prikazuje tabela 1.

3. V nadaljevanju so testirali filtrabilnost in sposobnost mešanja omenjenih tekočin. Vse tekočine so bile popolnoma topne druga v drugi, toda to še ne pomeni, da mešanje različnih sintetičnih olj ne predstavlja nevarnosti (velike verjetnosti) pojava neželenih reakcij. Tudi pri filtrabilnosti so bile opažene velike razlike med testiranimi tekočinami (tabela 2): filtrabilnost

nasičenega estra je bila dobra. Njegov indeks filtrabilnosti 1,19 je bistveno nižji, kot so bile izmerjene vrednosti tekočin na osnovi nenasičenih estrov. Kljub posebni pripravi vzorcev s predhodnim filtriranjem filtrabilnosti dveh tekočin sploh ni bilo mogoče določiti, ker sta bili močno onesnaženi z delci, manjšimi kot 5  $\mu$ m, ki jih ni bilo mogoče odstraniti niti z globinsko filtracijo. Vzroka onesnaženosti sta lahko nečist proizvodni proces ali prašna embalaža.

Tabela 1. Primerjava rezultatov testa Rotary-Bomb

Izmerjena vrednost	Termična stabilnost pri: T=150 C, t=168 h, p=8 bar		Oksidacijska stabilnost pri T=150 C, p=6,25 bar + p
	Viskoznost (mm <sup>2</sup> /s) pri T=40 C	Neutrizacijsko število NN	Dosežen čas testa (min)
Nenasičeni ester	55,82	8,05	32
Nasičeni ester	44,69	4,24	1.167

Tabela 2. Rezultati testa topnosti in filtrabilnosti

HEES		Sposobnost mešanja	Indeks filtrabilnosti
Nenasičeni	Nasičeni		
Tekočina 1		T	1,24
Tekočina 2		T	1,42
Tekočina 3		T	1,40
Tekočina 4		T	1,25
Tekočina 5		T	NF
Tekočina 6		T	NF
Tekočina 7		T	1,23
Tekočina 8		T	1,19

Z istim testom so ugotovili, da se sicer zelo dobra filtrabilnost nasičenih estrov drastično zmanjša, če jim primešamo nenasičene estre.

4. Zelo dobra oksidacijska stabilnost nasičenih estrov, ki smo jo omenili v točki 2, se je potrdila tudi na trajnostnem testu. To tekočino v praksi neprekinjeno uporabljajo že več kot 28.000 ur. Redne analize kažejo, da je tudi po tem času olje še vedno uporabno. Vsi parametri:

- viskoznost pri 40 °C (mm<sup>2</sup>/s),
- TAN (mg KOH/g),
- vsebnost železa (ppm) so še vedno znotraj tolerančnih območij.

Kljub izjemno dobrim rezultatom pa je uporaba dragih olj na osnovi nasičenih estrov težko ekonomsko opravičljiva, če ne obstaja možnost uporabe v daljšem časovnem obdobju in s tem tudi ustrezno podaljšanih intervalov menjave. Ker nasičena olja HEES popolnoma izpolnjujejo vse zahteve, jih lahko uporabimo v mobilnih hidravličnih sistemih kot olja za vso življenjsko dobo stroja, brez menjave. Najpomembnejši pogoj pri tem je, da **ne sme priti do mešanja z drugimi olji**.

V tabeli 3 so za primerjavo zbrane karakteristične vrednosti, ki jih najdemo v tehničnih listih HETG, nasičenih in nenasičenih tekočin HEES. Namen te tabele je pokazati glavne razlike v tehničnih podatkih (točka tečenja in jodovo število).

## ■ Poliglikoli

Polialkilen glikole ali skrajšano poliglikole zaradi njihovih dobrih mazalnih lastnosti uporabljajo že več kot 50 let.

Dolgo časa so jih visoko cenili zaradi dobrih lastnosti, kot so dolgotrajno delovanje pri zelo nizkih ali zelo visokih temperaturah, s katerimi so



$$n > 1, m \geq 1$$

Slika 5. Kemična struktura poliglikolov

Tabela 3. Primerjava nekaterih lastnosti tekočin HETG in HEES

	HETG (repično olje)	Nenasičeni HEES	Nasičeni HEES
	ISO VG 46		
Gostota pri 15 °C (g/ml)	0,920	0,927	0,918
Vnetišče (°C)	≈280	≈250	≈240
Točka tečenja (°C)	-30	-35	-57
Viskoznost pri 40 °C (mm <sup>2</sup> /s)	46	46	47
Viskoznost pri 100 °C (mm <sup>2</sup> /s)	10,5	8,5	8,1
TAN (mg KOH/g)	0,4	0,6	0,7
Indeks viskoznosti	>200	>160	150
Jodovo število	90-120	50- 80	<10

se izkazali v praktični uporabi. S prednostjo prijaznosti do okolja so se mazalna in hidravlična olja močno uveljavila tudi na tem področju (Hydraulic Oil Environmental Polyglycol – HEPG; hidravlično olje ekološki poliglikol). V splošnem (odvisno od njihove strukture) so sprejemljivi kot okolju prijazna maziva. Ker pa so tudi topni v vodi, so imeli več kot 25 let zelo pomembno vlogo, na primer v prehrabni industriji. Razumljivo je torej, zakaj so poliglikole z nizko stopnjo strupenosti in biološko razgradljivostjo uporabljali kot osnovo za izdelavo okolju prijaznih maziv in hidravličnih tekočin.

Čeprav obstaja veliko vrst poliglikolov, za ta namen uporabljajo le polibutilen in kopolimerizat etilenoksida in propilenoksida. To so snovi, topne v vodi, ki ne ovirajo izmenjave kisika na vodni gladini, temveč imajo učinek črpanja kisika v vodno površino. Samo ta dva poliglikola izpolnjujeta ekotoksične zahteve.

Ob naštetih lastnostih, ki so pomembne za ekologijo, imajo poliglikoli tudi naslednje dobre tehnične lastnosti:

- zelo dobre mazalne lastnosti,
- strižno stabilnost,
- dobro odpornost na staranje,
- dobro razmerje med viskoznostjo in temperaturo,
- dobre lastnosti tako pri nizkih kot visokih temperaturah.

Toda poliglikoli imajo tudi lastnosti, ki zmanjšujejo njihovo uporabnost kot maziva in hidravlične tekočine:

- omejena (v nekaterih primerih zelo slaba) kompatibilnost s tesnili in cevmi,
- agresivnost na barve in lake,
- ne mešajo se z drugimi tekočinami,
- topnost v vodi (kar pomeni, da iz sistema ni možno izločiti vode, kar lahko privede do pojava korozije in/ali kavitacije),
- višja gostota od mineralnih olj in/ali estrov zahteva posebne prilagoditve vodov, cevi, ...
- nekompatibilnost z galvaniziranimi in papirnimi filtri.

Kljub tem pomanjkljivostim bi bilo škoda, če ne bi izkoristili dobrih tehničnih lastnosti maziv na osnovi poliglikolov. Zaradi tega se še vedno uporabljajo v industriji, čeprav oblikovalcem strojev postavljajo posebne zahteve glede ustreznosti materialov tesnil in cevi.

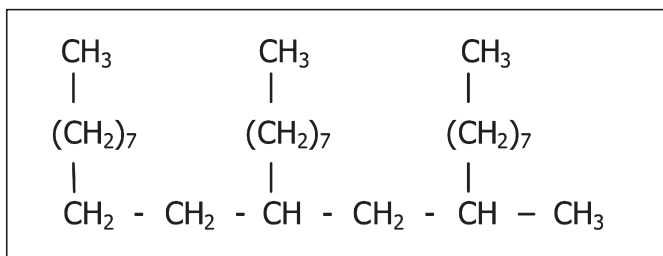
Maziva in hidravlične tekočine na osnovi poliglikolov pa niso bila uspešna na področju mobilnih strojev in hidravličnih sistemov (razen zares redkih izjem). Glavne ovire so nezmožnost mešanja s tekočinami na osnovi mineralnih in sintetičnih olj ter nekompatibilnost s tesnili, cevmi in barvami. Za uporabnika stroja je praktično nemogoče izključiti možnost mešanja različnih tekočin, če stroj uporablja različne priključke za opravljanje različnih del. Enak problem se pojavlja pri gradbenih,



gozdarskih in kmetijskih strojih, kjer se različna orodja uporabljajo na istem hidravličnem tokokrogu kot sam stroj. Čeprav mešanje ni priporočljivo tudi pri drugih tekočinah, ker poslabšuje njihove lastnosti, tveganje ni enako, saj pomeni tudi najmanjši dodatek drugačne tekočine k poliglikolu popoln izpad sistema.

### ■ Tekočine HEPR

Tekočine, sintetizirane iz polialfaolefinov (PAO) in sorodnih ogljikovodikov (HC), so razvrščene v novo skupino, znano po okrajšavi HEPR (Hydraulic Oil Environmental Poly-alphaolefins and Related products – hidravlično olje ekološki polialfaolefini in sorodni izdelki).



Slika 6. Kemična struktura tekočin HEPR

Kakorkoli, le tekočine PAO nižjih viskoznosti, ki imajo boljšo biološko razgradljivost kot mineralna olja, imajo tudi tovrstno uporabnost. Tudi tako imenovana hydro-crack bazna olja sodijo v skupino tekočin HEPR. Glede na standard ISO DIN 15380 so tekočine HEPR definirane kot "polialfaoleini in sorodni ogljikovodiki, vključno z baznimi olji iz drugih hitro biološko razgradljivih tekočin". Posledično je število različic tekočin HEPR praktično neomejeno.

Trenutno še ne obstajajo izkustvene vrednosti o prednostih in pomanjkljivostih tekočin HEPR, kakor tudi še ni mogoče ugibati o njih. V praksi se izkaže kontrola kakovosti tekočin HEPR kot zelo velik problem. Po eni strani se izdelki na osnovi mineralnih olj množično uporabljajo za bazna olja, po drugi strani pa se lahko pomešajo komponente drugih hitro biološko razgradljivih olj, kot so repično olje, oleati in sintetični estri. Zaradi tega standardiziranih postopkov za ugotavljanje kakovosti

olja med uporabo pri tekočinah HEPR ni mogoče uporabiti, saj ni mogoče ugotoviti, v kolikšnem deležu je tekočina HEPR zmešana z drugimi izdelki.

Na prvi pogled bi ta lastnost lahko celo ustrezala uporabnikom maziv, ker so prepovedi mešanja vedno nezaželene. Ali je torej nujno označiti to lastnost kot negativno? Odgovor na to vprašanje se vsekakor mora glasiti "DA", saj v takem primeru ne vemo, kaj se bo zgodilo s tekočino, če ji primešamo neko tujo tekočino in kakšen bo učinek na tesnila, cevi, barvne kovine, lake in barve. Lastnosti polialfaoleinov in izdelkov na osnovi hydro-crack olj so dobro znane in jih lahko predvidimo. Če

pa jim dodamo druga biološko razgradljiva bazna olja, lahko predvidimo, da se bodo te lastnosti temeljito spremenile.

To pa za proizvajalce strojev in opreme pomeni

velike težave pri izbiri materialov. V primeru okvare se, gledano s pravnega stališča, uporabniki teh maziv lahko zelo hitro znajdejo na "nikogaršnji zemlji", saj je nemogoče dokazati, da ni prišlo do nedovoljenega mešanja z drugimi izdelki. Druga težava s tekočinami HEPR je, da so le viskoznosti ISO VG 10 in 20 ustrezno biološko razgradljive. Dokončanim izdelkom je potrebno s pomočjo

izboljševalcev viskoznosti ali estrov povišati viskoznost. Rezultat je nižja strižna stabilnost, kar lahko privede do nevarnega zmanjšanja viskoznosti po daljšem času uporabe v sodobnih kompleksnih visokotlačnih hidravličnih sistemih.

### ■ Pregled biološko razgradljivih hidravličnih tekočin

Ker predstavljajo zelo velik delež uporabljenih olj hidravlična olja, si bomo tudi v tem poglavju podrobneje pogledali njihove lastnosti. Kot smo že omenjali, so v njihovi 20-letni zgodovini biološko razgradljiva olja proizvajali iz dveh vrst baznih olj. To so naravna bazna olja (skupina HETG in nenasičeni estri iz skupine HEES) in sintetična bazna olja (HEES nasičeni in HEPG). Vendar pa se je sedaj, ko se kot biološko razgradljiva olja uporabljajo tudi olja HEPR, štirim znanim vrstam teh olj pridružila še peta (glej tabelo 4).

V tabeli 5 so primerjalno prikazane prednosti in pomanjkljivosti različnih hidravličnih tekočin. Ta pregled jasno kaže na velike razlike v zmogljivostih izdelkov na osnovi različnih baznih olj, ki se kažejo v glavnem pri samem namenu uporabe, za katero so izdelani. Uporabniki strojev in naprav morajo zato zelo previdno izbirati izdelek, ki bo najprimernejši za njihov primer uporabe.

Uporabniki hidravličnih tekočin si trenutno lahko pri tem pomagajo s tehnično dokumentacijo vsakega izdelka, standardom VDMA 24 568

Tabela 4. Biološko razgradljive hidravlične tekočine

Bazno olje	Naravna olja		Sintetična olja		
			Sintetični estri		Mineralna olja
Okrajšava	HETG	HEES	HEES	HEPG	HEPR
Primer	Repično olje in podobna	Nenasičeni estri	Nasičeni estri	Poliglikoli	PAO in podobni ogljikovodiki z deležem HEES ali HETG baznih olj
Jodovo število	>90	10–90	<10	-	-

Tabela 5. Primerjava lastnosti biološko hitreje razgradljivih hidravličnih tekočin

	HETG	Nenasičeni HEES	Nasičeni HEES	HEPG	HEPR
Tečenje pri nizkih temperaturah	-	±	++	++	+
Oksidacijska stabilnost pri visokih temp.	-,#	±	++	++	±
Izgube izparevanja	+	+	++	++	-
Izločanje vode	-	±	++	Topno v vodi, ##	+
Zaščita pred rjavenjem	++	++	++	-	++
Možnost mešanja z običajnimi mineralnimi olji	da*, ob dovoljenju	da*, ob dovoljenju	da*, ob dovoljenju	ne	da*, ob dovoljenju
Združljivost z dvokomponentnimi laki	+	+	+	+	+
Združljivost z notranjimi premazi	-	-	+	-	-
Združljivost s pocinkanimi površinami in papirnimi filtri	-	±	+	+	+
Združljivost z materiali tesnil	+	+	+	+	+
Odpornost na hidrolizo	-	±	±	++	±
Cena	+	±	-	±	+
Čas skladiščenja	-	+	++	+	
Skupna ekonomska upravičenost	-	±	+	±	±

++ = zelo dobro  
 ± = povprečno  
 # = lahko povzroči zlepljanje  
 + = dobro  
 - = slabo  
 ## = prisotnost vode poveča korozijo, kavitacijo ...  
 \* = mešanju se je potrebno izogniti, saj ne prinaša prednosti

(minimalne tehnične zahteve) in VDMA 24 569 (navodila za primerjanje) za hitro biološko razgradljive hidravlične tekočine. V teh dokumentih so vse biološko razgradljive hidravlične tekočine razvrščene v skupine, ki smo jih opisali malo prej.

## Literatura

- [1] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Ref. 423: Statistik Mineralöldaten 2006.

Prispevek je bil objavljen v knjigi z naslovom Umweltfreundliche Schmier- und Druckfluessigkeiten, leta 2000 pri založbi Die Bibliothek der Technik; Bd 204. Prevod in priredba z dovoljenjem avtorjev: Miro Peharda, dipl. inž., Maziva + d. o. o., Maribor.



**bioPLUS** – popolna paleta tehnološko vrhunskih maziv, ki so tudi biološko razgradljiva

**HTPLUS** – popolna paleta nove generacije H1 maziv za prehransko, farmacevtsko, in kozmetično industrijo ter proizvodnjo hrane za živali

**inPLUS** – obsežna paleta maziv za industrijo, celoten katalog na naši spletni strani (v rubriki novice)



**PANOLIN**®  
High Tech Lubricants

PANOLIN – napredna maziva



PANOLIN

+  
Swiss High-Quality Oil

www.panolin.si



# Breme kot izvor energije

## Pri viličarjih lahko ob spuščanju bremena dobimo nazaj do 30% energije

Na področju mobilnih delovnih strojev se je za namene varčevanja energije uveljavil koncept izkoriščanja kinetične energije pri zaviranju. Novejši pristop predvideva za namene vračanja energije tudi izkoriščanje bremen. To še posebej pride do izraza pri viličarjih. Na primeru elektromotorno poganjanega komisionirnega stristranskega viličarja proizvajalca Jungheinrich se je izkazalo, da je možno s koriščenjem energije ob spuščanju bremena povrniti do 30 % energije, ki je bila vložena v dviganje bremena.

### ■ Breme koriščeno kot izvor energije

Del kinetične energije npr. delovnih vozil, ki je na razpolago ob zaviranju, si že lahko obliki različnih hibridnih pogonov uspešno povrnemo, kar brez dvoma prispeva k učinkovitejši rabi vložene energije. Zaradi vse večjih stroškov energije pridobivajo tovrstni načini vračanja vložene energije na različnih področjih mobilnih strojev vse bolj na pomenu. Primerljive prihranke energije, kot novejši koncept, ponuja tudi koriščenje potencialne energije, ki je shranjena v npr. dvignjenem bremenu viličarja.

Viličaji so transportne naprave, brez katerih si logističnega procesa v podjetju ne moremo več zamišljati. Pogon viličarja je v osnovi izveden ali z motorjem z notranjim zgorevanjem ali pa z elektromotorjem pri čemer je močno srečati različne izvedbe. Električno gnani viličarji imajo praviloma pogon izveden s hitrostno regulirano konstantno črpalko in elektrohidravlično izvedenim krmiljenjem dviga bremena. Takšen pogonski koncept je idealen za namevanje regeneracijo energije. Običajna višina dviga, ki se na področju skladiščenja opravlja z viličarji znaša okoli 10 m, v primeru viskoregalnih skladišč pa celo nad 15 m. Tovrstni primer predstavlja npr. viskoregalni elektro komisionirni tristranski viličar vrste EKX proizvajalca Jungheinrich,

»man-up« vozilo (slika 1). Tovrstni viličar je kot prvi elektro viličar razpolagal s sistemom vračanja energije dviganja oz. položaja bremena.



Slika 1. Viskoregalni elektro komisionirni tristranski viličar EKX proizvajalca Jungheinrich

### ■ Klasifikacija sistemov hranjenja energije

Osnovo za načrtovanje in optimiranje sistema za vračanje energije dviganja predstavlja natančna analiza razpoložljivih potencialov energije in možnih načinov shranjevanja energije. Energija potrebna za opravljanje dvignjenega dela pri viličarjih (katero bi lahko tudi povrnili), znaša pri skupni



masi viličarja s kabino do 3000 kg in ob višini dviga 10 m približno 300 kW. V primerjavi z npr. 10000 kg težkim komunalnim vozilom, ki

zavira s hitrosti 30 km/h, je na razpolago za ponovno koriščenje 350 kW; primerljiva količina energije kot pri viličaju (slika 2). Povrnjeno energijo je potrebno še shraniti. Akumulatorji z veliko gostoto energije so npr. električni (svinčeni) akumulatorji oz. baterije, kapacitete do 100 Wh/kg. Hidravlični akumulatorji imajo sicer veliko gostoto moči, glede gostote energije pa je ravno na-

sprotno, saj ta leži v področju zgolj 1 Wh/kg. V primeru uporabe, kjer je zahtevana velika gostota energije, bi bili potrebni 50 L hidravlični akumulatorji, da bi lahko shranili energijo pri omenjenem dvigu. Ker ima omenjena vrsta viličarjev elektromotorni pogon, je za shranjevanje energije smiselno uporabiti kar električne akumulatorje viličarja z 20 kWh. Tja lahko shranimo vrnjeno energijo in jo kasneje ponov-

no koristimo. Pri komunalnih vozilih se za hranjevanje energije zaradi višje gostote moči daje prednost uporabi hidravličnim akumulatorjem.

stavlja izhodišče - 100 %. Pretvorba hidravlične moči preko črpalke poteka v glavnem neodvisno od bremena, z izkoristkom okoli 70 %.

<p><b>Energija zaviranja :</b> <math>W = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2</math>  <math>= \frac{1}{2} \cdot 10000 \text{ kg} \cdot 30 \text{ km/h} = 350 \text{ kW s}</math>  <b>trajanje : cca 3 s</b></p> <p>Zavorna moč: <math>P=110 \text{ kW}</math></p>	 <p>Visoka gostota moči</p>
<p><b>Dvižno delo :</b> <math>W = m \cdot g \cdot h</math>  <math>= 3000 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ m} = 300 \text{ kW s}</math>  <b>trajanje : cca 25 s</b></p> <p>Zavorna moč <math>P=12 \text{ kW}</math></p>	 <p>Visoka gostota energije</p>

Slika 2. Primerjava potencialov za vračanje energije

## ■ Izkoristki pri spuščanju bremena

Za ponovno koriščenje energije dviga, je bil za omenjeno vrsto viličarja razvit sistem prikazan na *sliki 3*. Električni akumulator viličarja kot izvor energije in hkrati kot shranjevalnik energije, napaja frekvenčno regulirani trifazni elektromotor, ki poganja konstantno zobniško črpalke z zunanjih ozobjem. Proizvedena hidravlična moč se prenaša preko ventilskega bloka do hidravličnega valja na dvižnem stebru, ki pretvarja hidravlično energijo v mehansko energijo dviga. Ob koncu dviga ima masa bremena, ki jo je potrebno odložiti na mesto v regalu, določeno potencialno energijo. Pri spuščanju dvižnega sistema z drugim bremenom ali pa tudi brez njega (zgolj lastna teža dvižnega ogrodja), se lahko ta potencialna energija izkorišča kot izvor energije. Ta energija se sedaj vrača preko hidravličnega sistema in črpalke, ki sedaj kot hidromotor poganja generator in polni električni akumulator.

Kolikšen potencial energije se lahko povrne pri tej enostavni rešitvi prikazuje *slika 4*. V diagramu so prikazani izkoristki pri dviganju oz. pri spuščanju, za primer z bremenom (zeleno) oz. brez bremena (rdeče). Električna moč akumulatorja pred-

Preostali hidravlični sistem povzroča izgubo tlaka povprečno okoli 25 bar. Zaradi različno velikih bremen in s tem povezanih tlakov se v primeru dvigovanja brez bremena pojavljajo nekoliko nižji izkoristki ( $\eta = 0,8$  z bremenom in  $\eta = 0,7$  brez bremena). V primeru delovanja viličarja, ki je opremljen s sistemom za vračanje energije se ta energija v celoti izgubi. V primeru uporabe inovativnega sistema za vračanje energije, se pri spuščanju ob podobnih tlačnih izgubah, dosežejo boljši izkoristki:  $\eta = 0,85$  s polnim bremenom oz.  $\eta = 0,7$  v primeru brez bremena. Izkoristek enote motor-črpalke je v generatorskem načinu delovanja močno odvisen od bremena, pri čemer se izkoristki gibljejo med  $\eta = 0,7$  pri polnem bremenom in  $\eta = 0,5$  pri spuščanju brez bremena (*slika 4*). Večja lastna teža dvižnega ogrodja ob spuščanju brez bremena izboljšuje situacijo.

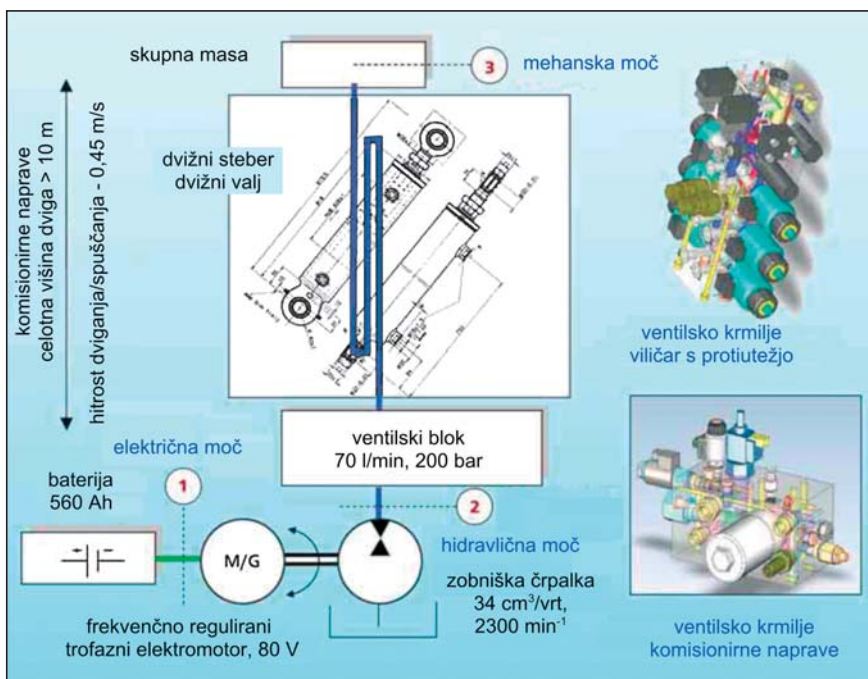
Pridobljena električna energija se praviloma koristi za istočasno opravljanje drugih funkcij in ne za polnjenje baterij viličarja. Če npr. koristimo energijo spuščanja neposredno na motorju za vožnjo, ni potrebno v ta namen uporabljati energije iz baterije. S sistemom za vračanje energije si lahko na ta način pri polnem bremenom povrnemo 35 % vložene energije, oz. pri spuščanju brez bremena 17 %.

S tem t.i. koristnim spuščanjem, je tako možno v normalnem delovnem ciklusu prihraniti okoli 30 % energije. Prihranek energije pri koristnem spuščanju bremena je približno enak velik kot v primeru vračanja kinetične energije pri regenerativnem zaviranju - glede na razpoložljive podatke aktualnih študij se gibljejo te vrednosti med 15 in 30 %. Skladiščna in sistemska vozila so zasnovana tako, da se njihova zasnova kar sama ponuja za koriščenje energije spuščanja, saj zaradi višin dviga (do 15 m) traja faza spuščanja in s tem vračanja energije do 30 s. Razen tega pa se celotno dvižno ogrodje in nosilec voznikovega sedeža (masa ca. 700 kg) neprestano dvigata in spuščata. Oboje doprinese k občutnemu deležu mase in izboljša izkoristek, še posebej pri praznem spuščanju. Pri viličarjih s protiutežjo se koriščenje energije spuščanja ni obneslo, kajti višina dviga v enem delovnem poteku znaša običajno okoli 3 m, faze spuščanja pa so tudi relativno kratke. Šele novejši koncepti izvedbe krmiljenja bodo v prihodnosti omogočili koriščenje energije dviganja tudi pri teh viličarjih.

## ■ Nadaljne možnosti vračanja energije

Posebej je potrebno izpostaviti, da lahko s takšnim povečanjem energetske učinkovitosti visokoregalni viličar obratuje brez menjave baterije tudi do dve izmeni. To predstavlja veliko prednost, saj prihranimo zamenljivo baterijo, pripravo za menjavo baterije in seveda čas potreben za menjavo baterije. Razen tega prihranimo tudi same stroške energije, ki niso zanemarljivi. Če opazujemo porabo energije sistemskih vozil v generacijah od 1987 do 2007 vidimo, da danes za enako delo potrebujemo samo pol toliko energije kot smo je pred 20 leti. Ena od pomembnih točk pri tem je koriščenje energije spuščanja. Nadaljnji potencial (ocenjeno do 10 %) se lahko dosega z optimiranjem mehanskih izkoristkov dvižnega sistema kot tudi z minimiranjem izgub v gibkih ceveh. Slednje povzročajo pri dolžinah cevi daljših od 15 m dokajšen padec tlak. Enota motor-črpalke in krmilni bloki so bili zasnovani na osnovi dolgoletnih izkušenj in delujejo z zelo



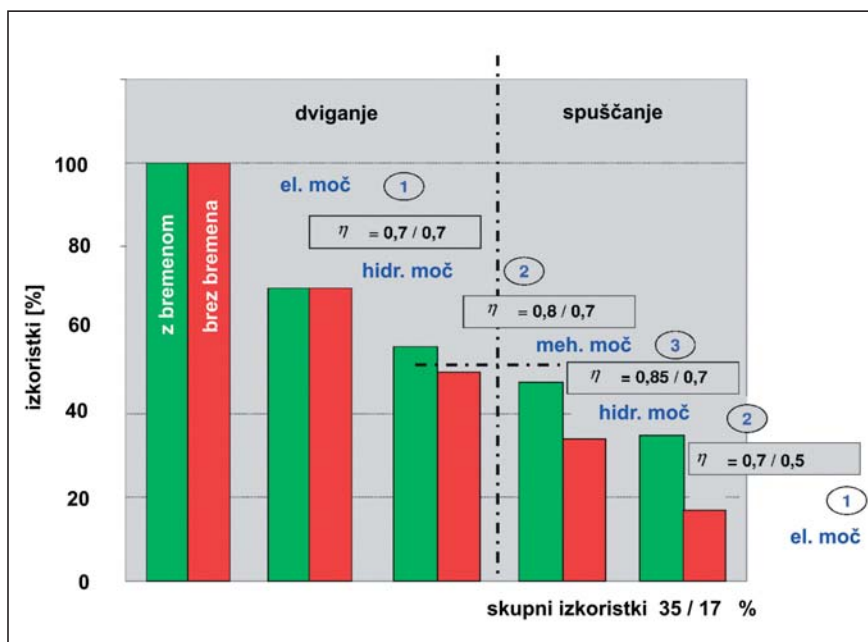


Slika 3. Breme korišćeno kot izvor energije – koristno breme

nizkimi izgubami. Posebna pozornost je bila pri tem posvečena oblikovanju povezovalnih oz. krmilnih izvrtin v bloku, kompaktni zgradbi in uporabi namenskih, prilagojenih ventilov. Pri delovnih strojih in transportnih napravah, ki jih poganjajo motorji z notranjim zgorevanjem, se lahko uporablja vmesno shranjevanje hidravlične energije v hidravličnih akumulatorjih. Tovrstna rešitev zahteva resda velike akumulatorje in dodatno enoto za pretvorbo tlaka, po drugi strani pa ti sistemi razbremenijo motor z notranjim zgorevanjem visokih konic vrtilnega momenta. Razen tega so na voljo tudi hibridni koncepti. Potencial možnega prihranka energije je primerljiv s temi prikazanimi v prispevku.

Dvig okoljske zavesti in naraščajoče cene goriv so učinkovitost strojev postavile v fokus tako posameznih uporabnikov kot tudi širši javnosti. Na osnovi predstavljene rešitve je bil razvit sistem za vračanja energije dviganja, ki postavlja nova merila za učinkovit management energije in visoko gospodarnost. Predstavljene rešitve omogočajo razvojnikom in konstrukterjem mobilnih delovnih strojev gnanih z električnimi motorji ali z motorji notranjim zgorevanjem in hidravličnimi dviznimi napravami, da uberejo nove poti varčevanja z energijo. Predstavljena spoznanja se lahko prav uspešno prenašajo tudi na tista področja uporabe, pri katerih se vršijo dvigi na višine večje od 3 m in z bremenem večjimi kot 1000 kg.

**Vir:** Käsler, R., Stingl, K., Riedmaier, S.: *Last als Energiequelle*, O + P 59 (2009) 1–2, str. 31-33



Slika 4. Do 35 % energije porabljene za dviganje bremena lahko ob spuščanju pridobimo nazaj

Povzel: dr. Darko Lovrec UM, Fakulteta za strojništvo

Mednarodni strokovni sejem za profesionalno elektroniko

International Trade Fair for professional electronic

07.-09. 10. 2009  
CELJE-SLOVENIA

www.intronika.si, e-mail:intronika@icm.si

icm  
PASSION FOR PERFECTION

FLUIDNA TEHNIKA - AVTOMATIZACIJA - INDUSTRIJSKA OPREMA

**Hypex**

#### INDUSTRIJSKA PNEVMATIKA



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

#### MERILNA TEHNIKA IN SENZORIKA



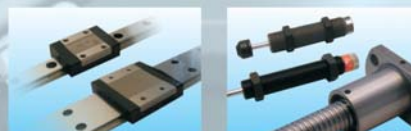
senzorji in merilci sile, temperature, tlaka, magnetnega polja ter indukcijski senzori

#### PROCESNA TEHNIKA



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

#### LINEARNA TEHNIKA



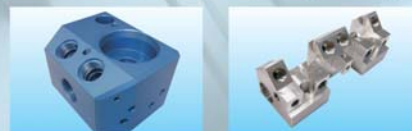
tirna vodila, okrogla vodila, kroglična vretena, blažilci sunkov, regulatorji hitrosti

#### PROFILNA TEHNIKA IN STROJEGRADNJA



konstrukcijski alu profili, delovna oprema, ogrodja strojev

#### STORITVE



konstrukcija in obdelave na klasičnih in CNC strojih

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

Hypex, Lesce, d.o.o.  
Alpska 43, 4248 Lesce

Tel.: +386(0)4 53-18-700 Internet: [www.hypex.si](http://www.hypex.si)  
Fax.: +386(0)4 53-18-740 E-Mail: [info@hypex.si](mailto:info@hypex.si)

**Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo – Laboratorij LASIM in  
Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo ter  
Gospodarska zbornica Slovenije – Združenje kovinske industrije**

najavljajo 6. posvet

## **AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2009 – ASM '09**

v sredo, 11. 11. 2009, ob 9. uri  
v prostorih GZS, Dimičeva ulica 13, Ljubljana.



# Neznanke pri uporabi proporcionalnih in servoventilov

Proporcionalni in servoventili se vse več uporabljajo tudi v najbolj zahtevnih primerih na različnih področjih tehnike, kot so: letalstvo, vesoljska tehnika, pomorstvo, industrijski in mobilni stroji ipd. Razlog njihove uporabe je preprost: so izvrstni pri krmiljenju. Imajo pa pomembno hibo. To so nekatere tehnične lastnosti, ki za razumevanje zahtevajo nekaj več poglobljenega znanja, tudi dinamike sistemov in krmilne elektronike.

Kdor se zanima za področje elektrohidravlike, mora pač podrobneje preučiti in razumeti zgradbo, delovanje in tehnične lastnosti takšnih ventilov. Med osnovnimi vprašanji, ki pogosto predstavljajo nejasnosti, so imenski tokovi proporcionalnih in servoventilov ter njihova učinkovitost delovanja.

## Pogosta napačna koncepta

Leta nazaj so nudili servoventile z določenim imenskim tokom. Enako velja za sicer pozneje razvite proporcionalne ventile. Za servoventile se navadno navaja imenski tok pri imenskem padcu tlaka 7 MPa (1000 psi), medtem ko se za proporcionalne ventile navaja pri padcu tlaka 1 MPa (145 psi).

Zaradi tega se pojavljata dve napačni prepričanji. Prvo je, da so zaradi nižjega imenskega padca tlaka proporcionalni ventili bolj učinkoviti kot servoventili. In drugo, da je imenski tok ves tok, ki ga ventil lahko obvlada, oziroma da bo ventil vedno dobavljal le imenski tok, ne glede na to, kakšna bo obremenitev. Takšno sklepanje preprosto ni resnično in lahko vodi k napačni uporabi ventilov – situacija, ki jo vsi v industriji želimo preprečiti.

## Osnove servoventilov

Začnimo z obravnavo napačnih prepričanj z malo zgodovine. Od kod je prišel imenski padec tlaka za servoventile? Nastal je v letalski industriji, kjer je obravnavana tehnika krmiljenja verjetno bolj napredovala kot v kateri koli drugi veji tehnike. Večina letalskih hidravličnih sistemov uporablja napajanje s tlačno kompenziranimi črpalkami pri tlaku 21 MPa (3000 psi) in večina aktuatorjev so dvosmerni valji s skoznjo batnico oz. enako delovno površino na obeh straneh bata.

Stanje prenosa največje moči od črpalke do bremena se doseže pri padcu tlaka skozi ventil v višini 1/3 tlaka napajanja, kar omogoča 2/3 vrednosti tlaka napajanja za premagovanje bremena. (To se lahko dokaže z enostavnim izračunom, ki ga tu ne bomo navajali.) Ta enostavna razmerja omogočajo enostavno aritmetiko in razumevanje. V sistemih 21 MPa (3000 psi) je preprosto 14 MPa (2000 psi) na voljo za premagovanje bremena in 7 MPa (1000 psi) ostane za krmilni ventil. Če torej izberemo ventil z imenskim tlakom 7 MPa (1000 psi), ne potrebujemo nobene posebne aritmetike. Imenski tok v uporabljenem vezju je tudi imenski tok izbranega ventila. Izbira torej ni bila posebno zahtevna. Pri tem pa se pojavljajo vsaj tri vprašanja, ki jih je potrebno razčistiti.

Prvo vprašanje se pojavi, ker primeri industrijske uporabe niso standardizirani na tlak napajanja 21 MPa (3000 psi). Lahko je kjer koli med 2 in 35 MPa (5000 psi). Isto velja v primeru uporabe v mobilni tehniki. *Dru-gič*, tudi pri uporabi v letalstvu in vesoljski tehniki s standardnim tlakom napajanja 21 MPa (3000 psi) padec tlaka skozi ventil ni nikoli točno 7

MPa (1000 psi), čeprav je to vedno cilj projektiranja. Nasprotno, tlak skozi ventil se lahko spreminja med nič in tlakom napajanja, zato tok nikoli nima točne imenske vrednosti. *Tretjič*, uporaba v neletalstvu redko predvideva dvosmerne valje s skoznjo batnico, zato vtok v ventil ni enak povratnemu toku iz ventila. Ta dejstva povzročajo veliko bolj zahtevno dimenzioniranje industrijskih in mobilnih naprav, če se želi uravnotežena izbira velikosti ventilov in aktuatorjev. Imenski tok tako postane manj pomemben.

## Osnove proporcionalnih ventilov

Zgodovina določanja imenskega padca tlaka pri proporcionalnih ventilih je manj poznana. Zato je ustrezno tolmačenje bolj tvegano. Na vse batne ventile delujejo notranje tokovne sile, ki jih imenujemo tudi Bernoullijeve sile. Poleg tega so tudi sile, ki jih zagotavljajo sodobni proporcionalni magneti, le nekoliko večje od Bernoullijevih sil. Torej bo dejanski premik batnega drsnika vedno nekaj manjši kot bo njegova vkrmiljena vrednost.

Predpostavimo direktno delujoč proporcionalni ventil s 3-amperskim imenskim napajanjem proporcionalnega magneteta. Če ima vkrmilni signal vrednost toka 1,5 A, se bo batni drsnik premaknil za približno 50 %. Pri vključenem hidravličnem toku pa bodo tokovne sile potiskale batni drsnik proti sredini. Njegov odklik od sredine bo torej manj kot 50 %. Tokovne sile so torej odvisne od tlaka in toka. Ob poznavanju teh dejstev so razvijalci proporcionalnih ventilov izbrali za imenski tok standardni imenski padec tlaka za ustrezen premik batnega drsnika le v višini 1 MPa (145 psi) oz 1/7 ustreznega tlaka pri servoventilu.

Slednje pa postavlja vprašanje: Ali so servoventili nekako imuni za tokovne sile? Odgovor je da in ne. Tokovne sile seveda nastopajo tudi pri servoventilih, vendar je večina izvedena s predkrmilno stopnjo, ki zagotavlja bolj natančno pozicioniranje batnega drsnika glavne stopnje. Proporcionalni magneti lahko zagotavljajo le sile med 80 in 130 N, medtem ko je s predkrmiljenjem mogoče doseči tudi sile pozicioniranja v vrednosti več tisoč newtonov.

Večina servoventilov ima notranjo predkrmilno povezavo. Zato pri porastu tokovnih sil zaradi porasta toka napajanja porastejo tudi predkrmilne sile za pozicioniranje tokovnega drsnika glavne stopnje. Rezultat tega je, da predkrmiljeni ventil veliko bolj zanesljivo zagotavlja stabilno pozicijo batnega drsnika glavne stopnje kot direktno krmiljeni proporcionalni ventil. Zato so v splošnem tudi veliki proporcionalni ventili izvedeni s predkrmiljenjem in tako z robustnim

pozicioniranjem glavne stopnje, podobno kot pri servoventilu.

Pri neletalskih sistemih se tokovni imenski padec tlaka uporablja le po želji in neposredno ne vpliva na dejansko potreben tok. Nižji imenski tlak pri proporcionalnih ventilih se izbira le za zmanjšanje tokovnih sil in nima nič opraviti s proporcionalnimi ventili – enako kot pri servoventilih.

Pri dimenzioniranju ventila se računa koeficient ventila  $K_v$ , ki predstavlja merilo, koliko se ventil odpira. Ta vrednost se mora pretvoriti v imenski tok pri padcu tlaka 7 MPa (1000 psi) za servoventile oz. 1 MPa (145 psi) za proporcionalne ventile. Toki in tlaki bodo popolnoma enaki pri uporabi servo- in proporcionalnega ventila.

### Sklepne pripombe

Sklenimo to razpravo z nekaj opozorili. Če proporcionalni ventil ni predkrmiljen, ima lahko omejeno krmiljenje

moči, kar lahko zahteva zmanjšanje tlaka napajanja za določeno odprtost ventila. To lahko pomeni, da način njegove uporabe ne bo povsem enak kot pri alternativni uporabi servoventila. Omejitev moči je še posebej aktualna pri uporabi direktno delujočega proporcionalnega ventila.

Prav tako ne gre pozabiti, da mnogi predkrmiljeni servoventili uporabljajo izvedbe s šobami in odbojno ploščico ali brizgalno cevko, ki zahtevajo stalni ničelni tok in s tem stalno porabo hidravlične energije. To je lahko kritično v primerih stalne porabe energije. Nekateri prav zaradi tega ocenjujejo, da so proporcionalni ventili bolj učinkoviti.

**Vir:** Johnson, J. L.: Myth#9: Servo and proportional valves can control no more than their rated flow – Hydraulics & Pneumatics 61(2008)11 – str. 20

Pripravil: A. Stušek

## 40 let razvijamo in proizvajamo elektromagnetne ventile



**JAKŠA**  
MAGNETNI VENTILI



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

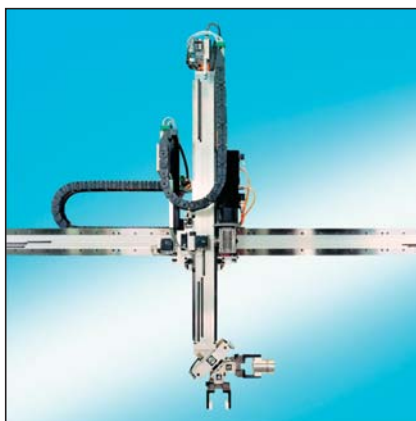
[www.jaksa.si](http://www.jaksa.si)

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



# Rexroth IndraMotion za strego – časovno optimizirano gibanje več osi

IndraMotion je idealna rešitev za krmiljenje strežnih sistemov za učinkovito koordinirano gibanje večosnih manipulatorjev v popolnoma avtomatiziranem proizvodnem okolju. Inteligentna konstrukcija se v celoti ujema z ustreznimi krmilniki. Funkcijski paketi IndraMotion so nadgradnja že znanih sistemov za regulacijo servopogonov, ki temeljijo na novi generaciji servoregulatorjev IndraDrive in IndraDrive Cs podjetja Bosch Rexroth.



Manipulator za strego

- sistemi primi-odloži,
- obdelovalni stroji,
- posebni stroji.

Krmiljenje strežnega sistema je lahko izvedeno z internim krmilnikom v servoregulatorju (IndraMotion MLD, Indralogic L20), ki podpira 1 manipulator s 6 osmi. Druga možnost je krmiljenje sistema z zunanjim krmilnikom (IndraMotion MLC, Indralogic L40) ali z industrijskim računalnikom (IndraMotion VEP), ki omogoča do 4 manipulatorje s 6 osmi. Večkanalna struktura sistema omogoča nadzor do 4 strojev z enim nadzornim sistemom.

Sistem vključuje uporabniško prijazne operacije, teach-in, programiranje in uporabo časovno optimiziranih gibanj posameznih osi manipulatorja za povečanje produktivnosti. Ta rešitev na ključ teče v odprti kodi in zagotavlja uporabniku največjo prilagodljivost v času uporabe z la-

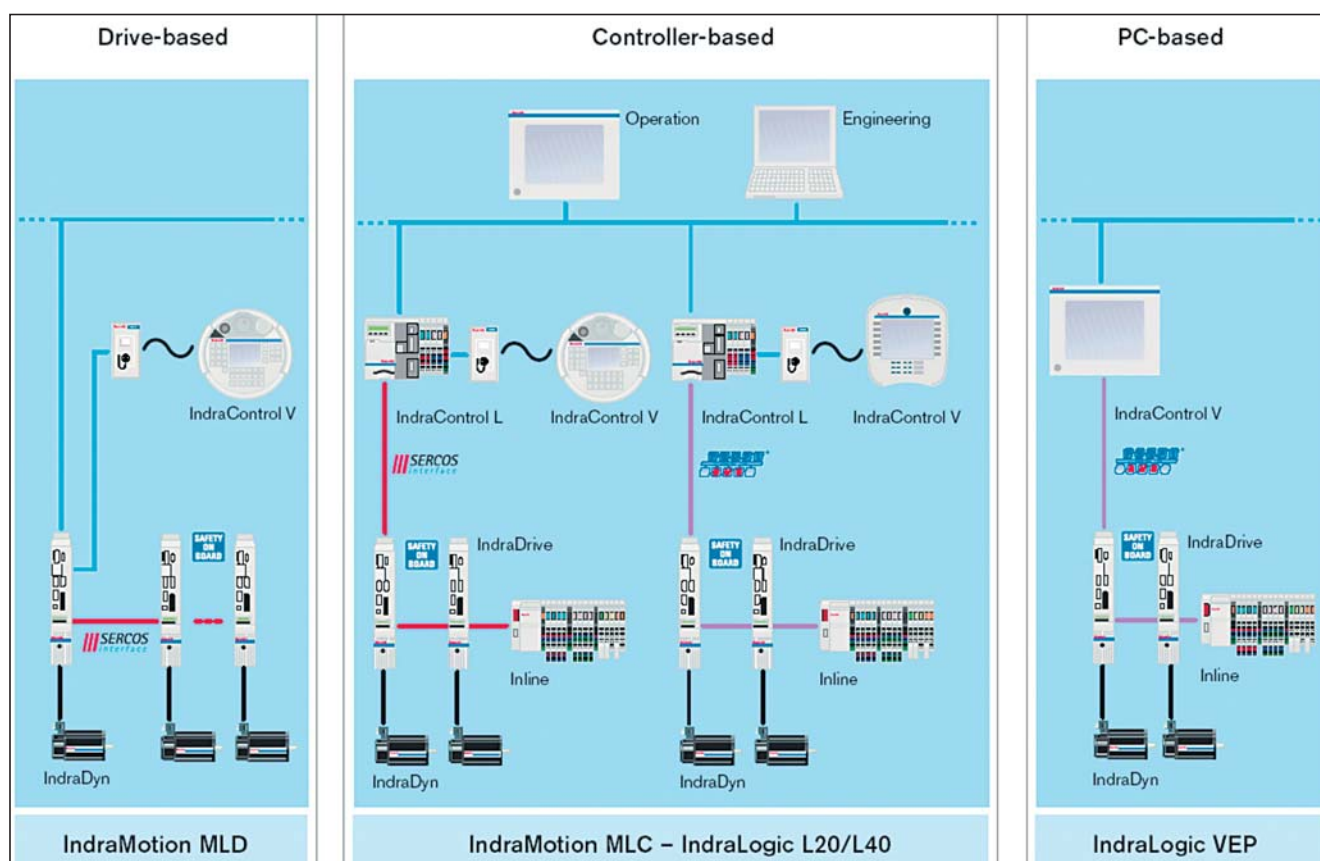
stnim prilagajanjem za vsak primer uporabe.

Področja uporabe manipulatorjev in sistema IndraMotion:

- strega,
- montaža,
- logistika,
- paletiranje,
- procesna industrija,

Sistem IndraMotion je inovativna rešitev za popolnoma avtomatizirano proizvodno okolje, ki omogoča:

- časovno optimiranje gibanja od točke do točke do 6 osi,
- optimiranje poti linearnega gi-



Struktura sistema



Moduli sistema IndraMotion

- banja do 6 osi,
- premike s tipiziranjem,
- inkrementalno in zvezno gibanje osi,
- uporabniku prijazne nastavitve,
- enostavno programiranje z mobilnim operacijskim panelom,
- spremenljivo hitrost (feedrate override),
- varnostni nadzor osi s programiranimi končnimi stikali,
- 4 prosto opredeljiva varovana območja,
- pregledno diagnostiko z jasnimi sporočili stanja,
- 256 možnih različnih programov gibanja.

Za programiranje se uporablja sintaksa, ki je standard v robotiki. Nabor ukazov omogoča minimalno število vnosov za doseg gibanja in s tem najkrajši čas, ki ga operater porabi za vnos programa.

Program, učenje točk in vse ostale nastavitve se vnašajo s pomočjo operacijskega panela. Izbira se lahko med IndraControl VCH08 ali IndraControl VEH30, ki sta mobilna panela, ki se lahko uporabita na več

napravah, ali IndraControl VCP08 in VEP (PC) za vgradnjo.

Sistem vsebuje algoritme za paletiranje, vmesnik za priklop strojnega vida in specificirane modele paletiranja.

Funkcijski paket IndraMotion za strego je idealna rešitev za učinkovito usklajevanje gibanja v celovitih avtomatiziranih sistemih v proizvodnih okoljih. Sistem vključuje uporabniku prijazen način delovanja, programiranja in izvajanja časovno optimiranega gibanja za povečanje produktivnosti.

Sistem IndraMotion za strego je bil predstavljen na letošnjem sejmu IFAM v Celju.


Vir: DOMEL, d. d., Otoki 21, 4228 Železniki, tel.: 04 5117 100, fax; 04 5117 106, www.domel.si, matjaz.solar@domel.si, g. Matjaž Šolar, g. Brane Čenčič

# DOMEL®

Ustvarjamo gibanje

**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

**Servo pogoni**



**Rexroth**  
Bosch Group

**Roboti Stäubli**



**STÄUBLI**  
ROBOTICS  
MAN AND MACHINE  
techn@staubli.com

**Phytron koračni motorji**



**phytron®**  
customized solutions  
in motion



Mednarodni strokovni sejem za profesionalno elektroniko

International Trade Fair for professional electronic

07.-09. 10. 2009

CELJE-SLOVENIA

www.intronika.si, e-mail:intronika@icm.si



iCm  
PASSION FOR PERFECTION



## Kalibracija kot način vzdrževanja meril

Za vsako merilo je zelo pomembno njegovo vzdrževanje, ki vključuje pravilno ravnanje, čiščenje in redne preglede točnosti oziroma kalibracijo meril. To opravljajo kompetentni in akreditirani laboratoriji. Akreditacija je orodje za dokazovanje laboratorija in je dokaz o delovanju v skladu s mednarodnimi standardi in priporočili.

Postopek kalibracije ni dokaz o ustreznosti merila, ampak le samo ugotovitev dejanskega stanja merila. Pri tem je potrebno poudariti, da kalibracijski laboratorij ne pozna procesa, v katerem se merilo uporablja, in tako ne sme podati izjave o njegovi ustreznosti. Zaradi tega mora uporabnik določiti meje, v katerih mora delovati merilo, oziroma mora določiti največja dopustna odstopanja za merilo ali vrsto meril.

Pogosto si uporabniki izberejo napačno merilo, kar pomeni, da je premalo ali preveč točno, in tako ne ustreza merilnemu procesu, v katerem se uporablja. Vsekakor je potrebno pred nabavo merila točno poznati zahteve, ki jih mora izpolnjevati. Točnosti merila ne smemo enačiti z najmanjšim razdelkom merila, ki pomeni zgolj to, kako se najbolje lahko odčita rezultat, medtem ko je točnost povezana še z mnogimi drugimi parametri. Ti so ponovljivost, linearnost, temperaturna odvisnost ter tudi delo operaterja in drugi specifični parametri.

Osnovno točnost bi moral zagotoviti proizvajalec merila, vendar je le malo meril opremljenih s certifikatom o kalibraciji. Običajno proizvajalci prilagajajo svoja delavniška poročila, s katerimi zgolj preskušajo delovanje merila v določeni točki merilnega obsega. Tako je priporočljivo od proizvajalca zahtevati ustrezen certifikat ali pa merilo kalibrirati v neodvisni organizaciji. Kalibracija se za vsako vrsto meril



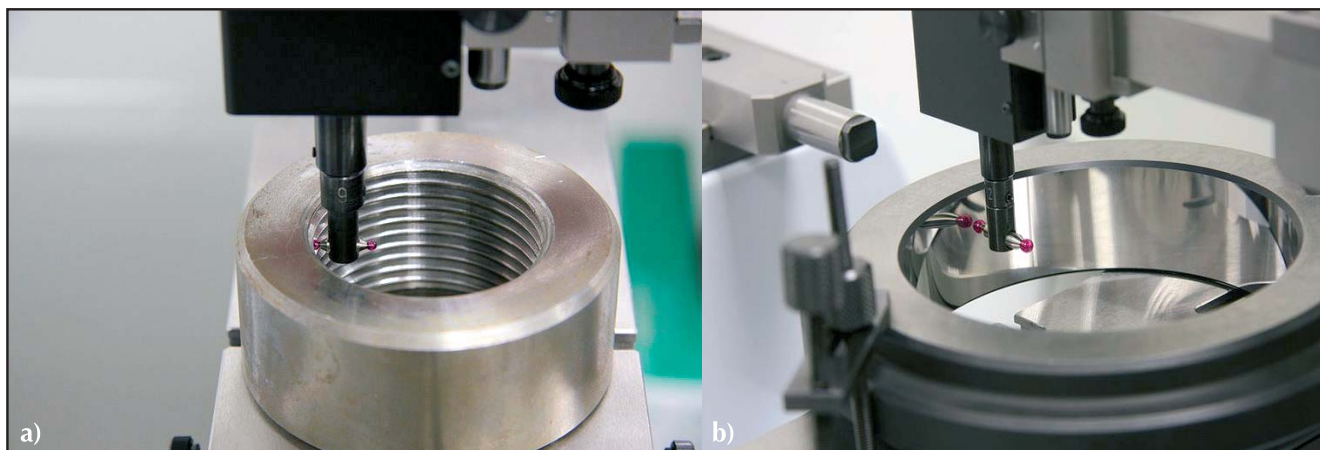
*Kalibracija navojnega trna na visokozmogljivem linealnem stroju*

izvede v skladu s standardom, ki na mednarodni ravni predpisuje minimalne zahteve za pregled določene merilne opreme in vključuje vse tiste teste, ki so reprezentativni za celotno delovanje merila.

Kalibracijo meril je potrebno izvesti v nadzorovanih pogojih delovanja, pri tem pa mora merilo še vedno delovati tako kot deluje v praksi. Pred kalibracijo je potrebno zagotoviti delovanje merila v skladu z navodili



*Kalibracija merilnih kladic na komparatorju*



Kalibracija navojnega obroča – a in gladkega obroča – b

proizvajalca. To pomeni, da merilo ni poškodovano in je očiščeno. Čiščenje in po potrebi mazanje njegovih vitalnih delov je nujno potrebno za dobro delovanje. Primer so dolžinska merila, ki se uporabljajo v strojnih in sorodnih industrijah. Taka merila so pogosto izpostavljena nečistočam in so po določenem času potrebna čiščenja. Vse merilne površine je potrebno skrbno očistiti že pred vsakim merjenjem, ostali deli pa se navadno ne čistijo.

Dolžinska merila se čistijo v ultrazvočni kopeli, ki s tehnologijo vakuumskih mehurčkov očisti tudi najmanjše in očesu skrite dele meril. Če se pri kalibraciji ugotovijo bistvena odstopanja kazanja od prave vrednosti, se merilo naravna ali justira. S tem se kazanje merila približa pravi vrednosti. Po kalibraciji se merila zaščitijo s protikorozivnim sredstvom. Laboratoriji običajno ne izvajajo vseh postopkov pred kalibracijo in po njej, čeprav so pri nekaterih kalibracijah nujno potrebni in jih zahteva tudi standard. Vsi ti postopki so zelo pomembni za nadaljnjo uporabo merila, za njegovo življenjsko dobo in – najpomembneje – za njegovo točnost.

Dnevno uporabljana merila naj bi se kalibrirala vsaj enkrat letno, vendar je to odvisno tudi od zahtevane točnosti, pogojev, v katerih se merilo uporablja, starosti merila, izrabljenosti, števila uporabnikov, življenjske dobe merila in seveda izpolnjevanja zahtev delovnega procesa. Uporabnik si mora za vsak

kos merilne opreme določiti interval kalibracije, kar mora biti označeno tudi na merilu v obliki datuma naslednje kalibracije. Po kalibraciji mora uporabnik oziroma skrbnik preveriti, ali je točnost merila še v mejah, ki jih je podjetje predpisalo. V nasprotnem primeru je potrebno merilo servisirati ali ga zamenjati z novim, pri tem pa upoštevati izkušnje iz preteklosti. Za določanje intervala roka kalibracije so na voljo različni standardi, med njimi tudi: ILAC-G24, OIML D10 in SIST ISO 10012:2003, Po končani kalibraciji mora naročnik prejeti certifikat ali poročilo z rezultati.

Družba LOTRIČ, d. o. o., izvaja vse ustrezne meritve in kalibracije. Da boste tudi v prihodnje merili točno, bo poskrbel njihov laboratorij. Če se bo vašemu merilu iztekla življenjska doba, vam bodo iz svojega prodajnega programa ponudili ustrezno rešitev. V svojem programu imajo tako merila številnih proizvajalcev:

RADWAG – proizvajalec elektronskih tehtnic,

HAEFNER – proizvajalec uteži,

SONO SWISS – proizvajalec ultrazvočnih kopeli,

PLC – proizvajalec pnevmatske opreme,

DOSTMANN ELECTRONIC – proizvajalec elektronskih termometrov in vlagomerov.

Podrobnejše informacije najdete na naši spletni strani [www.lotric.si](http://www.lotric.si).

Vir: LOTRIČ, d. o. o., Selca 163, 4227 Selca, tel.: 04 517 0700, faks: 04 517 0707, g. Marko Lotrič, g. Primož Hafner, internet: [www.lotric.si](http://www.lotric.si)

LABORATORIJ  
ZA  
**LOTRIČ**<sup>®</sup>  
MERO SLOVJE

**OVERITVE**

**KALIBRACIJE**

**KONTROLE**

**PRODAJA**

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

Merimo  
za prihodnost  
We Measure the Future

**DOBRA VAGA V NEBESA POMAGA**

industrijski  
**forum IRT**  
[www.forum-irt.si](http://www.forum-irt.si)



## Frekvenčni regulatorji ABB

Pri večini aplikacij, ki jih poganjajo elektromotorji, se pogosto pojavijo zahteve, da delovanje pogonskega motorja reguliramo in s tem kontroliramo proces. Z regulacijo lahko dosežemo veliko prednosti, ki nam jih direktna priključitev elektromotorja na omrežje ne omogoča. Poleg kontrole nad delovanjem nam lahko frekvenčni regulatorji pomagajo prihraniti tudi veliko energije. V industriji elektromotorji porabijo okoli 65 % električne energije. Z uporabo frekvenčnih regulatorjev je pri aplikacijah, ki imajo kvadratno karakteristiko, kot npr. črpalke in ventilatorji, mogoče prihraniti tudi do 60 % energije. Vendar se kljub temu velikokrat namesto frekvenčnih regulatorjev v sisteme vgrajujejo ventili in lopute, s katerimi se regulira pretok. Podoben pojav, kot je dušenje z ventili, dobimo, če bi vozili avto z eno nogo na plinu, z drugo pa istočasno na zavori. Poleg že naštetih prednosti pa nam frekvenčni regulator ščiti elektromotor in breme, ki je priključeno nanj, pred zagonskimi sunki in s tem podaljša življenjsko dobo motorja ter zniža stroške vzdrževanja. ABB v svojem programu ponuja celoten spekter nizkonapetostnih frekvenčnih regulatorjev od 0,18 kW do 5600 kW.

### Frekvenčni regulatorji za strojegradnjo

Najenostavnejši in najmanjši med njimi je serija ACS55, ki se uporablja v najenostavnejših aplikacijah do moči 2,2 kW. Naslednji razred je ACS150. Ta serija ima v osnovni verziji že integriran panel in potenciometer za nastavitev hitrosti motorja, pokriva pa moči do 4 kW.

ACS350 pokriva moči motorjev do 22 kW. Ta serija ima vgrajeno možnost sekvenčnega programiranja, s katerim se lahko pri uporabi izognemo uporabi enostavnega PLC-ja.

### Standardni frekvenčni regulatorji

ACS550 je najbolj prodajana serija



frekvenčnih regulatorjev. Po svetu jih je bilo prodanih že veliko več kot milijon, namenjeni pa so za zahtevne aplikacije do moči 355 kW. Same nastavitve pa so zelo podobne nastavitvam ACS350. V podobnem rangu, kot je ASC550, imamo pri ABB tudi frekvenčni regulator za aplikacije HVAC. To je ACH550. Pri serijah ACS550 in ACH550 je novost sprememba dimenzije frekvenčnega regulatorja za 160 kW, ki je po novem narejen za montažo na zid. Njegove dimenzije pa so: višina 880, širina 300 in globina 400 mm.

### Frekvenčni regulator za uporabo v industriji

ACS800 je najbolj napredna serija frekvenčnih regulatorjev. Za delovanje uporablja DTC (Ditect torque control), ki omogoča izredno hitrost in natančnost. Pri seriji ACS800 so na voljo tudi razne možnosti frekvenčnih regulatorjev, kot so regenerativni, z nizkimi harmoniki, tekočinsko hlajeni. Možno jih je naročiti v modularni izvedbi, ki je namenjena za vgraditev v elektroarmare. Za ACS800 je ABB razvil velik spekter programske opreme za specifične aplikacije. ABB pokriva tudi celoten spekter frekvenčnih regulatorjev na srednji napetosti.

Večina frekvenčnih regulatorjev ABB ima v programu že vstavljeno funkcijo pomoč pri nastavitvah, s katero je zagon zelo enostaven. V sami napravi

pa so tudi že vnaprej pripravljene programi, ki so prilagojeni za določene aplikacije. Ena izmed takšnih je npr. PFC (pump and fan control). Dimenzijsko so frekvenčni regulatorji ABB med najmanjšimi na tržišču.

Novosti pri frekvenčnih regulatorjih ABB je vsako leto kar nekaj in tudi letošnje ni izjema. Pri ABB so razvili frekvenčne regulatorje do moči 7,5 kW v izvedbi IP66. V sam program so pri določenih serijah vgrajeni parametri, ki nam prikazujejo, koliko električne energije smo prihranili, za koliko smo zmanjšali izpust CO<sub>2</sub> v okolje in koliko denarja smo prihranili z vgraditvijo frekvenčnega regulatorja. Na tržišču se je pojavil tudi nov ACS850, to je modularna izvedba ACS800, ki uporablja koncept delovanja ACS800. Sama nastavitev pa poteka preko panela, ki se uporablja pri ACS550.

Frekvenčni regulatorji proizvajalca ABB so med najkvalitetnejšimi in najbolj naprednimi na svetu, kar nam kažejo tudi rezultati prodaje, ki se uvrščajo med najvišje. Vse bolj jih uporabljamo tudi v Sloveniji, saj je ABB prisoten že v večini večjih industrij. Spekter uporabe pa se širi.

ABB ([www.abb.com](http://www.abb.com)) je eden od vodilnih proizvajalcev v elektroindustriji, ki omogoča uporabnikom izboljšano delovanje sistemov z nižjo obremenitvijo okolja. Skupina ABB pa je prisotna v več kot stotih državah z okoli 120.000 zaposlenimi.

Vir: ABB, d. o. o., Koprška ulica 92, 1000 Ljubljana, tel.: 01 2445 469, fax: 01 2445 490, internet: [www.abb.si](http://www.abb.si), e-mail: [branko.plesnik@si.abb.com](mailto:branko.plesnik@si.abb.com), g. Branko Plesnik

## Podjetje National Instruments razširja ponudbo izdelkov za merjenje zvoka in tresljajev za uporabo v aplikacijah za diagnosticiranje naprav

Podjetje National Instruments je objavilo začetek prodaje novega orodja za analizo in obdelavo podatkov o hrupu in tresljajih ter njihovega vpliva na človeško telo (NVH – noise, vibrations and harshness), za nadzor stanja naprav in preizkusnih avdioaplikacij. Program NI Sound and Vibration Measurement Suite, različica 7.0, razširja uporabnost analiziranja z virtualnimi instrumenti (VI) NI LabVIEW za izvajanje psihoakustičnih meritev, kar inženirjem omogoča hitro postavitev preizkusov za izračun kakovosti zvoka. Podjetje je napovedalo tudi prihod prenosnih dinamičnih modulov za zajem signala s priključkom z lastnim napajanjem NI USB-4431 in USB-4432, ki omogočata izvedbo zelo natančnih meritev hrupa in tresljajev.



NI USB-4432, prenosna naprava za precizno merjenje zvoka in vibracij napajana preko USB vodila

Program Sound and Vibration Measurement Suite 7.0 podpira popolno analizo kakovosti zvoka, kar inženirjem omogoča zagotavljanje visokokakovostne akustike v njihovih konstrukcijah. Virtualni instrumenti LabVIEW v programski opremi Sound and Vibration Measurement Suite vsebujejo tudi frekvenčno in oktavno analizo signala ter možnost

nadzora vrtenja mehanskih sklopov v avtomobilski, vojaški in letalski industriji. Inženirji lahko hitro in učinkovito začnejo z delom z aplikacijami s pomočjo lastne konfiguracije programa Sound and Vibration Assistant ali z eno od 50 prednastavljenih konfiguracij programske opreme Sound and Vibration Measurement Suite.

Za več informacij obiščite našo spletno stran na naslovu: [www.ni.com/soundandvibration/](http://www.ni.com/soundandvibration/).

Vir: National Instruments Instrumentacija, avtomatizacija in upravljanje procesov, d. o. o., Kosovelova ulica 15, 3000 Celje, tel.: +386 3 425 4200, faks: +386 3 425 4212, e-mail: [ni.slovenia@ni.com](mailto:ni.slovenia@ni.com), [www.ni.com/slovenia](http://www.ni.com/slovenia)

**H+P Center d.o.o., Ljubljana**  
 Brnčičeva ul. 13, 1231 Črnuče

Tel.: 01/ 563 23 36, Fax: 01/ 561 24 71  
[www.h-pcenter.si](http://www.h-pcenter.si), [info@h-pcenter.si](mailto:info@h-pcenter.si)



## Prenosne hidravlične črpalke

Enerpac predstavlja svojo novo serijo baterijsko napajanih hidravličnih črpalke – BP. Črpalke so namenjene za napajanje majhnih in srednje velikih cilindrov ali orodij oziroma se uporabljajo povsod tam, kjer je potreben prenosni hidravlični napajalni sistem. Napajalna enota je lahka, ergonomsko oblikovana in primerna za pogosto uporabo tam, kjer ni mogoče napajanje z elektriko.



Trpežna litij-jonska baterija z 28 V daje konstantno moč brez pojemanja. Deluje pri maksimalni moči in pri ekstremnih pogojih delovanja dovolj dolgo, da se opravi predvideno delo. Baterijski vložek omogoča delovanje pri maksimalnem tlaku več kot šest minut. Baterija se polni

približno eno uro. Črpalka ima dve 3-amperski bateriji in polnilec.

Številni primeri uporabe, ki jih je mogoče uspešno izvesti s to črpalke, so na primer:

- 130 rezov 10-milimetrske ojačevalne kovinske palice z rezalnikom WHC750,
- 75 dvigov s kotnim razmikalnikom WR5,
- varno odstranjevanje trideset 25-milimetrskih vijakov z rezalnikom NC3241,
- večkratno dviganje bremena s 5–100-tonsko dvigalko.

Baterija, ki se uporablja za pogon črpalke, ustreza CSA in CE.

Vir: Enerpac BV, PO Box 8097, 6710 AB Ede, The Netherlands, Tel: +31 318 535911, Fax: +31 318 525613, Info@enerpac.com, www.enerpac.com

# KRMILJENO HIDRAVLIČNO PREMIKANJE



Enerpacov sinhronizirani sistem premika betonski lok in nosilec narazen, da se naredi prostor za končno ulivanje – Most tretjega tisočletja, Zargoza, Španija.



Brezžično PLC krmiljeno premikanje podporja s hidravlično gnanim potujočim opažem, Španija.

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

### KOMPLETNE REŠITVE HIDRAVLIČNIH SISTEMOV

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

**ENERPAC** 

www.enerpac.de  
info@enerpac.com

## Izboljšanje izkoristka fotovoltaičnih sončnih kolektorjev

Pri pretvorbi sončne energije v električno je vpadni kot sončnih žarkov ključnega pomena za optimalni izkoristek modulov. Da se doseže polna moč sodobnih fotovoltaičnih modulov, ki znaša že več kot 230 W, mora biti vpadni kot sonca vedno blizu 90°.

HYDAC je razvil kompaktni hidravlični agregat s pripadajočimi ventili, ki omogoča dvoosno sledenje soncu (nagib in orientacija), tako da pada sončna svetloba vedno pravokotno na sončni kolektor in poveča njegov izkoristek za 30 do 40 %.



Kompaktni hidravlični agregat za pogon dvoosnega sledilnika

Prednosti takega hidravličnega pogona so zanesljivo delovanje v najhujših vremenskih razmerah, prahu in umazaniji, pri čemer je zagotovljena natančnost sledenja.

Vgrajeni hidravlični akumulator daje dovolj energije tudi pri izpadu električnega napajanja, saj omo-

goči, da se sistem postavi v izhodiščno navpično lego, s čimer se zmanjša vpliv vremena na module.

Seveda ga je možno uporabiti tudi za enoosno sledenje pri projektih, ki ne zahtevajo dvoosnega sledenja, na primer pri paraboličnih zrcalih ali enoosnem sledenju fotovoltaičnih modulov.

Vir: Hydac, d. o. o., Zagrebška 20, 2000 Maribor, tel.: +386 2 460 15 20, faks: +386 2 460 15 22, info@hydac.si, www.hydac.com



Sončna elektrarna z dvoosnim sledenjem soncu

## Energetsko učinkovit hidravlični pogon z zobniško črpalko PGH-3X z notranjim ozobjem

Vedno višja cena energije nas sili v razvoj učinkovitejših pogonov, ki bi zmanjšali investicijske stroške in stroške vzdrževanja v življenjski dobi avtomatiziranih naprav. Vedno več proizvajalcev strojev se tako odloča za pogone z variabilnim številom vrtljajev pri hidravličnih sistemih. S tem se doseže učinkovitejše in cenejše delovanje sistema. Pri takšnih hibridnih rešitvah je Rexroth dose-



gel največji učinek prav z zobniško črpalko z notranjim ozobjem PGH-3X, ki ima zelo dobre izkoristke v širšem območju vrtljajev.

Rexroth je novo serijo zobniških črpalk z notranjim ozobjem PGH-

3X izboljšal za razširjeno območje delovanja z optimalnim izkoristkom. Sedaj lahko uporabniki pri vseh velikostih novih črpalk PGH-3X uporabljajo spremenljive vrtilne frekvence tudi do 3000 min<sup>-1</sup>. S tem imajo večjo svobodo pri nastavljanju zelene hitrosti hidravličnih cilindrov v sistemu. Zmanjšajo se nabavni stroški, elektromotor in črpalka sta manjša, hkrati pa se zmanjša tudi poraba električne energije.

Vir: LA & Co., d. o. o., Limbuška cesta 42, 2000 Maribor, tel.: 02 42 92 679, faks: 02 42 05 550, e-mail: info@la-co.si, www.la-co.si, g. Matjaž Matavž



## Preizkusite delovanje krmilnikov Trio Motion Technology!

Če še niste imeli priložnosti uporabiti katerega od krmilnikov proizvajalca Trio Motion Technology, imate sedaj možnost izkoristiti njihovo ponudbo in naročiti »Evaluation Kit«, ki vključuje vso potrebno strojno in programsko opremo po zelo ugodni ceni. Ta ponudba je namenjena novim uporabnikom, ki se želijo spoznati z delovanjem krmilnika.

Specifikacija krmilnika MC206:

- moč procesorja 120 MHz 32-bit DSP



- krmiljenje do 8 osi
- različne možnosti komunikacij (RS232, RS485, Ethernet, USB, CAN)

- različne dodatne razširitvene možnosti

Več informacij o ponudbi in krmilnikih Trio Motion Technology lahko najdete na internetni strani [www.ps-log.si](http://www.ps-log.si).

Vir: PS, d. o. o., Logatec, Kalce 38 b, 1370 Logatec, tel.: 01/750-85-10, faks: 01/750-85-29, e-mail: [ps-log@ps-log.si](mailto:ps-log@ps-log.si), internet: [www.ps-log.si](http://www.ps-log.si)



## Kalibrator procesnih veličin DIGISTANT 4423

Kalibratorji procesnih veličin so pomembni za preverjanje procesne senzorike in pripadajoče elektronike. S pomočjo kalibratorjev lahko določamo merilno točnost senzorike, jo diagnosticiramo in kalibriramo. Uporabimo jih lahko tudi za verifikacijo merilne elektronike, priključene na senzoriko.

uspešnega modela Digistant 4422 je tudi novi kalibrator prenosen, a manjši. Primeren je tako za terensko kot laboratorijsko uporabo, posebej pa ga odlikujeta odlična funkcionalnost in dokumentacijska podpora za funkcije kreiranja kalibracijskih procedur, njihovega zajema, protokoliranja in arhiviranja.

Digistant 4423 je istočasno kalibrator za električne, termične in mehan-

tvornikov. Mehanske veličine pa meri s pomočjo ustreznih vmesnikov.

Kalibrator lahko meri in generira napetosti od 1  $\mu$ V do 20 V, tok od 1  $\mu$ A do 24 mA, upornosti od 5  $\Omega$  do 4 k $\Omega$ , frekvenco oz. impulze do 10 kHz in napetosti termočlenov od 10 mV do 75 mV. Temperaturno merjenje/simulacija termočlenov je možna za termočlene tipov J, K, T, E, R, S, B, C, XK, BP, L, U in N. Prav tako podpira merjenje/simulacijo za RTD tipov Ni120, Ni100 Cu10, Cu50, Cui100, YSI 400, Pt100, Pt200, Pt500, Pt1000, Pt10 in Pt50. Za merjenje sile, tlaka in momenta se uporablja vmesnik Smart sensor interface 7160, ki po eni strani napaja senzor, po drugi strani pa zajema signal iz sensorja in ga prevaja v digitalno obliko, primerno za prenos v Digistant 4423. Tlake lahko merimo v območju od -1 do 700 bar. Tlake nastavljamo s primerno tlačilko. Silo lahko merimo v območju od 5 N do 200 kN, momente od 1 Ncm do 5000 Nm in pomike od 1  $\mu$ m do 200 mm.



Firma Burster iz Nemčije, proizvajalka procesne senzorike in kalibrirne opreme, je dala na tržišče nov univerzalni kalibrator, model Digistant 4423. Kot naslednik predhodnega

ske veličine, vse v enem. Osnovna točnost kalibratorja je 0,015 %. Električne in termične veličine lahko meri in generira, simultano delovanje je zlasti primerno za kalibracijo pre-

Digistant 4423 lahko uporabljamo brez programa, a je udobneje delati s pomočjo programa DIGICAL. Pri prvem načinu so vse funkcije kalibratorja dosegljive preko tipkovnice, funkcijskih in posebnih tipk ter za-

slona z dvema prikazoma. Ta način je nekoliko bolj neroden, a smo neodvisni od računalnika in s tem bolj mobilni. Ob podpori programa DIGICAL so dosegljive vse funkcije iz ročnega načina dela. Lahko kalibriramo v laboratoriju ali na terenu, vendar si z računalnikom močno poenostavimo delo. Kalibrirne procedure izdelamo lažje in bolj celovito na računalniku, vključimo lahko podrobna navodila in slike, nastavitve kalibratorja so shranjene kot rezervna kopija, meritve se shranijo v formatu Excel, omogočen

je izvoz podatkov, zagotovljen je način dela po DIN ISO 9000, meritve se shranjujejo v bazo podatkov, meritve offline, zajete s kalibratorjem, se prenesejo na računalnik in procesirajo oz. arhivirajo, mogoča sta daljinski nadzor kalibratorja in pristopna pravica. Prehod med lokalnim in oddaljenim načinom dela je enostaven. V arhivu lahko izberemo pretekle kalibracije in jih primerjamo med seboj. Izdelava kalibrirnega oz. merilnega protokola s PC-računalnikom je enostavnejša in lahko tudi obsežnejša.

Zaradi vseh teh lastnosti je Digistant 4423 v nekaterih evropskih državah postal prava prodajna uspešnica, še zlasti ob dejstvu, da je to edini kalibrator na tržišču, ki omogoča kalibracijo električnih, termičnih in mehanskih veličin ob močni dokumentacijski podpori.

Vir: PSM, d. o. o., Runkova 10, 1000 Ljubljana, tel.: 01 51 50 115, GSM: 041 750 785, faks: 01 51 50 115, e-mail: info@psm.si, internet: www.psm.si, g. Drago Metljak

## Prilagodljivost z uporabo Inspectorja I20

Predstavljamo vam novega člana v družini Inspector: I20! S sistemom izmenljivih objektivov, novo rešitvijo logičnih izhodov in razširljivimi vhodi in izhodi lahko Inspector I20 uspešno reši široko paleto nalog.

Bistvo serije Inspector je zgoščen, preprost za uporabo in zanesljiv dvodimenzionalni optični senzor z vgrajenim virom svetlobe, obdelavo slike in priključkom ethernet. Načrtovani so bili za uporabo pri preverjanju predmetov ne glede na orientacijo ali pozicijo v predvidljivem odzivnem času. Robustna izvedba optičnega senzorja je primerna za zahtevne primere uporabe, hitri in pametni algoritmi za obdelavo slike pa mu omogočajo sledenje hitrim procesom.

*Prilagodljivo vidno polje* – Inspector I20 omogoča enostavno zamenjavo objektivov za različne razdalje in vidna polja, hkrati pa obdrži visoko



stopnjo zaščite ohišja (IP67). Skupaj z vgrajenim virom svetlobe je tako Inspector I20 zelo primeren tako za končne uporabnike kot tudi za sistemske integratorje, ki želijo rešiti veliko različnih aplikacij z uporabo ene naprave.

*Prilagodljivi izhodi* – Inspector I20 ima na voljo logične izhode. S preprosto in/ali logiko lahko kombiniramo številna preverjanja, ki dajo

končnemu uporabniku bolj podrobno povratno informacijo. Rezultati teh preverjanj se lahko na primer uporabljajo za sortiranje glede na napake ali za podroben nadzor procesnih korakov v proizvodni verigi.

*Prilagodljiva vhodno/izhodna funkcionalnost* – Razširitev izhodov s 3 na 16 je na voljo z zunanjim I/O-vmesnikom. Vsakemu izhodu lahko uporabnik določi logično funkcijo ali jih uporabi za rezultat posameznega preverjanja. Poleg tega I/O-vmesnik omogoča tudi povečanje števila vhodov. Mogoče je izbirati med 16 naučenimi referenčnimi objekti brez vpliva na druge vhodne funkcije, kot so proženje, vhod za dajalnik ali vhod za učenje.

*Več funkcionalnosti zaradi fleksibilnosti* – Inspector I20 je bolj prilagodljiv kot večina dvodimenzionalnih optičnih senzorjev.

Vir: SICK, d. o. o., Cesta dveh cesarjev 403, 1000 Ljubljana, tel.: 01 47 69 990, faks: 01 47 69 946, e-mail: cekicb@sick.si, http://www.sick.si



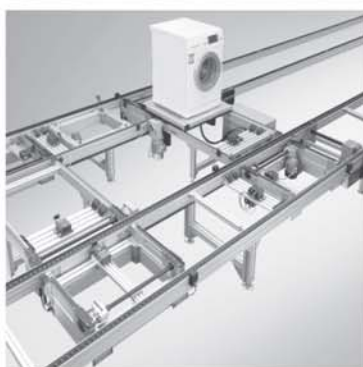
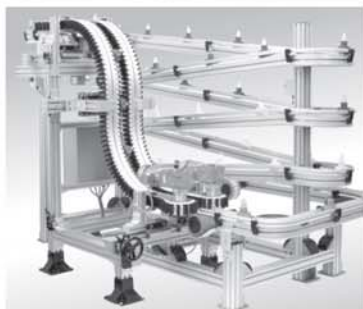
Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za strojništvo





# 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  
www.opl.si

## Vakuumski regulator serije IRV 10/20

Izvedba s priključkoma na isti strani omogoča prihranek prostora in boljše pritrditev na panelno ploščo. Nov



Pomislite na uspešen izdelek, ki je prepričal vaše stranke. Ali bi bilo to za vas dovolj ali pa bi želeli narediti tako, kot so to v koncernu SMC, kjer si prizadevajo *dober izdelek narediti še boljši*.

Taka je izboljšana verzija vakuumskih regulatorjev serije IRV. Novi regulatorji omogočajo dvakrat večje pretoke ob zmanjšanju mase do 20 %; so pa tudi bolj prilagodljivi za vgradnjo.

vakuumski regulator serije IRV 10/20 nudi možnost uporabe že vgrajenih ravnih ali kotnih priključkov, nanj pa je mogoče neposredno vgraditi tudi digitalno vakuumsko stikalo.

Vir: SMC Industrijska avtomatika, d. o. o., Mirnska cesta 7, 8210 Trebnje, tel.: 07 388 54 12, faks: 07 388 54 35, e-mail: office@smc.si, interbet: www.smc.si, g. Jože Pišek

## Elektromagnetni ventili serije VXE

manj ogreva in temperatura je manjša do 50 %. Ventili te serije so skladni z direktivo RoHS in imajo zaščito IP65.



Povpraševanje po energijsko učinkovitih izdelkih je vse večje. Prav zato je podjetje SMC razvilo in predstavilo novo serijo elektromagnetnih ventilov VXE. Serija je naslednik uspešne serije VX in zagotavlja zmanjšanje porabe energije za 30 %.

Manjša poraba električne energije pomeni znižanje stroškov in tudi zmanjšanje emisije CO<sub>2</sub>. Zaradi manjšega električnega toka se tuljava tudi

Primerni so za medije, kot so zrak, voda in olje. Mogoče jih je vgraditi posamično ali pa na skupno podnožno ploščo. Delujejo pri 12 V DC in so popolnoma zamenljivi s starejšo serijo VX.

Vir: SMC Industrijska avtomatika, d. o. o., Mirnska cesta 7, 8210 Trebnje, tel.: 07 388 54 12, faks: 07 388 54 35, e-mail: office@smc.si, internet: www.smc.si, g. Jože Pišek

## Mokre noge? Ne hvala!

Zamislite si, da tank s tekočimi kemikalijami začne točiti in tega nihče ne opazi. Zahvaljujoč novemu optičnemu senzorju podjetja **Baumer** za nadzor točenja je strah odveč.



Senzor FODK 23 lahko privijemo ali prilepimo na tla poleg rezervoarja, ki ga želimo nadzorovati. Običajno je že 1 ml tekočine na tleh dovolj, da senzor reagira. Tako zaznamo točenje že v začetni fazi in s hitro reakcijo lahko preprečimo večjo škodo. Majhen okrogel okrov FODK 23 z inte-

grirano elektroniko je narejen iz kemično odpornega teflona PFA. Senzor je še posebej primeren tam, kjer so občutljivi materiali.

Domiseln sistem za hitro pritrditev je narejen iz PRA ali PVC in omogoča hitro montažo ali od-

stranitev brez uporabe orodja. V normalnih pogojih vgrajena strategija »FAIL-SAFE« omogoča aktiven izhod. Ob prekinitvi kabla ali druge napake izhod spremeni stanje in tako posreduje informacijo nadzornemu sistemu.

Skupina Baumer je vodilni izdelovalec senzorjev in sistemskih rešitev za avtomatizacijo v procesni industriji in v proizvodnji. Ima dolgoletne uspehe pri gradnji sistemov po meri naročnikov in pri izdelavi inovativnih izdelkov na področju sensorike, krmiljenja gibanja, optičnih tehnologij in sistemov za lepljenje.

Vir: Vial Automation, d. o. o., Gotovlje 57, 3310 Žalec, tel.: 03 713 27 96, faks: 03 713 27 94, internet: [www.vial-automation.si](http://www.vial-automation.si), e-mail: [bostjan.pelko@vial-automation.si](mailto:bostjan.pelko@vial-automation.si)

Merilna oprema **Mahr**

**GAZELA**

Gazela d.o.o. Krško  
 Kajuhova 12, 8270 Krško  
 tel.: +386 (0)7 488 0 488  
 fax: +386 (0)7 488 0 489  
 e-mail: [info@gazela.si](mailto:info@gazela.si)  
[www.gazela.si](http://www.gazela.si)



# EPSON Roadshow 2009 Slovenija

Darko KORITNIK

EPSON je v začetku leta 2009 predstavil dva nova robota, ki sta nova tudi v smislu tehničnih rešitev, ki jih konkurenca še nima. Na turneji po Sloveniji, ki je bila od 18. do 20. maja, je DAX, d. o. o., distributer EPSON Factory Automation, skupaj z g. Dirkom Folkensom predstavil novosti slovenskim uporabnikom robotov. Obiskali smo nekatere graditelje avtomatiziranih strojev in na Fakulteti za elektrotehniko pripravili predstavitev za sodelavce Laboratorija za robotiko FE in sodelavce LASIM s Fakultete za strojništvo v Ljubljani (sliki 1 in 2).



Slika 1. Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za robotiko

Robota sta vgrajena v kompaktno democelico, ki se preprosto porine v avtomobilsko prikolico (slika 1). Prvi robot je SCARA G3 (slika 3), ki ima inovativno zasnovan prvi segment oziroma ročico, ki zato omogoča večji delovni prostor ob enakih merah robota. Novost je dobrodošla za zgoščene izvedbe delovnih postaj na montažnih linijah za sestavo manjših izdelkov, kot so mobilni telefoni, trdi diski, tiskana vezja, skratka predmeti tlorisne velikosti formata A4 in višine do 150 mm. Ročica robota je ukrivljena, kar omogoča večji doseg na eni strani delovnega prostora. Tipični primer uporabe je

odvzemanje sestavnih delov s palete, kjer se izkoristi večji doseg robotske

roke za odlaganje na transportni trak oziroma vstavljanje v sestav. Ročica je osnosimetrična, kar pomeni, da jo uporabnik lahko sam enostavno obrne in dobi iz leve desno izvedbo robota. Izvedba kinematike z ukrivljeno ročico je patentirana.

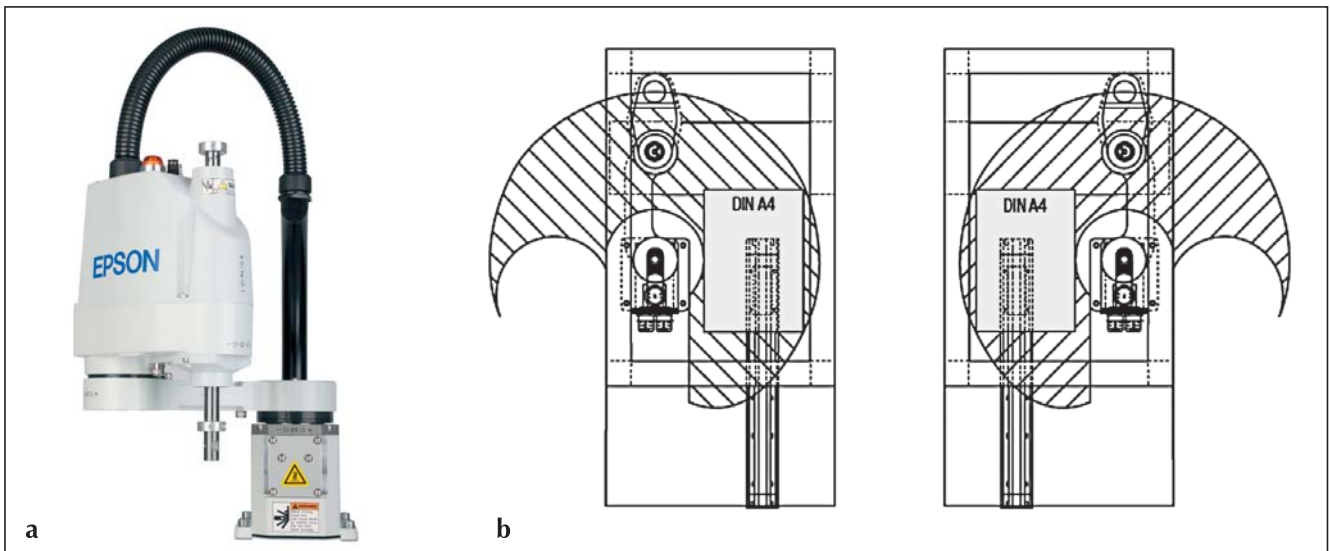
V prodaji so trije osnovni tipi G3 z dosegom 250, 300 in 350 mm in gibom 150 mm v Z-osi pri vseh izvedbah. Nosilnost robota je 3 kg.

Popolnoma nova in izvirna pa je kinematika robota RS3-Spider (slika 4). Robot je zgrajen praktično iz enakih segmentov in delov kot ostali roboti EPSON SCARA. Razlikuje se le njegov delovni prostor, ki ima obliko obroča z zunanjim premerom 700 mm.

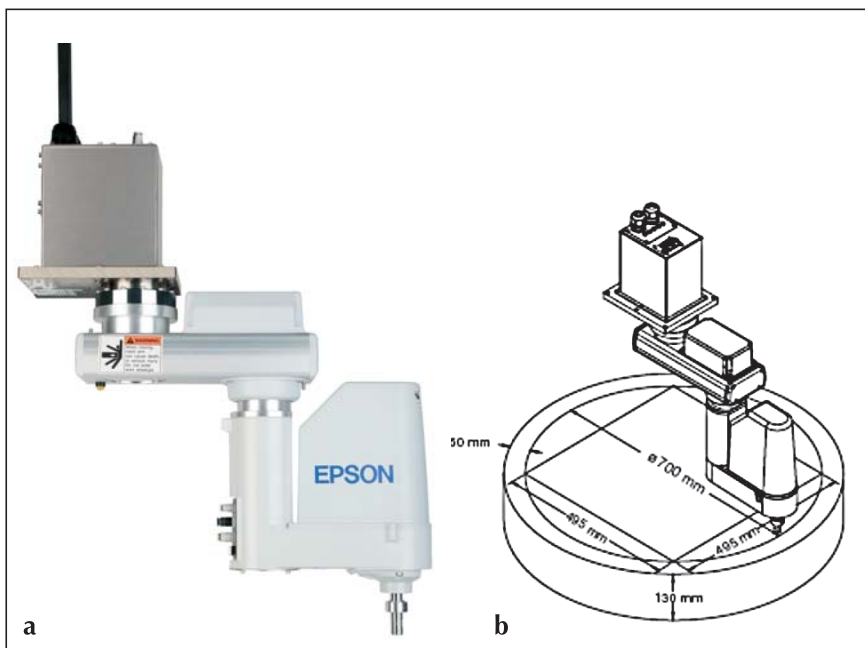


Slika 2. Utrinek z obiska v Cerknem

Darko Koritnik, univ. dipl. inž.,  
DAX Electronic Systems, d. o. o.,  
Trbovlje



Slika 3. Robot EPSON G3 z ukrivljeno ročico – a in delovni prostor pri obeh postavitvah ročice – b



Slika 4. Robot EPSON RS3-Spider – a in delovni prostor – b

RS3 omogoča zgoščeno izvedbo montažnih postaj in povprečno 30 % krajše taktne čase v primerjavi z običajnimi roboti SCARA.

Družina krmilnikov (slika 5) in programska oprema sta skupni vsem robotom EPSON, štiriosnim SCARA, šestosnim ProSix in kartezičnim EZ. Na voljo so kompaktni RC180 in PC-krmilniki RC420 in RC520. Programsko okolje je EPSON RC+ in je enako za vse kinematike ter tipe robotov.

Obiski pri uporabnikih so eden od uspešnih načinov predstavitve novih izdelkov. Tudi tokratni odziv to potrjuje, tako da takoj po predstavitvi novega integriranega PC-krmilnika RC620 z veseljem napovedujemo naslednjo predstavitev.

Vir: Epson Factory Automation, Predstavitvene brošure 2009



Epson TP1:  
Vmesnik za programiranje



Epson OP1:  
Uporabniški vmesnik



Epson RC180 krmilnik z dvema dodatkom

Slika 5. Krmilnik RC180 z opcijami in operaterskim terminalom



## Nove knjige

- [1] Anonim: **Inovative Dichtungstechnik – effizient und umweltbewusst (Inovative Sealing Technology – efficient and environmental aware)** – Tesnilna tehnika pridobiva v okviru strojništva in gradnje procesnotehničnih naprav vedno večji pomen. Največkrat šele majhne tesnilke omogočajo učinkovito gradnjo in uporabo strojev in naprav. V nemškem strokovnem združenju za fluidno tehniko v okviru VDMA je trenutno 37 izdelovalcev tesnil, tesnilk in drsnih tesnilnih spojev. Skupaj so v brošuri pod zgornjim naslovom pripravili izčrpane informacije o stanju in razvoju tesnilne tehnike in sistemov tesnjenja. Brošura je na voljo na naslovu: zal.: VDMA e. V. Fachverband Fluidtechnik – Frau Ann-Catrin Rehermann, Lyoner Str. 18, 60528 Frankfurt am Main; tel.:

+ 069-6603-1317, faks: +069-6603-2317; e-pošta: ann-catrin.rehermann@vdma.org, internet: www.vdma.org/fluid.

- [3] Johnson, J. L.: **Designers Handbook for Electrohydraulic Servo and Proportional Systems** (4. izdaja) – Uveljavljeni ameriški strokovnjak za elektrohidravliko je pripravil novo in razširjeno izdajo priročnika za elektrohidravlično servo- in proporcionalno tehniko. Tre-tjo izdajo, ki so jo popularno imenovali kar »biblija elektrohidravlike«, je razširil z največjšimi dosežki in spoznanji, predvsem z novimi postopki računalniškega modeliranja in simulacije vezij in sistemov v celoti ter z novimi senzorskimi in elektronskimi krmilnimi komponentami. Sicer je osnovna vsebina priročnika standardna in podobna, kot smo jo mi že predstavili v prejšnjih številkah naše revije. – Zal.: H & P Bookstore (spletni naslov: www.

Hydraulics & Pneumatics); 2009; obseg: 784 strani; cena: 149,95 USD.

- [4] Will, D., Gebhardt, N.: **Hydraulik – Grundlagen Komponenten, Schaltungen** (4. na novo predelana izdaja) – Uveljavljena nemška strokovnjaka in profesorja sta pripravila 4. izdajo na novo predelanega temeljnega učbenika za hidravliko z upoštevanjem najenostavnejših dosežkov in spoznanj ter tehnologij in tehnik uporabe v sodobnem strojništvu. Recenzent dela prof. dr. M. Ketting z inštituta IBAF in Univerze v Bochumu pravi, da boljšega učbenika za hidravliko enostavno ni. Podrobno so predstavljena vsa standardna poglavja z vsemi osnovami, opisom sestavin in vezij ter priporočili za konstruiranje, projektiranje, uporabo in vzdrževanje. – Zal.: Springer Verlag, 2008; ISBN: 978-3-540-79534-6; obseg: 450 strani, 343 slik; cena: 64,95 EUR.



**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:**

<p><b>LJUBLJANA</b>, Središka ul. 4, 1000 Ljubljana, tel.: 01/542 70 60, fax: 01/542 70 65</p> <p><b>CELJE</b>, Lava 7a, 3000 Celje, tel.: 03/545 30 59, fax: 03/545 32 00</p> <p><b>PTUJ</b>, Rajšpova ul. 16, 2250 Ptuj, tel.: 02/776 50 71, fax: 02/776 50 70</p> <p><b>MARIBOR</b>, HPS d.o.o., Ob nasipu 36, 2342 Ruše, tel.: 02/668 85 36, fax: 02/668 85 37</p>	<p><b>SLOVENJ GRADEC</b>, Kov. galant. ŠTRUC, Pod bregom 4, 2380 Sl. Gradec, tel.: 02/883 86 90, fax: 02/883 86 91</p> <p><b>BREŽICE</b>, Sečen Ivan s.p., Samova ul. 8, 8250 Brežice, tel.: 07/496 66 50, fax: 07/496 66 52</p> <p><b>KOČEVJE</b>, Protos d.o.o., Reška cesta 13, 1330 Kočevje, tel./fax: 01/895 49 12</p> <p><b>SEMIČ</b>, Kovinostrojarstvo Martin Radoš, Cerovec 3, 8333 Semič, tel.: 07/306 33 20</p>
--	--

## Fluidna tehnika – novosti na področju standardizacije

### Nova evropska direktiva *Strojništvo 2006/42/EG*

Zanimive določbe v novi izdaji evropske direktive z naslovom *Strojništvo* so povezane z listino VDMA o stanju tehnike, ki so jo pripravili v okviru njihovega strokovnega združenja za fluidno tehniko (Fachverband Fluidtechnik). Pri pripravi listine je poleg članic združenja sodeloval tudi predstavnik nemških zavarovalnic (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung).

### Grafični simboli in sheme

Potem, ko je bila pod nemškim vodstvom pripravljena in sprejeta nova izdaja mednarodnega standarda *ISO 1219-1:2006 Grafični simboli in sheme v fluidni tehniki – 1. del*, je nemški nacionalni odbor pričel tudi s pripravo nove izdaje komplementarnega standarda *ISO 1219-2 Sheme v fluidni tehniki*. V novembru 2008 je pristojni ISO-podkomite že odločil, da se pripravi osnutek standarda *ISO/DIS 1219-2*.

### Terminologija

V septembru 2008 je bila objavljena nova izdaja terminološkega standarda za fluidno tehniko *ISO/5598*. Na 178 straneh so objavljeni pojmi in definicije v angleščini, francoščini in nemščini.

### Časovna trdnost kovinskih hidravličnih ovojnih cevi

*Tehnično poročilo (Technical Report) ISO/TR 10771-2:2008* predstavlja metodo zagotavljanja časovne trdnosti hidravličnih ovojnih cevi z upoštevanjem raztrosa parametra trajne trdnosti uporabljenega materiala. Statistična metoda zagotavlja določeno verjetnost preživetja v odvisnosti od velikine preskušanja ob upoštevanju značilnih vrednosti variacijskega koeficienta  $k_{\sigma}$ , navedenih v tehničnem poročilu.

### Zanesljivost hidravličnih gradnikov

*Standard ISO/DTR 19972-1* opisuje metode za določanje zanesljivosti hidravličnih gradnikov:

- izračune verjetnosti odpovedi na temelju podatkov o konstrukciji in uporabi,
- analize podatkov o delovanju,
- preskušanje najmanjše zanesljivosti.

V odvisnosti od znanja in možnosti preskušanja uporabnik lahko izbira metodo za določanje zanesljivosti gradnika z ustrežno zahtevnostjo. Pripravljen tehnično poročilo (TR) je na voljo v centralnem sekretariatu ISO.

### Splošna pravila o varnostnotehničnih zahtevah

Sedaj veljavna standarda *ISO 4418 (Hidravlične naprave)* in *ISO 4414 (Pnevmatične naprave)* sta v preoblikovanju in integraciji v enotna evropska standarda o varnosti hidravličnih in pnevmatičnih naprav *EN 982* oz. *EN 983*. Predelana standarda *ISO 4413* in *ISO 4414* bosta potem, v vzporednem postopku, objavljena kot harmonizirana evropska standarda.

Po sprejemu novih osnutkov standardov so ustrezne delovne skupine ISO dobile številne pripombe, ki bodo obdelane pod nemškim vodstvom. Kot posebno zahtevna se je izkazala verzija standarda *ISO 4413*, saj poleg industrijskih hidravličnih naprav obsega tudi obravnavo področja uporabe mobilne hidravlike.

### O-obročki za fluidno tehniko

Objava vseh treh delov standarda *ISO 3601-1, -2* in *-4* v letu 2008 predstavlja pomemben mejnik pri standardizaciji O-obročkov. Dosedanji angleški standard *BS ISO 3601* je bil med tem zamenjan. Ameriški standard *AS 568B* je s standardom *ISO 3601-1 razred A 100*-odstotno pokrit. V Nemčiji je bil dosedanji standard *DIN 3771* zamenjan s standardom *DIN ISO 3601*. Osnutki standarda *DIN ISO 3601-1, -2* in *-4* bodo predvidoma objavljeni v drugem četrtletju 2009. V naslednjem koraku bo obdelan še *ISO 3601-5 Materiali*.

Usmerjevalni karakter standarda *ISO 3601* kot »*Master-O-Ring-Standard*« olajšuje delo številnih standardizacijskih gremijev, ki O-obročke vgrajujejo v svoje izdelke.

### Navojne izvrtine za vložne ventile z metričnim navojem

*Standard ISO 7789:2007* predpisuje navojne izvrtine za vložne ventile z metričnim navojem. Pri predelavi standarda so upoštevani novi standardi risanja in toleriranja. Dodatno so v preglednicah prikazani tudi na trgu sprejeti novi funkcijski simboli.

### Programirna elektronska tlačna stikala

Na pobudo uporabnikov je bila pripravljena enotna listina *VDMA-Einheitsblatt 24574:2008-04*, ki opredeljuje pojme, simbole in strukture menijev za programirna elektronska tlačna stikala z digitalnim prikazovalnikom. Listina zagotavlja varnost in enostavnost programiranja, posebno pri vzdrževanju strojev in naprav.

Sodelavci pri pripravi listine so odgovorni predstavniki VDMA, izdelovalcev elektronskih senzorjev za fluidno tehniko in uporabnikov iz avtomobilske industrije in industrije obdelovalnih strojev. Podobne listine – priporočila za senzorje temperature, toka in nivoja – so v pripravi.

### Protikorozijska zaščita brez Cr(VI)

Ustrezno priporočilo z naslovom *VDMA-Einheitsblatt 24576:Cr(VI) – freie Korrosionsschutzschichten* je bilo podrobno predstavljeno že v reviji *Ventil 15(2009)2* – str. 191.

### Seznam standardov »Fluidna tehnika 2009«

Strokovno združenje za fluidno tehniko (Fachverband Fluidtechnik) pri VDMA je pripravilo seznam standardov za področje fluidne tehnike in ga objavlja na svojih spletnih straneh [www.vdma.org/fluidtechnik](http://www.vdma.org/fluidtechnik) pod naslovom *Technik & Umwelt – Normung – Fluidtechnik Normen 2009*.

*Po O + P 59(2009) 3* – str. 54  
pripravil A. Stuček





**LE-TEHNIKA®**

**VSE ZA HIDRAVLIKO  
IN PNEVMATIKO**

**ODGONI ZA  
KAMIONE**

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

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

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

## Zanimivosti na spletnih straneh

- [1] **Računalniški programi za izračun strojnih elementov** – [www.eAssistant.eu](http://www.eAssistant.eu) – *GW Technology GmbH* iz Braunschweiga od novega leta naprej na svojih spletnih straneh ponuja računalniške programe za snovanje in izračune strojnih elementov, kot so: gredi, ležaji, zobniki, zveze, vzmeti, jermeni (zobati jermeni – najnovejše), sorniki, zatiči (tudi novo) ipd.
- [2] **Računalniški program za dimenzioniranje zobatih jermenov** – [www.gwj.de](http://www.gwj.de) – Firma *GW Technology GmbH* na svojih spletnih straneh predstavlja nov računalniški program za snovanje senzorje in dimenzioniranje pogonov z zobatimi jermeni pod imenom *eAssistant*. Z modulom zobati jermeni sta mogoča grafična predstavitev

in interaktivno izračunavanje pogonov z zobatimi jermeni.

- [3] **Leksikon elektrohidravlike** – [www.idaseng.com](http://www.idaseng.com) – Firma *IDAS Engineering* je pripravila leksikon elektrohidravličnih pogonov in krmiljenja, ki obsega okoli 700 gesel in definicij s pomembnimi pojmi elektronskih komponent in vezij, analogne in digitalne elektronike, senzorike, teoretičnih osnov hidravlike itd.
- [4] **Program za dimenzioniranje utorov za O-tesnilke** – [www.o-ring.info](http://www.o-ring.info) – Pri *ERIKS GmbH Division Dichtungstechnik* v Bielefeldu so na svojih spletnih straneh pripravili program za snovanje in dimenzioniranje tesnilnih spojev z O-obročki, ki neverjetno olajša delo konstrukterjem takšnih spojev. Ob upoštevanju standarda EN 20286 (ISO 286) omogoča hitro in natančno oblikovanje spojev in dimenzioniranje potrebnih utorov za vgradnjo tesnilk.

## Seznam oglaševalcev

ABB, d. o. o., Ljubljana	195	LE-TEHNIKA, d. o. o., Kranj	292
ADEPT PLUS, d. o. o., Postojna	225	LOTRIČ, d. o. o., Selca	279
BASIC, d. o. o., Ljubljana	263	M + maziva, d. o. o., Maribor	269
CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	253	MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	195
DOMEL, d. d., Železniki	277	MOTOMAN ROBOTEC, d. o. o., Ribnica	227
DVS, Ljubljana	239	OLMA, d. d., Ljubljana	195
ENERPAC GmbH, Düsseldorf, ZRN	282	OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin	195,286
FESTO, d. o. o., Trzin	195,294	PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	195
GAZELA, d. o. o., Krško	287	PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	253
HAWE HIDRAVLIKA, d. o. o., Petrovče	198	PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	231
HIB, d. o. o., Kranj	290	PS, d. o. o., Logatec	238
H + P Center, d. o. o., Ljubljana	281	SICK, d. o. o., Ljubljana	195
HYDAC, d. o. o., Maribor	217	TEHNOLOŠKI PARK Ljubljana	252
HYPEX, d. o. o., Lesce	273	UL, Fakulteta za strojništvo	217
ICM, d. o. o., Celje	203	UM, Fakulteta za strojništvo, Maribor	215
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.) NORGREN, Lesce	195	VIAL AUTOMATION d. o. o., Gotovlje	195
Iskra ASING, d. o. o., Šempeter pri Gorici	293		
JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	275		
KLADIVAR, d. d., Žiri	196		
LEOSS, d. o. o., Ljubljana	219		





**FESTO**

# Znižajte stroške!

Z vgrajenimi podsistemi Festo dokumentirate,  
preverite in znižate tudi nevidne stroške, ki  
nastajajo pri razvoju, načrtovanju in pri delovanju.

**Festo, d.o.o. Ljubljana**  
Blatnica 8

SI-1236 Trzin

Telefon: 01/530-21-00

Telefax: 01/530-21-25

Hot line: 031/766947

info\_si@festo.com

www.festo.si