



**OPL**

**FESTO**

Merimo  
**LOTRIČ**  
za prihodnost

**OLMA**

**HYDAC**

**Parker**

**NORGREN**

**SICK**  
Sensor Intelligence.

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

**SPIRING**  
www.spiring.si

**MAPRO**  
HYDRAULIC MOVEMENT

- Intervju
- Dnevi strojništva
- Mednarodna konferenca MIT SLIM
- Hidrostatični pogon jadralnih letal
- Hidravlični valj za vodno hidravliko
- Simulacija inverterskega vira toka
- Merjenje razdalj s stereoskopskimi slikami
- Podjetja predstavljajo

**DAX**

**EPSON**  
EXCEED YOUR VISION



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

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

# Hidravlične sestavine

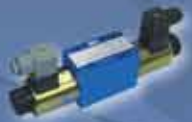
# Hidravlični sistemi

# Storitve

Program  
zastopstev



Potni, tlačni in tokovni ventili  
za odprte tokokroge



Zavorni ventili in izplakovalni  
ventili za zaprte tokokroge



Posebni ventili in bloki



Hidravlične naprave



Motorji in črpalke



Elektronske sestavine



**RAZVOJ, PROIZVODNJA IN TRŽENJE SESTAVIN, SISTEMOV IN STORITEV S PODROČJA FLUIDNE TEHNIKE**

Kladivar, tovarna elementov za fluidno tehniko Žiri, d.o.o., Industrijska ulica 2 - SI - 4226 ŽIRI, SLOVENIJA  
Tel.: +386 (0)4 51 59 100 - Fax: +386 (0)4 51 59 122 - info-slovenia@poclain-hydraulics.com - A Poclain Hydraulics Group Company

Vsebina	377	■ INTERVJU	
Impresum	379		
Beseda uredništva	379		
■ DOGODKI - POROČILA - VESTI	396	■ DNEVI STROJNIŠTVA	
■ NOVICE - ZANIMIVOSTI	410		
Seznam oglaševalcev	464	■ KONFERENCA MIT SLIM	
Znanstvene in strokovne prireditve	386		

**Naslovna stran:**

DAX, d. o. o. Uradni distributer Epson Factory Automation Vreskovo 68 1420 Trbovlje Tel.: 03 5630 500 Fax.: 03 5630 501 http://www.dax.si	Velika Bučna vas 7 8000 Novo mesto Tel.: + (0)7 337 66 50 Fax: + (0)7 337 66 51
OPL Avtomatizacija, d. o. o. BOSCH Automation Koncesionar za Slovenijo IOC Trzin, Dobrave 2 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)1 560 22 40 Fax: + (0)1 562 12 50	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	SICK, d. o. o. Cesta dveh cesarjev 403 2000 Maribor Tel.: + (0)1 47 69 990 Fax: + (0)1 47 69 946 e-mail: office@sick.si http://www.sick.si
LOTRIČ, d. o. o. Selca 163, 4227 Selca Tel.: + (0)4 517 07 00 Fax: + (0)4 517 07 07 internet: www.lotric.si	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 www.omron-automation.com
OLMA, d. d., Ljubljana Poljska pot 2, 1000 Ljubljana Tel.: + (0)1 58 73 600 Fax: + (0)1 54 63 200 e-mail: komerciala@olma.si	Pirnar & Savšek, Inženirski biro, d. o. o. Žabjek 18 A 1420 Trbovlje Tel.: 03 56 60 400 Faks: 03 56 60 401 www.pirnar-savsek.si
HYDAC, d. o. o. Zagrebska c. 20 2000 Maribor Tel.: + (0)2 460 15 20 Fax: + (0)2 460 15 22	MAPRO d.o.o. Industrijska ulica 12, 4226 Žiri Tel.: 04 510 50 90 Faks: 04 510 50 91 www.mapro.si
PARKER HANNIFIN Corporation Podružnica v Novem mestu	



■ HIDROSTATIČNI POGONI	
Nils Elias <i>THENENT</i> : The Development of a Hydrostatic Transmission for Self-Launching Gliders	414
■ VODNA HIDRAVLIKA	
Heinrich <i>HOCHLEITNER</i> , Jörg <i>EDLER</i> : A new design for a water hydraulic cylinder	424
■ VARJENJE	
Marjan <i>GOLOB</i> : Simulacija inverterskega vira toka in postopka varjenja MIG/MAG	430
■ MERJENJE RAZDALJ	
Jernej <i>MROVLJE</i> , Damir <i>VRANČIČ</i> : Aplikacija za merjenje razdalj s pomočjo stereoskopskih slik	438
■ LETALSTVO	
Aleksander <i>ČIČEROV</i> : Zračna suverenost držav članic ICAO <sup>1</sup> - 1. del	444
■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE - NOVOSTI NA TRGU	
Novosti iz Epsona ( <i>DAX</i> )	450
Prilagodljivo prijemalo DHDG iz Festa ( <i>FESTO</i> )	451
Novi cevi Parker Legris iz naprednega poliamida ( <i>PARKER</i> )	452
Induktivni analogni senzorji IMA ( <i>SICK</i> )	453
■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO	
Obladovanje merilne opreme ( <i>LOTRIČ</i> )	454
■ PREDSTAVITEV	
Hiša naprednih tehnologij	457
■ INTERVJU	
Pogovor z dr. Stojanom Sorčanom iz MVZT	458
■ LITERATURA - STANDARDI - PRIPOROČILA	
Novi knjige	461
■ PROGRAMSKA OPREMA - SPLETNE STRANI	
Nova programska oprema za snovanje ISO-hidravličnih valjev	463
Zanimivosti na spletnih straneh	463





# MH5 | MH5L

MH5 | MH5L

## MONTAŽA IN STREGA

## MOTOMAN MH5 | MH5L

- Vitek, močan in ekonomičen
- Minimalne vgradne mere
- Nosilnost 5 kg
- Maksimalna zmogljivost s kompaktno verzijo robotskega krmilnika NXC100-DX
- Izjemna produktivnost ob minimalni investiciji



© Ventil 17(2011)5. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.  
© Ventil 17(2011)5. Printed in Slovenia. All rights reserved.

## Impresum

Internet:  
www.revija-ventil.si

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	17	Volume
Letnica	2011	Year
Številka	5	Number

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

Ustanovitelj:  
SDFI 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:

izr. prof. dr. Maja ATANASJEVIČ-KUNC, FE Ljubljana  
izr. prof. dr. Ivan BAJŠIČ, FS Ljubljana  
doc. dr. Andrej BOMBAC, FS Ljubljana  
izr. prof. dr. Peter BUTALA, FS Ljubljana  
prof. dr. Alexander CZINKI, Fachhochschule Aschaffenburg, ZR Nemčija  
doc. dr. Edvard DETIČEK, FS Maribor  
prof. dr. Janez DIACI, FS Ljubljana  
prof. dr. Jože DUHOVNIK, FS Ljubljana  
izr. prof. dr. Niko HERAKOVIČ, FS Ljubljana  
mag. Franc JEROMEN, GZS – ZKI-FT  
izr. prof. dr. Roman KAMNIK, FE Ljubljana  
prof. dr. Peter KOPACEK, TU Dunaj, Avstrija  
mag. Milan KOPAC, KLADIVAR Ziri  
doc. dr. Darko LOVREC, FS Maribor  
izr. prof. dr. Santiago T. PUENTE MÉNDEZ, University of Alicante, Španija  
prof. dr. Hubertus MURRENHOFF, RWTH Aachen, ZR Nemčija  
prof. dr. Takayoshi MUTO, Gifu University, Japonska  
prof. dr. Gojko NIKOLIĆ, Univerza v Zagrebu, Hrvaška  
izr. prof. dr. Dragica NOE, FS Ljubljana  
doc. dr. Jože PEZDIRNIK, FS Ljubljana  
Martin PIVK, univ. dipl. inž., Šola za strojništvo, Škofja Loka  
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:  
Narobe Studio

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

Revija 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.

# Zakaj na slovenskih univerzah nimamo mladih profesorjev



Pogosto zasledimo informacijo, da na zelo uglednih in prestižnih tujih univerzah nekateri mladi znanstveniki zelo hitro pridejo do naziva redni univerzitetni profesor in zelo hitro dobijo mesto učitelja. Pa to ne velja le za tiste, ki so »zrasli« in zaključili študij na določeni univerzi, ampak tudi za zunanje, ki se prijavijo na razpis in do tega trenutka s samo univerzo niso imeli nobene posebne povezave. Večina, predvsem ameriških, univerz je izjemno odprtih za pridobivanje mladih in sposobnih kadrov z različnih koncev sveta, tudi iz Slovenije.

V zadnjih nekaj mesecih smo lahko v naših

sredstvih obveščanja brali o dveh mladih slovenskih znanstvenikih, ki sta profesorja na dveh uspešnih in izjemno uveljavljenih ameriških univerzah. Prvi je Klemen Jaklič, ki je profesor prava na Harvardu, in drugi Jernej Barbič, ki je profesor na Univerzi v Southern California za področje računalništva. Verjetno pa je mladih slovenskih znanstvenikov, ki so zelo hitro uspeli na tujih univerzah, še več. Jaklič je star 36 let in Barbič le 34. Oba sta zaključila dodiplomski študij na Univerzi v Ljubljani. Prvi na Pravni fakulteti in drugi na Fakulteti za matematiko in fiziko.

Iz informacij, ki smo jih lahko prebrali, pa ni bilo mogoče ugotoviti, ali sta omenjena mlada znanstvenika zasedla prazni mesti zaradi odhoda prejšnjih predavateljev ali pa sta bili na teh univerzah odprti novi delovni mesti zaradi novih področij oziroma zaradi povečanega obsega del.

Kako je mogoče, da sta v manj kot v 10 letih kot tujca postala profesorja na univerzah, ki jih po različnih kriterijih, na različnih lestvicah rangiranja najdemo zelo visoko, na nobeni lestvici pa nista uvrščeni nižje od 50. mesta med najbolj uveljavljenimi univerzami na svetu?

Kako je mogoče, da mladi diplomant slovenske fakultete v tujini, na tuji univerzi, uspe tako bliskovito? Ali je tako bliskovito kariero možno narediti na Univerzi v Ljubljani ali na kateri koli drugi slovenski univerzi? Prepričan sem, in taka je praksa, da to ni možno niti teoretično. Sicer so primeri, ko pri nas nekaterim uspe taka kariera, toda to je prej izjema kot pravilo.

Pri tem nastopi nekaj pomembnih vprašanj. Zakaj sta odšla v tujino, zakaj nista nadaljevala podiplomskega študija doma v Sloveniji? Drugo pomembno vprašanje: ali tema dvema fantoma po zaključku dodiplomskega študija na dokaj uglednih ljubljanskih fakultetah, s priznanimi in uveljavljenimi profesorji, ni nihče mogel ponuditi nadaljevanja študija in primerne delovnega mesta? Prav v tem vidim večji problem slovenskih univerz. Verjetno se nihče ne zaveda, kaj izgublamo z odhodom mladih, izobraženih in nadarjenih študentov ali diplomantov v tujino. Ali se kdo vpraša, koliko sredstev smo vložili v izobraževanje teh mladih ljudi, ko bi morali začeti služiti državi in družbi, pa odidejo? Kdo je za to odgovoren?

Pri nas so poznani številni primeri, ko za nadarjene in talentirane študente v času študija ni pravega zanimanja. Seveda to ne velja za vse. Treba je zapisati, da večina nadarjenih dodiplomskih študentov pri nas lahko nadaljuje študij tudi na podiplomskem študiju, toda take kariere, kot je opisana zgoraj, v Sloveniji ne poznamo in je tudi ni mogoče narediti. Iz lastnega poznavanja in neformalnih izkušenj vem, da številni nadarjeni študentje po zaključku študija na številnih slovenskih univerzah niso ostali na fakultetah. Mislim, da to še mnogo bolj velja za tehnične in naravoslovne kot za družboslovne ali humanistične fakultete.

Priznati moramo, da so slovenske univerze izjemno zaprte za pridobivanje novih kadrov na pedagoškem področju. Praktično ni primerov, da bi profesorji na slovenskih univerzah zapustili službo, ne iz lastne želje niti iz drugega razloga. V Sloveniji bi lahko za zadnja desetletja na prste ene roke našli univerzitetne profesorje, ki so zaradi slabega dela izgubili službo. Lahko bi našli tudi primere, ko študenti napišejo pisno pritožbo na pedagoški kader, pa vodstvo fakultete ne ukrepa.

Kje je torej rešitev? Prav gotovo je rešitev samo ena in najbolj učinkovita. Ves pedagoški kader bi moral biti na vseh fakultetah in vseh univerzah zaposlen za določen čas; to je za čas izvolitve v pedagoški naziv. Ob vsaki novi izvolitvi bi morala fakulteta objaviti javni razpis, na katerega se lahko prijavijo vsi, ki mislijo, da izpolnjujejo pogoje. To bi bil ukrep, ki bi največ prispeval h konkurenci pedagoškega kadra in posredno h kakovosti. Pri izbiri kadra pa ne bi smelo odločati le vodstvo fakultete, ampak tudi študenti in morda celo industrija, za katero izobražujemo kader.

Janez Tušek

# Pogovor s prof. dr. Viljemom Kraljem ob njegovi osemdesetletnici

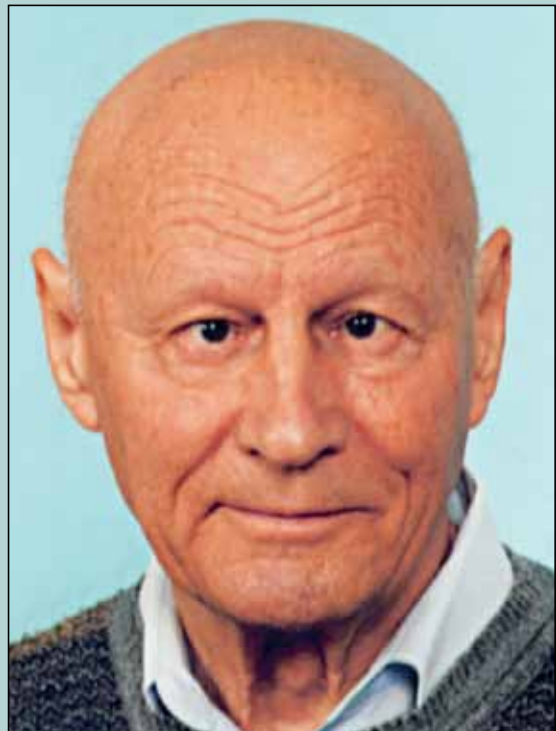
Velika večina ljudi srednje in starejše generacije, ki se v Sloveniji ukvarja z varilstvom, pozna izjemno strokovno pronicljivost, široko splošno razgledanost in neponarejeno dobronamernost prof. Kralja. Seveda je krog ljudi, ki poznajo prof. Kralja, znatno širši in ta ni vezan le na varilsko stroko, še manj zgolj na Slovenijo. Vse to so več kot tehtni razlogi za to, da se bralцем revije Ventil predstavi delček njegovega impozantnega opusa.

Brez njegovih prispevkov na področju razvoja varilnih strojev in naprav ne bi bilo mnogih izdelkov, s katerimi so se in se še ponašajo nekatera slovenska podjetja, s področja proizvodnje energetskih virov, strojev in naprav za varjenje in toplotno rezanje (Iskra-Varjenje, IFA, Thermotron, Varstroj). Niso pa bila samo ta podjetja torišče njegovega sodelovanja z domačim gospodarstvom. Podjetij, ki so pri nas neposredno vpeta v varilsko stroko in so tudi na zavidljivo visokem svetovnem nivoju, je znatno več: Institut za varilstvo, proizvajalci osnovnih in dodatnih materialov za varjenje in spajkanje, proizvajalec zaščitnih stekel ter številni uporabniki teh tehnologij spajanja. Da je temu tako, gre v veliki meri zasluga pionirjem starejše in srednje generacije, ki so se poglobljeno ukvarjali s problemi na področju varjanja, med katerimi zaseda vidno mesto prav naš slavljeneč.

Z dosežki na znanstveno raziskovalnem področju je prof. Kralj uveljavljal ime in pomen takratnega Zavoda za varjenje in Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani tudi v mednarodnih krogih. Njegove zamisli in filozofijo pristopa k reševanju kinematike oplaščene elektrode pri ročnem obločnem varjenju, ki so bile podane v dokumentu: Doc. IIW/IIS II-B-276-1974, so pri Mednarodnem inštitutu za varjenje sprejeli celo v redni raziskovalni program Podkomisije II B, za obločno varjenje.

Zelo verjetno pa je prof. Kralj še globlje sledi zarezal na izobraževalnem področju, in to ko je bil še na Zavodu za varjenje, zlasti pa kasneje na Fakulteti za strojništvo. Na Zavodu je organiziral in vodil številne tečaje ter bil predavatelj različnih strokovnih predmetov: za varilce začetnike, preko delovodij, pa vse do inženirjev, ki so prihajali iz cele Jugoslavije. Na Fakulteti za strojništvo je med drugim pripravil vsebino predavanj in vaj za več novih predmetov, skupaj s prof. Prosencem na univerzitetnem nivoju udejanil novo smer študija – Varilstvo, bil vodja Laboratorija za varjenje, predstojnik Katedre za tehnologijo materialov, predsednik Odbora za vzgojno in izobraževalno delo, prodekan za znanstvenoraziskovalno delo in mentor več kot 300 diplomantom.

Za številne udeležence različnih izobraževalnih programov, redne in izredne študente, za domala vse sodelavce, s katerimi je snoval nove izdelke ali reševal tehnološke probleme, je bil in ostaja strokovna in moralna avtoriteta, predvsem pa Človek, ki vselej z razumevanjem prisluhne sogovorniku.



Prof. dr. Viljem Kralj, v osemdesetem letu

**Ventil:** Dovolite mi, da se Vam v imenu bralcev revije Ventil najprej zahvalim za Vaš prijazen odziv na naše vabilo. To je smiselno izpostaviti tudi zato, ker je kar nekaj naših sodelavcev, ki so po upokojitvi pretrgali domala vse vezi s Fakulteto za strojništvo.

**Prof. Kralj:** Kot me poznate, ne sodim ravno v skupino zelo zamerljivih ljudi. Je pa res, da pride v življenju med sodelavci pogosto do večjih ali manjših zapletov. Na žalost je že tako, da znajo nekateri iz takšnih nesporazumov načrtno kovati osebne

dobičke, in to normalnega človeka prizadene. Vendar, čez naravo je ni, ona na dolgi rok vse poravnava: dobro z dobrim, slabo s slabim.

**Ventil:** Že 15 let ste v pokoju in za mnoge, ki Vas poznamo, se v teh

letih niste prav veliko spremenili. Ali nam lahko zaupate, kako vam to uspeva na telesnem in kako na duševnem nivoju?

**Prof. Kralj:** Splošno veljavnega recepta za dolgo in zdravo življenje ni. Ob podobnih priložnostih pa so na to temo mnogi izpostavili tri temeljne pogoje: genetsko zasnovano, zmereno življenje in srečo. Tem trem pogojem bi sam dodal še pogosto telesno aktivnost in neprekinjeno umsko delo. Za telesno aktivnost poskrbim z redno nekajurno dnevno hojo v naravi in poleti s pomočjo soprogi pri njenih vrtnih opravilih. Pri umskem delu pa se pogosto ne izide po načrtih, preprosto, zmanjka razpoložljivih ur. Ob rednih aktivnostih, ki jih imam na Visoki šoli za tehnologije in sisteme, v okviru Visokošolskega središča v Novem mestu ter na Inštitutu za varilstvo, v okviru tečajev za inženirje in tehnologe po programu evropske varilske zveze EWE/EWT, namreč veliko časa posvečam branju strokovne in znanstvene literature, poljudnega zgodovinskega, dnevnih novic in tudi beletristike.

**Ventil:** Med znanci in bivšimi sodelavci ste znani še po dveh redkih vrtilinah, po izjemni odprtosti in dobrotnosti. V kolikšni meri pripisujete te lastnosti darovom, ki so vam bili položeni v zibko in koliko okoliščinam, v katerih ste odraščali?

**Prof. Kralj:** To v prvi vrsti pripisujem obema staršema, saj sta se oba ponašala s podobnimi lastnostmi. Prav gotovo je k temu prispevalo tudi dejstvo, da sem kot najstarejši od petih otrok, ki smo zgodaj občutili krutost vsemogočnih »dušebrižnikov«, pogosto zavestno prestrezal kakšne strele, usmerjene v mlajšo sestro in/ali v oba mlajša brata. Človeška narava namreč pozna refleks po zaščiti šibkejšega člana družbe. Pri ljudeh je očitno, da je ta refleks nekoliko bolj poudarjen pri prvorojencih. V Novem Sadu, smo otroci čutili nadutosti številni madžaronov, ki so zaživel po okupaciji s strani Madžarske južne armade. V Mariboru je bilo po svoje še huje. Domači nemškutarji so nas med vojno zmerjali s srbskimi svinjami in slovenskimi psi, po vojni

pa so se mnogi od teh nemškutarjev kar naenkrat spremenili v velike domoljube.

**Ventil:** Rodili ste se 31. 7. 1931, v Dugem Ratu pri Splitu, kot prvi od petih otrok materi Zlati in očetu Rudolfu. Kasneje je šla Vaša družina s trebuhom za kruhom in se preselila v Novi Sad, od koder Vas je izgnala madžarska okupacijska armada. Transport z izgnanci je bil namenjen v Nemčijo, zgolj naključje je hotelo, da ste se lahko naselili v Mariboru, kjer so sicer bivali starši Vašega očeta. Med vojno ste obiskovali nemško osnovno šolo in po vojni klasično gimnazijo. Maturirali ste na srednji hidrometeorološki šoli v Beogradu, od koder ste bili kot Slovenec dekretirani v Ljubljano, kjer ste se zaposlili, začeli študirat in ustvarili družino. Nič nenavadnega za tiste turbolentne čase. Pa vendar, to je bilo izjemno pestro življenje, tudi z gledišča današnjega časa globalizacije. Kako so vse te spremembe okolja, jezikov in družbenih sistemov vplivale na Vašo rast?

**Prof. Kralj:** Zagotovo, večplastno! Če se za trenutek vrnem k prejšnjemu vprašanju, kjer omenjate odprtost in dobrotnost; očitno so jima te spremembe godile. Osebnostno mislim, da je bil ta vpliv največji na jezikovnem področju. To je bilo obdobje spontanega sporazumevanja v različnih jezikih. Samo za ilustracijo naj povem: ko smo živeli v Novem Sadu, kjer je bil rojen mlajši brat Lojze (akademik prof. dr. Alojz Kralj, podpredsednik SAZU, v letih 1996 do 1998 rektor Univerze v Ljubljani, tudi član Evropske akademije znanosti in umetnosti v Salzburgu), je bila Vojvodina Evropa v malem. Tam je v relativni slogi, z veliko mero strpnosti živelo 25 narodnosti, od tega 50 000 Slovencev.

**Ventil:** Ta multikulturnost in večjezičnost je očitno imela velik vpliv na Vas. Kot tehnik imate izjemen občutek za jezikovne posebnosti in široko znanje tujih jezikov. Kolikor vem, sta vam srbohrvaščina in nemščina pogovorno skoraj enako blizu kot slovenščina, ob tem, da tekoče uporabljate in se tudi brez težav sporazumevate še v ruščini, angleščini in

francoščini. Ponovno bi vprašal: v kolikšni meri je to plod naravnih danosti in koliko okoliščin v katerih ste živeli?

**Prof. Kralj:** Kar se tiče znanja jezikov, bi želel poudariti, da sem kot otrok hodil v srbsko osnovno šolo v Novem Sadu in se najprej tekoče sporazumeval v srbohrvaščini, za tem v nemščini in šele po drugi svetovni vojni v slovenski štajerščini in slovenskem knjižnem jeziku. Pri razumevanju in učenju mi je ob naravni danosti veliko dala latinščina, ki smo se je učili na klasični gimnaziji, nadalje konkretne pogovorne priložnosti in ne nazadnje potrebe. Ruščina je bila po vojni v šoli prvi tuj jezik, francoščine sem se moral naučiti, ko sem bil na specializaciji v Parizu, znanje angleščine pa je pri raziskovalnem delu in predstavljanju rezultatov tega dela postalo kar samoumevno.

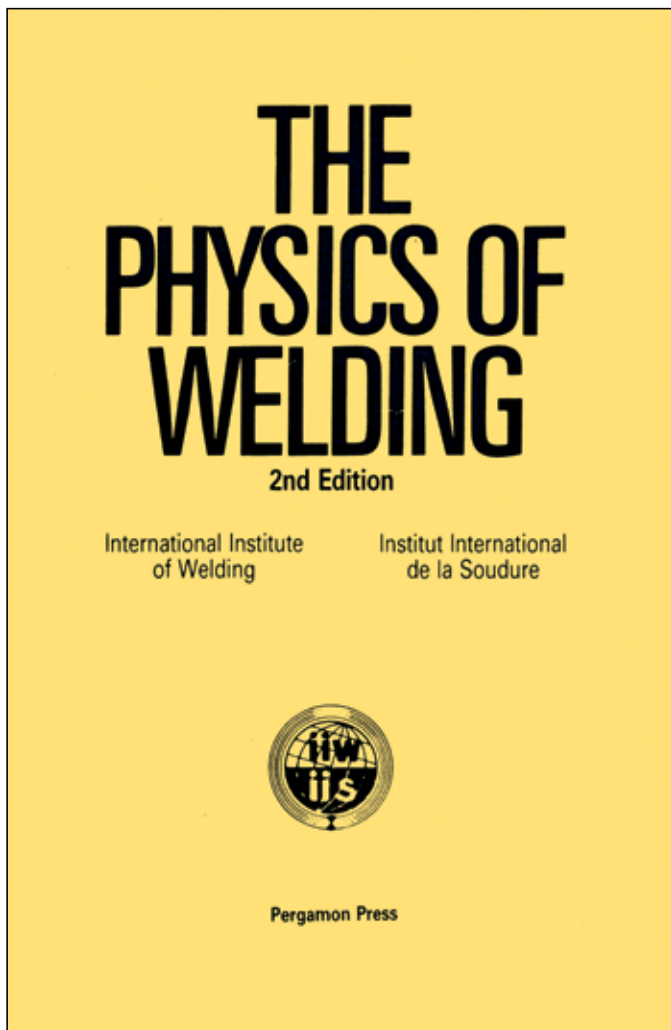
**Ventil:** Ob Vašem izjemnem daru za jezike je pravo, kar pomisli človek: le s čim sta Vas pritegnila tehnika in kasneje poglobljeno znanstvenoraziskovalno delo?

**Prof. Kralj:** Tu ni ničesar nenavadnega. Moj oče je bil izučeni ključavničar in kasneje večkratni mojster. Ob mojem rojstvu je sodeloval kot strokovnjak pri izgradnji elektrarne v Kraljevi v Dalmaciji in nekoliko kasneje pri izgradnji tovarne karbida, ki jo je gradila francoska firma L'Air Liquide, v Dugem Ratu. Po naselitvi v Mariboru in zaposlitvi v Tovarni železniških vozil je bil oče vzdrževalec strojev za mehansko obdelavo. On in njegovo tehniško znanje sta me vselej zanimala. Skratka, kot otrok sem s klasično tehniko preprosto živel. V času druge svetovne vojne so se mladostna občudovanja mehanike in strojništva preusmerila v elektrotehniko. Zlasti potem, ko smo z doma narejenimi »detektorji« lovili poročila in glasbo različnih, seveda predvsem tujih, radijskih postaj.

**Ventil:** Kako pa ste po zaključenem študiju na Fakulteti za elektrotehniko pristali v varilskih vodah?

**Prof. Kralj:** Ja, to je nekoliko daljša zgodba. Moja prva inženirska zapo-





Naslovnica knjige, kjer je od snovanja do izdaje sodeloval prof. Kralj

slitev je bila v tovarni Telekomunikacije, v Pržanju. Tu sem začel z delom v oddelku za kontrolo kvalitete in neposredno delal na razvoju električnih elementov in sistemov, kasneje pa sem postal vodja merilnice. Še v času zaključevanja rednega študija sem se poročil in z ženo sva živela pri njenih starših.

Ko so na novo ustanovljenem Zavodu za varjenje imeli razpisano delovno mesto razvojnega inženirja, z možnostjo pridobitve stanovanja, sem se prijavil, bil sprejet in tudi dejansko dobil stanovanje. Pri raziskavah in razvoju varilnih strojev in naprav ter reševanju varilskih problemov v industriji, so bile takrat potrebe po poznavanju varilskih tehnologij izjemno velike. Ker mi je kot mlademu inženirju uspelo pridobiti francosko štipendijo iz sklada tehniške pomoči Jugoslaviji, sem bil leta 1961 poslan

na varilsko specializacijo v Parizu. S tem sem se dejansko zavezal varilski stroki.

**Ventil:** Ali lahko za mlajše bralce revije navedete nekaj pomembnejših dosežkov, ki so plod Vašega raziskovalnega dela?

**Prof. Kralj:** Prav z veseljem, le da bi nekako ločil rezultate aplikativnih raziskav od temeljnih. Na Zavodu za varjenje smo pretežno del denarja že v času socializma zaslužili na trgu, zato je bila glavnina proizvodnih zmogljivosti Zavoda in razvojno raziskovalnega

dela vezana na potrebe gospodarstva. V okviru elektro-strojnega oddelku, kjer sem bil kasneje vodja, smo imeli ročno in strojno delavnico ter konstrukcijsko-razvojni tim. Tu smo reševali konkretne probleme za številna gospodarska podjetja. V mnogih podjetjih namreč niso imeli potrebnega strokovnega kadra, ki bi znal v tujini kupljene stroje za varjenje ustrezno usposobiti za delo in izbrati varilne parametre tako, da bi dobili želeno kakovost zvarov. V drugih podjetjih je bilo kako drugače: potrebno jih je bilo prepričevati, da bi bilo smiselno njihovo obstoječo tehnologijo posodobiti; v tretjih pa so imeli že sami izdelana konkretna vprašanja o možnostih številnih izboljšav v smislu povečanja produktivnosti, boljše delovne varnosti ali doseganja višje kakovosti zvarov. Prav za takšna podjetja smo praviloma s skupnimi močmi,

pogosto pa kar sami, razvili mnoge stroje in naprave. Za mnoge doma razvite varilne stroje in naprave pa smo kasneje prodali licence tistim podjetjem, ki jim je bila to osnovna dejavnost, kot npr.: IFI iz Celja, Iskri iz Ljubljane in Varstroju iz Lendave. Ob tej priliki bom navedel le nekaj najpomembnejših dosežkov, ki so bili plod tega oddelka: več modelov in velikosti varilnih transformatorjev za ročno obločno varjenje, ki so bili nadgradnja domačega transformatorja tipa FURLAN (ta je bil takrat po varilno tehniških karakteristikah, mednarodno najboljše ocenjen varilni transformator na svetu!), naprava za plazemsko rezanje in plazemsko mikro varjenje, naprave za obločno varjenje v zaščitni atmosferi nevtralnih plinov TIGVAR in MIGVAR, stabilni stroj in varilne klešče za uporovno točkovno varjenje, stroj za sočelno obžigalno varjenje, stroj za toplotno impulzno varjenje termoplastičnih folij, pištolo za varjenje termoplastov z vročim zrakom, več namiznih izvedb strojev za plamensko rezanje - z ročnim, magnetnim ali fotoelektronskim vodenjem. Za glavnino nekaterih od navedenih naprav so bile osnovne značilnosti popisane tudi v številnih strokovnih in znanstvenih prispevkih, ki sem jih samostojno in/ali skupaj s sodelavci pripravil za objavo, največ seveda za domačo revijo Varilna tehnika. Ena od takšnih objav, ki sem jo pred tem predstavil na nemškem Centralnem inštitutu za varilno tehniko, v Halleju: »Ekonomske primerjave plazemskega rezanja, z različnimi plini in plinskimi mešanici«, so celo povzeli in objavili v glasilu vsesovjetskega inštituta za znanost, pri Akademiji za znanost SSSR v Moskvi, v reviji Ekspres informacije, (No 3, 1973).

S področja temeljnih raziskav bi najprej omenil podiplomski magistrski in doktorski študij, ki sem ga opravljal izven okvirja rednega delovnega časa na Fakulteti za elektrotehniko. Težišče mojega študija je bilo na področja avtomatike, ki je bilo okronano z disertacijo: Proučevanje gibov roke človeka elektrovarilca, pri ročnem obločnem varjenju z metodami biokibernetike. Kasneje je del tega znanstvenoraziskovalnega



*Prof. Kralj in prof. Prosenc v Lendavi, med izvedbo preizkusov na novi napravi za varjenje z magnetno krmiljenim oblokom, ki je bila razvita v Varstroju, v Lendavi*

dela financirala trudi Raziskovalna skupnost Slovenije. Velik del teh rezultatov pa sem predstavil svetovni strokovni javnosti na več Letnih skupščinah Mednarodnega inštituta za varjenje (International Institute of Welding – IIW), v študijski skupini 212 za fiziko varjenja. Kot dolgoletni član te skupine sem takrat sodeloval tudi pri pripravi knjige »The Physics of Welding«, ki jo je leta 1984 in 1986 izdal Mednarodni inštitut za varjenje, pri založbi Pergamon Press.

**Ventil:** Iz povedanega sledi, da je bila v času Vašega najbolj plodnega ustvarjanja znatno večja povezanost med raziskovalnim delom na institucijah znanja in potrebami v gospodarstvu. Dejstva je, da je danes teh organskih povezav znatno manj, celo na tehniških fakultetah. Kje bi naj bili ključni razlogi za to, da je danes na univerzi manj poglobljenega znanstvenoraziskovalnega dela, ki bi bilo namenjeno potrebam naše industrije, in da je to bolj usmerjeno k tistim raziskavam, ki prinašajo boljše pogoje za pridobivanje nazivov in dajejo tudi večje možnosti za pridobivanje projektov, ki so financirani iz državnih sredstev?

**Prof. Kralj:** Ta stvar je zanesljivo več-

plastna. Delni odgovor se lahko izlušči že iz prej opisanega uspešnega sodelovanja takratnega Zavoda za varjenje, kasneje Inštituta za varilstvo, z gospodarstvom. Kljub temu, da je imel takrat Inštitut za varilstvo status javnega zavoda, je pretežni del denarja za svoje delovanje preprosto moral pridobiti na trgu. Na žalost so danes pravilniki o nazivih in napredovanjih na naših univerzah v veliki meri narejeni mimo interesov domačega gospodarstva. Še več, pogosto se pokaže, da so narejeni celo neposredno proti tem interesom. Pomemben razlog za ta razkorak se skriva tudi v dejstvu, da je v današnjih podjetjih znatno manj pravega raz-

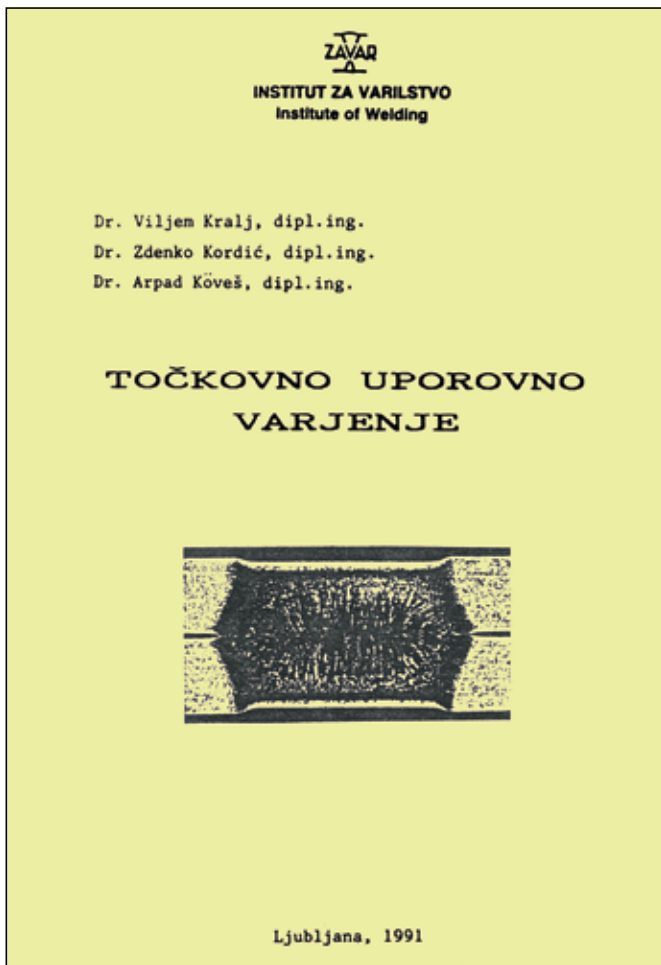
iskovalnega dela, zato tam po takšnem sodelovanju preprosto ne čutijo potrebe. Če je podjetje v tujosti, so razvoj in raziskave praviloma v tujini, če je v domači lasti pa lastniki skrbijo predvsem za kratkoročne osebne koristi. Njihova osnovna skrb je čim večji dobiček in ne investicije v dolgoročno vlaganja, kot sta npr. raziskovalno in razvojno delo. Naslednji razlog je prav gotovo tudi bolj skromno financiranje raziskovalnega dela, kar je splošen pojav.

**Ventil:** V predhodnem odgovoru ste se bežno dotaknili Vaših prispevkov v Mednarodnem inštitutu za varjenje. Mnogim našim kolegom ime in način delovanja te institucije nista poznana. Ali lahko nekoliko več poveste o vlogi, vsebini in pomenu tega inštituta?

**Prof. Kralj:** Mednarodni inštitut za varjenje je svetovna neprofitna znanstvena organizacija varilske stroke. Ustanovljen je bil leta 1948 v Parizu, med ustanovitvenimi člani pa je bila tudi Jugoslavija. Danes je v ta inštitut včlanjeno več kot petdeset držav iz celega sveta, med njimi vse industrijsko razvite države, preko Slovenskega društva za varilno tehniko



*Prof. Kralj v družbi z dolgoletnim sodelavcem in strokovnim sopotnikom prof. Štularjem, na podelitvi diplom tečajnikom EWE/EWT, leta 2005 na Inštitutu za varilstvo*



Naslovnica učbenika namenjenega tečajnikom EWE/EWT

tudi Slovenija. Letne skupščine IIW so odprtega tipa, na njih pa lahko posamezniki nastopajo v okviru nacionalnih članic, in to kot opazovalci, eksperti ali delegati. Danes se na teh skupščinah, ki jih vsako leto organizira druga članica, v povprečju zbere preko 600 znanstvenikov in strokovnjakov iz celega sveta. Ti prihajajo iz raziskovalnih inštitutov, visoko specializiranih laboratorijev gospodarskih organizacij in z univerz. Eksperti in delegati predstavljajo rezultate svojega raziskovalnega dela v obliki vnaprej najavljenih dokumentih, in to v eni od 24 specializiranih delovnih skupin (ob 16 strokovnih komisijah za najpomembnejša področja in postopke varjenja je tam še dodatnih osmih delovnih skupin, kjer se obravnava varilsko problematiko v luči specifičnih znanj drugih področij, kot so: izobraževanje, avtomatizacija in robotizacija, fizika varjenja, standardizacija, strateški pristopi na področju znanstveno raziskovalnega dela, . . .). Sprejete resolucije po-

stnimi strokovnimi prispevki in osebnim udeleževanjem na letnih skupščinah pred navedenimi skupinami s svetovno prepoznavnimi raziskovalci, ki delajo na enakih ali podobnih problemih (praviloma v znatno boljših raziskovalnih pogojih), se je in se obstoječe domače znanje postavlja v kritično primerjavo z najnovjšimi dosežki v najbolj razvitih sredinah. Tu se porodijo številne osebne vezi, ki so kasneje pogosto osnova za vzpostavljanje mnogih uradnih povezav. Samo za ponazoritev naj navedem rezultate dela na področju varilske terminologije. Zahvaljujoč večletnemu obsežnemu in poglobljenemu delu naše delegacije, je slovenski jezik uvrščen med 18 svetovnih jezikov, ki imajo urejeno izrazoslovje za varilsko področje. Še več, po zaslugi pokojnega prof. dr. Pavla Štularja, dolgoletnega predsednika komisije VI - za terminologijo, so bilo prav v Ljubljani izdani in tiskani skoraj vsi snopiči tega večjezičnega slovarja. Končno, Ljubljana je bila kar dvakrat

sameznih komisij in skupin pa obravnavajo in potrjujejo nacionalni delegati na letni generalni skupščini. Tu je smiselno izpostaviti in poudariti, da so v okviru IIW pripravljene in potrjeni standardi praviloma neposredno prevedeni tudi v ISO standarde. Zato se Letnih skupščin IIW nikakor ne more enačiti s poplavo številnih mednarodnih kongresov. Te so imele in v veliki meri imajo še danes izjemen pomena za vse segmente varilne tehnike, kar še posebej velja za slovenski prostor. Z la-

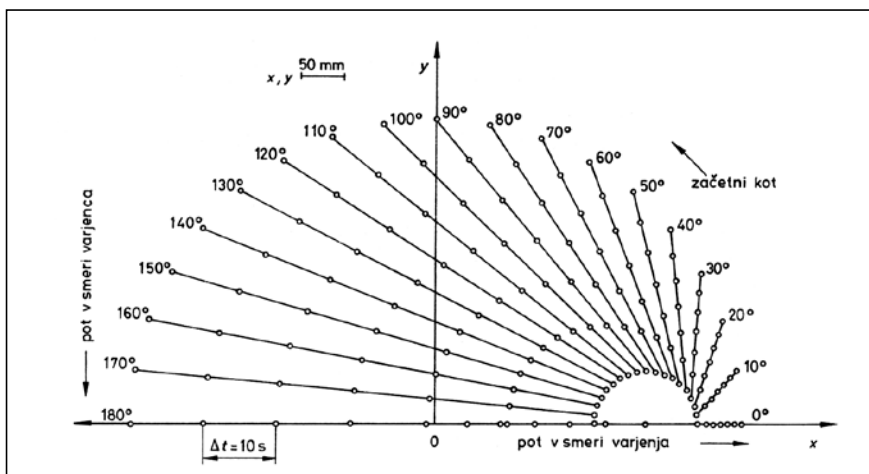
gostiteljica letnih skupščin IIW: leta 1982 in 2001.

Skratka, že iz povedanega sledi, da je pomen Mednarodnega inštituta za varjenje za našo stroko resnično izjemen in seveda mnogo širši kot le organiziranje strokovnih srečanj. Da bo slika popolnejša, bi navedel le še nekaj drugih dejavnosti IIW: od leta 1963 izdaja revijo *Welding in the World*, ob mednarodnih kongresih, ki potekajo v času letne skupščine, organizira IIW še enkrat letno regionalne konference, na katerih se obravnavajo posebej aktualni varilski problemi tamkajšnjega prostora, izdaja različne učbenike in strokovne publikacije, organizira strategijo in vodi mrežo izobraževanja varilskih kadrov in podeljuje mednarodno priznane diplome in ne nazadnje posveča posebno skrb vključevanju študentov v raziskave na področju varilske stroke. (Priznava posebne ugodnosti za aktivno udeležbo na vseh srečanjih IIW, za opažene vrhunske raziskovalne dosežke pa v štirih različnih kategorijah podeljuje letna priznanja Henry Granjon).

**Ventil:** Dovolite mi, da se za trenutek pomudiva še pri pedagoškem delu. Sklepam, da velja tudi za to področje Vaše dejavnosti, tako na Zavodu za varjenje kot tudi na Fakulteti za strojništvo, da je v veliki meri bilo potrebno orati ledino. Ali lahko na kratko opišete tudi ta segment Vašega ustvarjalnega opusa?

**Prof. Kralj:** Res je, na Zavodu za varjenje smo s kolegi tudi pri vzgojnem in izobraževalnem delu orali predvsem ledino. V času pospešene industrializacije so namreč bile potrebe po različnih kadrih za področje varilske stroke izjemno velike, izobraževanja v okviru rednih šolskih programov pa dobredno nobenega. Torej, ni nam preostalo drugega kot to, da smo organizirali in izvajali številne izobraževalne tečaje: za varilce ročnih postopkov varjenja, tehnologe in kontrolorje kakovosti zvarov ter za inženirje raziskovalce, ki so prihajali iz vseh koncev Jugoslavije. Logično je, da je za tako heterogene skupine bilo potrebno pripravljati ločena učna gradiva, ki so bila prirejena povprečnemu nivoju predznanja slušateljev teh skupin. Glavnino





Kinematika paličaste elektrode, ponazorjena z dolžino trajektorije hladnega konca elektrode, pri varjenju s konstantnim kotom

učnega gradiva smo pripravljali v obliki osebnih zapiskov in internih učbenikov za inženirje in tehnike. Za enega od prvih učbenikov s tega področja, ki je bil izdan na Zavod za varjenje, sem pripravil dve poglavji: Novejši načini varjenja in Kontrola kakovosti zvarov brez porušitve, nekoliko kasneje še skripta skupaj z inž. Limplom: Varjenje v zaščiti CO<sub>2</sub> in še kasneje, takrat na Institutu za varilstvo, skupaj s prof. Kordičem in dr. Kovešem: Točkovno uporabno varjenje.

Na Fakulteti za strojništvo sta pred menoj oralna ledino prof. Dobromil Uran in zlasti prof. Viktor Prosenc, ki je v učni program višješolskega študija uspel uvesti tudi varilsko smer. Na univerzitetnem nivoju pa sva novo smer študija s prof. Prosencem uvajala in uvedla že skupaj. V okviru tega programa sem pripravil vsebino predavanj in vaj za več novih predmetov, in to za: Varilne stroje in naprave, Opremo za varilne procese in varstvo pri delu, Fizikalno-kemične osnove varjenja (skupaj s prof. Prosencem); na podiplomskem študiju pa skupaj s prof. Roethlom še za predmet Posebni načini obdelave, (kjer sem pripravil vsebino o avtomatiki).

**Ventil:** Ne gre spregledati tudi vašega poglavja o varjenju, ki sta ga pripravili za zadnjo izdajo Krautovega Strojniškega priročnika. Ali je obseg vsebine o varjenju (40 strani) v primerjavi s celotno knjigo (800 strani) zadosten?

**Prof. Kralj:** Mislim, da je, če seveda izhajam iz poslanstva in namena tega priročnika. Varjenju je znatno večji obseg posvečen v Strojno-tehnološkem priročniku, in to na 70 straneh (od 600), kar je pripravil prof. Prosenc. Res pa je, da je bila v starejših verzijah Strojniškega priročnika vsebina o varjenju resnično preskopa. Da se je to nesorazmerje popravilo, gre priznanje pokojnemu prof. Jožetu Puharju, ki je kot urednik v celoti sprejel moje povečanje prvotne vsebine o varjenju.

**Ventil:** Za univerzitetnega učitelja je samoumevno, da je uspešno delo na znanstvenoraziskovalnem področju pogoj za njegovo napredovanje. Kako Vi ocenjujete dejstvo, da se danes uspešnost tega dela v največji meri vrednoti po objavah v priznanih revijah za določeno raziskovalno področje in da v tem sistemu ocenjevanja strokovno delo praktično nima nobene teže?

**Prof. Kralj:** Vprašanja o vrednotenju znanstvenoraziskovalnega in strokovnega dela so bila že večkrat načeta in tudi javno obravnavana. Kljub temu pa oprijemljivih stališč ustreznih naslovov o teh perečih vprašanih zaenkrat še ni bilo. S takšnim vrednotenjem se dela velika škoda predvsem našemu gospodarstvu in ne nazadnje domačemu strokovnemu jeziku, ki je v tem sistemu zapostavljen.

**Ventil:** Čeprav ste že petnajst let v pokoju, ste dokaj na tekočem s spre-

membami na področju podajanja znanja. Ne nazadnje ste na dveh mestih še vedno aktiven predavatelj. Kako ocenjujete najnovejšo študijsko reformo in v okviru te potrebo po preimenovanjih nekaterih starih predmetov, ne da bi se pri tem spreminjala vsebina predavane snovi, ter uvajanje nekaterih novih predmetov, ki pa niso vsebinsko domišljeni?

**Prof. Kralj:** Glavne in največje prednosti bolonjske reforme se zagotovo kažejo v večji preglednosti in primerljivosti študijskih programov ter večjih možnostih pretoka študentov in učiteljev na celotnem področju evropskih držav, ki so uvedle ta program. Zanesljivo bodo kar lep čas moteče primerjave in vrednotenja starih in novih nazivov. Ne vidim pa racionalnih razlogov, da so se z reformo sistemsko znižali kriteriji potrebnih znanj. To se bo na daljši rok čutilo v gospodarstvu, zlasti v manjših državah, kot je Slovenija. Škoda! Preimenovanja so sestavni del življenja, nekatera so vsekakor upravičena, še več je takšnih, ki povedo več o stanju duha predlagatelja preimenovanja kot pa o upravičenosti takšnih sprememb. Pri uvajanju novih predmetov, ki niso vsebinsko domišljeni, gre ali za pomanjkanje časa ali elementarnega znanja, ki je predpogoj za oblikovanje kakovostne vsebine vsakega predavanega predmeta.

**Ventil:** Kako Vi ocenjujete uporabo novih načinov podajanja znanja, kar se v največji meri kaže v povečevanju obsega podanih informacij in v krčenju obsega laboratorijskih vaj?

**Prof. Kralj:** Ničesar novega ne bom povedal, ponovil bom le to kar odgovorni učitelji vedo. Ne glede na nivo na katerem se poučuje: poslanstvo učiteljev je mnogo širše, kot je le podajanje obstoječega znanja. Uporaba sodobnih tehnologij nam je pri tem lahko v veliko pomoč, nikakor pa učitelj ne bi smel vsebine in načina podajanja podrediti tem tehnologijam. Prav to pa se danes (pre)pogosto dogaja. Predavanja, ki so natrpna z goro zanimivih informacij o pomembnosti predavanega predmeta, lahko pri poslušalcih pustijo celo dober vtis, kar pa je dru-

gotnega pomena. Prava vrednost predavanj se pokaže v pridobljenem znanju, ki ga poslušalec uspe izluščiti iz vsebino predavane snovi. Prav zato je pri vseh znanjih, pri znanju o tehnologijah pa še posebej izjemno pomembno praktično preverjanje. Zato me čudi, kako je mogoče, da se lahko na tehniških fakultetah tako opazno zmanjšuje pomen in namen laboratorijskega dela. Še vedno namreč velja pregovor: Vaja dela mojstra.

**Ventil:** Ob elementarnem znanju, osebnostnih lastnostih in uporabljanih tehnologijah, ima velik vpliv na način in kakovost predavanj tudi obseg pedagoške obremenitve. Kako Vi ocenjujete dejstvo, da imajo lahko nekateri učitelji pedagoške obremenitve, ki so po številu predvanih

predmetov in obsegu predavateljskih ur, primerljive z osnovnošolskimi učitelji?

**Prof. Kralj:** Svoje gledanje lahko povem le splošno. Pedagoško delo v visokem šolstvu ni in ne bi smelo biti tako obsežno in se ne bi smelo opravljati zgolj rutinsko. Ne samo da takšnega dela ni možno opraviti v skladu s profesionalnimi standardi, v takšnih primerih gre za nepopravljivo dolgoročno škodo, ki se jo dela ustanovi, stroki, študentom in ne nazadnje samemu učitelju. Pedagoški standardi so postavljeni na osnovi dolgoletnih izkušenj, z namenom zagotavljati želeno kakovost predavanj. Zanesljivo in neizprosno je dejstvo: Čim večja so odstopanja od teh standardov v smeri povečevanja

pedagoške obremenitve, tem manjša bo kakovost predavanj!.

**Ventil:** Spoštovani profesor Kralj, dovolite mi, da se Vam v imenu bralcev revije Ventil še enkrat iskreno zahvalim za Vaše izčrpne odgovore, ki bodo mnoge obogatili z dejstvom, da je sedanost rezultat preteklosti in vzrok prihodnosti. Na koncu, vendar ne nazadnje pa vam v imenu uredniškega odbora revije prenašam želje, da bi se lahko še velikokrat obrnili na Vas po kak nasvet. Zato: še na mnoga zdrava in zadovoljna leta!

*Izr. prof. dr. Ivan Polajnar  
UL, Fakulteta za strojništvo*

## Znanstvene in strokovne prireditve

### Fluidtrans Compomac and Mechatronics Exhibition & Mechanical Power Transmission and Motion

#### Control Show\* – Fluidtrans Compomac in razstava mehatronike s sejmom mehanske pogonske tehnike in krmiljenja gibanja

8.–11. 5. 2012  
Milano, Italija

**Organizatorja:**  
– Assofluid – Italija  
– Fiera Milano

**Informacije:**  
– <http://bit.ly/FluidTrans> 0411

\*ponovitev z enako vsebino  
bo v Sao Paulu od 4. – 6. 10.  
2012

**HYDAC** **KOMPONENTE ZA FLUIDNO TEHNIKO**

HYDAC d.o.o.  
Zagrebska c. 20  
2000 Maribor  
Tel.: 02 460 15 20  
ali [info@hydac.si](mailto:info@hydac.si)

- hidravlični filtri
- mobilni filtrirni agregati
- obvodni filtrirni agregati
- agregati za odstranjevanje vode
- hidravlični akumulatorji
- hladilniki olje/zrak, olje/voda
- senzorika, tlak, temp., pretok, nivo...
- krmilni bloki in ventili
- objemke in pritrditve
- krogelni ventili
- črpalke
- oljni servis

## AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2011 – ASM '11

v sredo, 07. 12. 2011, od 9.00 do 17.00 ure  
v prostorih GZS, Dimičeva ulica 13, Ljubljana.

Več o prireditvi najdete na spletni strani [www.posvet-asm.si](http://www.posvet-asm.si)

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

### Program posveta

#### Pozdravni nagovori

**Kovinska industrija v letu 2010,**  
*Janja Petkovšek, Združenje kovinske industrije, GZS*

**Predstavitve generalnega pokrovitelja**  
*Hubert Kosler, Yaskawa Slovenia d.o.o., Ribnica*

**Industrial Robots: Status Quo and Future Trends**  
*Alexander Czinki et al., Fachhochschule Aschaffenburg, Nemčija*

#### ROBOTI V STREŽNIH IN MONTAŽNIH SISTEMIH I.

- Visokoproduktivna strežno-varilna robotska celica za varjenje pedala zavore pedalnega sklopa BMW PL7, *Hubert Kosler, Aljoša Zupanc, Damjan Širaj, Simon Novak, Iztok Češarek, Yaskawa Slovenia d.o.o., Ribnica*
- Robotsko odstranjevanje srha z aluminijastih ulitkov v tovarni Dacia, *Robert Logar, Žiga Majdič, ABB d.o.o., Ljubljana*

#### ROBOTI V STREŽNIH IN MONTAŽNIH SISTEMIH II.

- Roboti FANUC s paralelnim mehanizmom, *Franc Žaberl, FANUC Robotics Czech s.r.o., Češka Republika*
- Modular Tool Changers in the Modern Automation Process, *Michael Grupp, DE-STA-CO Europe GmbH, Nemčija*
- Vodenje industrijskega robota z zunanjo referenčno točko, *Tomaž Koritnik, Darko Koritnik, DAX Electronic Systems, d.o.o., Trbovlje*

#### SENZORIKA IN LOGISTIKA I.

- Uspešne senzorske rešitve za transport materiala, *Božidar Zajc, Sick d.o.o.*
- Obvladovanje merilne opreme, *Primož Hafner, Lotrič d.o.o.*

**POSTER sekcija s številnimi posterji:** predstavitev raziskovalnih, razvojnih in aplikativnih dosežkov

#### SENZORIKA IN LOGISTIKA II.

- Miel - Omron rešitve strojnega vida za avtomobilsko industrijo, *Andrej Rotovnik, Ambrož Podkoritnik, Miha Strašek, MIEL Elektronika, d.o.o.*
- Označevanje polizdelkov z RFID in sledljivost izdelkov na montažnih linijah, *Andrej Mlakar, ESPRO inženiring, d.o.o.*
- Aplikacije avtomatizirane proizvodnje, strege in montaže v avtomobilski industriji, *Matjaž Jenko, Riko d.o.o.*

#### POVEČANJE UČINKOVITOSTI IN KONKURENČNOSTI MONTAŽNIH PROCESOV

- Obvladovanje novih standardov na področju funkcionalne varnosti s programskim orodjem Sistema, *Žiga Petrič, Tehna d.o.o., Ljubljana*
- Označevanje po pravilih vitke proizvodnje - Lean Visual Management, *Enej Saksida, OPL d.o.o.*
- Povečanje učinkovitosti in konkurenčnosti podjetja s filozofijo LEAN, *Niko Herakovič<sup>1</sup>, Peter Metlikovič<sup>2</sup>, <sup>1</sup> - UL, FS; <sup>2</sup> - PTICA - Zavod za izobraževanje, raziskovanje in svetovanje, Kranj*

#### Generalni pokrovitelj:



#### Zlati pokrovitelj:



#### Pokrovitelji:



#### Sponsorji:



#### Medijska pokrovitelja:





# Drugi Dnevi strojništva v TMS Bistra

Mitjan KALIN

Lani so potekali prvi Dnevi strojništva v Tehniškem muzeju Slovenije v Bistri, kjer je Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani predstavila širši javnosti več tehničnih naprav, sistemov in strojev, ki ponazarjajo del naših aktivnosti. Odziv obiskovalcev in javnosti je bil zelo pozitiven, zato smo se skupaj z vodstvom muzeja odločili, da postanejo Dnevi strojništva trajna, tradicionalna aktivnost Fakultete za strojništvo in Tehniškega muzeja Slovenije. Medtem ko smo se lani predstavljali le tri dni, so letos Dnevi strojništva potekali cel teden, od torika 20. do nedelje 25. 9. Tudi termin prireditve naj bi ostal za prihodnje enak, 2. ali 3. teden v septembru.

Predstavitve dela in področij, s katerimi se na fakulteti ukvarjamo, so pomembna aktivnost pri informiranju širše družbe. Pomembno sporočilo, ki ga želimo prenesti v širši prostor, je, da se strojništvo kot tudi ostala področja tehnike izrazito spreminjajo z vedno hitrejšim razvojem znanosti in tehnologij in segajo na bolj interdisciplinarna področja. Strojništvo že dolgo ni več vezano le na mehanske sisteme, kot je bilo morda v preteklosti, temveč tudi na mehatronske, energetske, na prenos snovi in toplote, na sisteme obvladovanja obnašanja materialov in površin. Poznavanje in obvladovanje procesov pa je vedno bolj poglobljeno, natančno in znanstvenoraziskovalno pogojeno. Tudi zato so bile morda na Dnevih strojništva deležne veliko pozornosti prav predstavitve, katerih temelj so bolj interdisciplinarna dela s precej mehatronskimi komponentami, ki pri številnih obiskovalcih niso prepoznana kot »strojniški« izdelki. Za Fakulteto za strojništvo je zato pomembno, da bomo predstavitve širili, predstavljali več in različna področja dela, kar ostaja kot izziv in cilj za prihajajoča leta.

Prof. dr. Mitjan Kalin, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Aktivnosti in naprave, ki jih predstavljamo na Dnevih strojništva, pa so v vsakem primeru specifične in vsako leto ne morejo odražati celotne širine področij, ki jih gojimo na fakulteti. Razlog je v tem, da so prostor in zmožnosti sodelavcev omejene, pa tudi v tem, da morajo biti predstavitve usmerjene predvsem v interaktivne in dovolj razumljive pojave, sisteme in naprave, saj je med obiskovalci veliko nestrokovnjakov in mlajših, npr. osnovnošolcev. Prav osnovnošolcem in tudi srednješolcem so te predstavitve najbolj dobrodošle in tudi namenjene, saj se lahko spoznajo s strojništvom še pred dokončni-

mi odločitvami o lastnem bodočem izobraževanju. Osnovne in srednje šole tako organizirajo obiske v okviru šolskih aktivnosti. Letos je bilo zanimanje zelo veliko in dogodka so se udeležile številne osnovne in tudi nekatere srednje šole. S širitvijo poznavanja tega dogodka in njegovo tradicionalnostjo pa bo teh obiskov verjetno še več, kar bo dobra osnova, da se bo morda več učencev navdušilo in odločilo za študij strojništva ali vsaj razpoznalo naše delo in aktivnosti.

Naj v tem prispevku na kratko opišemo, katere predstavitve smo pripra-



*Živahen utrip v enem od prostorov razstave*



*Predelan skuter studenta FS je bil magnet za številne obiskovalce*

vili na 2. Dnevh strojništva. Naprave so plod delnega ali celotnega razvoja na Fakulteti za strojništvo. Pri njihovi izdelavi so sodelovali naši študenti, asistenti, raziskovalci in profesorji. Na ogled smo postavili:

#### **1. SISTEM ZA LASERSKO MERJENJE IN IZDELAVO ZAHTEVNIH TRIDIMENZIONALNIH OBLIK.** Gre

za sistem LASMIL, ki omogoča hitro, preprosto in natančno tridimenzionalno merjenje teles in izdelavo njihovih replik. Sistem je uporaben za merjenje zelo zahtevnih oblik objektov, ki so lahko tudi iz mehkih in krhkih materialov ali v vročem stanju, pri katerih kontaktni način merjenja ni primeren.

**2. MOTOCIKEL »2T CUSTOM-MADE SCOOTER«** je inovativen izdelek študenta Fakultete za strojništvo. Skuter je predelan in nadgrajen z originalnim agregatom in centralnim vzmetenjem, ki je v taki obliki edinstveno. Osnova za predelavo pa je bil standardni 2-taktni vodno hlajeni skuter s 50 ccm, tak, kot ga ima večina slovenskih najstnikov po dopolnjenem 14. letu, ko opravijo vozniški izpit za mopede.

**3. Predstavili smo MOBILNE ROBOTI**, ki se uporabljajo predvsem za študijske in raziskovalne namene. Obiskovalci so spoznali robotska vozila, ki se uveljavljajo v industriji ter na področjih obrambe, varnosti, zabave itd. Veliko zabave je obiskovalcem ponudilo vozilo s kamero, ki ga je možno upravljati preko brezžične povezave z vidom na samem vozilu. Zelo zabavni za igranje so bili tudi »Sumoboti«, ki so jih izdelali študenti v okviru počitniške prakse na Fakulteti za strojništvo.

**4. INFRADEČA TERMOGRAFIJA** je bila na ogled s pomočjo uporabe in predstavitve hitrotekoče kamere



*Učenci pri brezžičnem upravljanju mobilnih robotov*





Na ekranu: termografski posnetek enega od obiskovalcev

v vidnem in v infrardečem spektru. Poudarek je bil na spremljanju hitrih dogodkov pri delovanju strelnega orožja in pri študiju prenosa toplote in snovi. Prikazana je bila slika toplotnega sevanja raznih objektov in tudi teles obiskovalcev, ki so si lahko svojo »termo« sliko shranili s pomočjo elektronske pošte.

**5. Prikazani so bili načini delovanja HIDRAVLIČNIH KOMONENT** na realnih primerih, prav tako v prerezih, kjer si delovanje lahko zlahka predstavljamo. Hidravlične komponente, kot so ventili, črpalke, zasuni, zaslonke idr., so zelo pogosti spremljevalci našega vsakdanjega življe-

nja in pomembni dejavniki v motornih vozilih, delovnih strojih in skoraj v vsaki večji napravi v industriji.

**6. Predstavljena so bila tri daljinsko vodena BREZPILOTNA LETALA**, ki so jih razvili na Fakulteti in s katerimi skupina sodeluje na vsakoletnih mednarodnih tekmovanjih v ZDA, kjer se pogosto uvrsti med najboljše v svetovnem merilu (Design/Build/Fly; Konstruiraj/Izdelaj/Leti).

**7. UPORABA MINI SCARA ROBOTTA IN STROJNI VID ZA IZDELAVO PREPROSTE IGRE** so bili predstavljeni v obliki igre, s katero so se lahko pozabavali obiskovalci. Pokazano

je bilo, kako se lahko v obliki mehatronskega sistema povežejo elektronske in mehanske komponente ter računalniška orodja.

**8. Prikazane so bile SESTAVINE IN DELOVANJE MOTORJA Z NOTRANJIM IZGOREVANJEM.** Med vsemi novejšimi napravami je bil v prerezu prikazan tudi zelo klasičen »strojniški« izdelek, motor z notranjim izgorevanjem, kakršne imamo v večini avtomobilov. Obiskovalci so tako lahko pogledali v njegovo osrčje in spoznali glavne sestavne dele.

**9. Za AKUSTIČNO EMISIJO IN NADZOR NAPAK** na realnem kompresorju iz redne proizvodnje je bila pripravljena dinamična predstavitev. Prikazana je bila naprava za spremljanje poškodb v materialih s pomočjo merjenja akustične emisije, predstavljen je bil tudi preprost sistem, ki povzema temeljne lastnosti kaotičnega gibanja. Veliko zanimanja je požel prikaz delovanja prototipnega izdelka za nadzor napak v kompresorjih, kakršni se izdelujejo za hladilnike.

Več o dogodku pa lahko bralci najdejo na spletni strani muzeja v Bistri ([http://www.tms.si/index.php?e\\_id=241](http://www.tms.si/index.php?e_id=241)) in na spletnih straneh Fakultete za strojništvo (<http://www.fs.uni-lj.si/>).

Prof. dr. Mitjan Kalin  
UL, Fakulteta za strojništvo



TEHNOLOŠKI PARK LJUBLJANA  
01

t: 01 620 34 03  
f: 01 620 34 09  
e: [info@tp-lj.si](mailto:info@tp-lj.si)  
[www.tp-lj.si](http://www.tp-lj.si)

Tehnološki park Ljubljana d.o.o.  
Tehnološki park 19  
SI-1000 Ljubljana





Sejmi / Fairs

Celje, Celjski sejem  
15.-18. maj / May 2012

16 **ENERGETIKA** / ENERGETICS

15 **TEROTECH-VZDRŽEVANJE** / MAINTENANCE

9 **EKO** / ECO

5 **VARJENJE IN REZANJE** / WELDING AND CUTTING

www.ce-sejem.si

## Mojstri učinkovitosti energije, opreme in trajnosti maja 2012 znova v Celju – Specializirani sejmski četverček ENERGETIKA, TEROTECH – VZDRŽEVANJE, VARJENJE IN REZANJE, EKO

**Na celjskem sejmišču bodo od 15. do 18. maja potekali štirje specializirani sejmi s področje energetike, industrijskega vzdrževanja, varjenja in rezanja ter ekologije in varovanja okolja. V okviru sejmov Energetika, Terotech – Vzdrževanje, Varjenje in rezanje ter Eko si bo znova mogoče ogledati zadnje dosežke na teh industrijsko visoko razvitih področjih, ki bistveno prispevajo k doseganju energetske in okoljske ciljev na nacionalnem nivoju. Sejmi bodo ponudili številne koristne odgovore o energetske učinkovitosti tudi končnemu porabniku energije, posamezniku oz. gospodinjstvu.**

Vsako drugo leto v Celju strokovnjaki predstavijo novosti in svojo ponudbo pokažejo tudi najširši javnosti. Tudi v maju 2012 bo na sejmišču kaj videti, saj organizator sejmov družba Celjski sejem, d. d., znova pričakuje dober odziv razstavljalcev z vsega sveta. Čeprav se rok prijave na sejme zaključi v začetku decembra, je odziv podjetij za sodelovanje že zdaj izjemno dober.

### Najbolj aktualne strokovne teme, najnovejši dosežki, novi materiali ...

S sprejemom podnebno-energetskega svežnja EU je Slovenija prevzela cilje EU 3-krat 20 do leta 2020. To pomeni do leta 2020 20-odstotno zmanjšanje emisij toplogrednih plinov, 20-odstotno povečanje energetske učinkovitosti in 20-odstotni delež obnovljivih virov energije v končni porabi energije. Da bi zastavljene cilje lahko dosegli, sta tako EU kot tudi Slovenija v svojih strateških dokumentih definirali področja ukrepanja za doseganje zastavljenih ciljev. Ta pa prinašajo številne priložnosti za vsa podjetja in podjetnike, ki delujejo na področju energetike, vzdrževanja, ekologije in se predstavljajo na bienalnem strokovnem sejmskem četverčku.

Sejmi Energetika, Terotech – Vzdrževanje, ekologije in varovanja okolja Eko ter sejem Varjenje in rezanje predstavljajo odlično priložnost za vse, ki imajo tehnični, ekonomski in tržni potencial za delovanje na področju učinkovite rabe in obnovljivih virov energije. Analize namreč kažejo na prednosti intenzivnega spodbujanja učinkovite rabe in obnovljivih virov energije, tako z energetskega kot tudi z okoljskega in ekonomskega stališča.

Razstavljeni program **sejma Energetika** tako sestavljajo področje energetike, varčne izrabe energije in energetske viri. Na sejmu se predstavijo tisti ponudniki, ki so energetske učinkovitost in okoljsko odgovornost vpletli v vse pore svoje poslovne strategije. **Sejem Terotech – Vzdrževanje** pokriva področje vzdrževanja, čiščenja in obnove stavb. Namenjen je tistim razstavljalcem, ki skrbijo za ponudbo in osveščanje industrije in posameznikov o pomenu učinkovitega vzdrževanja in uporabe objektov, strojev in resursov za konkurenčnost in dolgo življenjsko dobo. **Sejem ekologije in varovanja okolja Eko** je namenjen tistim, ki s svojo ponudbo izdelkov in storitev prispevajo k uresničevanju prehoda na trajnostno gospodarstvo, uporabi obnovljivih virov energije, ohranjanju naravnih virov, obnavljanju biotske raznovrstnosti ter preprečevanju onesnaženja vseh vrst. **Sejem Varjenje in rezanje** pa je namenjen ponudnikom tehnologij, opreme in materiala za varjenje in rezanje, skratka tehnologijam, ki postajajo energetske manj zahtevne, okolju bolj prijazne in zagotavljajo visoko kakovost izdelkov.

Strokovni sejmski četverček, ki je nazadnje potekal lani, si je ogledalo več kot 21.000 obiskovalcev iz držav EU in JV Balkana. Na sejmi se je predstavilo več kot 800 razstavljalcev, pomemben del sejmskega dogajanja pa je bil tudi obsejni strokovni program. Potekalo je več kot 50 aktualnih razprav, svetovanj in tudi strokovnih tekmovanj.

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

# Mednarodna konferenca Management of Innovative Technologies & Sustainable Life in Manufacturing

Joško VALENTINČIČ, Davorin KRAMAR, Izidor SABOTIN

Zadnji konec tedna v septembru je bila na slovenski obali, natančneje v Fiesi, organizirana mednarodna konferenca s poudarkom na inovativnosti in trajnostnem razvoju tehnologij. V ta namen sta bili združeni dve konferenci, in sicer 11. mednarodna konferenca z naslovom *Management of Innovative Technologies* in 2. mednarodna konferenca z naslovom *Sustainable Life in Manufacturing*. Glede na položaj svetovnega gospodarstva je sklop obeh tematik skrajno posrečen, saj lahko le inovativnost pri reševanju aktualnih problematik da nove paradigme za zagotavljanje trajnostnega razvoja celotne družbe.



**Slika 1.** Pozdravni nagovor predsednikov konference (foto: D. Kramar)

Konferenca je bila organizirana pod znanstvenim pokroviteljstvom prof. dr. Mihaela Junkarja (LAT – Laboratorij za alternativne tehnologije) in prof. dr. Janeza Kopača (LABOD – Laboratorij za odrezavanje) s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani, Paula Levyja z univerze v Brightonu in doc. dr. Oguza Çolaka z Univerze Suleyman Demirel iz Turčije. Na konferenci se je zbralo skoraj 100 znanstvenikov, raziskoval-

cev, ljudi iz industrije, menedžmenta, gospodarstvenikov. Udeleženci so prišli iz 12 držav, pretežno iz Evrope, s številčno zasedbo iz Turčije in Romunije ter gostom iz ZDA. Od znanstvenih področij je bilo najbolj množično zastopano strojništvo, ki je bilo zaradi multidisciplinarnega značaja konference razširjeno na druga področja, kot sta na primer menedžment in kemijsko inženirstvo.

Richter s Fraunhoferjevega inštituta EMFT v Münchnu.

Paul Levy je poudaril pomembnost upoštevanja časovnega kontinuuma »preteklost, sedanjost in prihodnost« kot enega temeljnih konceptov za nastanek in uveljavitev inovacije na trgu. Opozoril je na zanemarjanje aspekta preteklosti pri odločitvah za prihodnost. To velikokrat povzroči tipične napake in pomanjkljivosti v prihodnosti, ki bi se jim lahko izognili z doslednim

Doc. dr. Joško Valentinčič, univ. dipl. inž., doc. dr. Davorin Kramar, univ. dipl. inž., Izidor Sabotin, univ. dipl. inž.; vsi Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

## ■ 1 Tematski govorniki

Temeljne smernice konference so postavili trije tematski govorniki, in sicer Paul Levy, dr. Sencer Yeralan z univerze na Floridi ter dr. Martin





**Slika 2.** Udeleženci, zbrani v konferenčni dvorani (foto: M. Cvjetičanin)

poznavanjem preteklosti, ki nas je navsezadnje motivirala za inovacijo. Prezaposlenost vodilnih akterjev in menedžerjev vodi do zanemarjanja preteklosti in posledično do večje verjetnosti občutenja napak v prihodnosti. Slušatelj se je vtisnila v spomin alegorija tega koncepta z metalcem kopja. Ta za uspešen izmet kopja v zastavljeni cilj prihodnosti najprej seže nazaj (v svojo preteklost), zamahne čez glavo (v svojo sedanost), kjer kopje (utelešenje svoje inovativne ideje) izvrže v zeleni cilj prihodnosti.

Dr. Yeralan je zastavil svojo predavanje na uveljavljanju in merjenju paradigme trajnostnega razvoja. Poudaril

je, da je upoštevanje trajnostnega vidika izdelka na trgu eden izmed ključnih akterjev njegove uspešnosti. Da pa lahko dva podobna izdelka med sabo primerjamo po kriteriju »prijaznost do okolja«, je potrebno definirati objektivne kazalce, ki kvantitativno ovrednotijo mero »zelenosti« izdelka. Izhajajoč iz svojega raziskovalnega področja je podal pregled metodologij izračunavanja »trajnostnega indeksa« in aplikacij teh metod na specifične potrebe in aspekte obdelovalnih strojev.

Dr. Richter deluje na področju mikrotehnologij, ki doživlja izredno rast v zadnjih dveh desetletjih. Njegovi ožji raziskovalni področji sta razvoj in izdelava mikročrpalk. Mikročrpalke so miniaturne naprave velikostnega razreda centimeter in manj, ki izkoriščajo možnost izdelave struktur v mikrometrskem območju s sodobnimi mikroizdelovalnimi postopki. Kot enega glavnih trgov mikroizdelkov je izpostavil biomedicinske mikronaprave,



**Slika 3.** Emblem iz 3 mm nerjavečega železa izdelan z abrazivnim vodnim curkom. Uporabljen tlak 350 MPa, premer šobe za oblikovanje curka 0.12 mm, mešalna šoba premera 0.3 mm in pretok abraziva 80 g/min zrnatosti 220 (F. Trieb, BHDT, Avstrija)

ki omogočajo hitro in poceni diagnostiko ter zdravljenje z minimalno invazivnostjo. Tako je mogoče uporabiti mikročrpalke kot trajne vsadke za apliciranje zdravilnih učinkovin neposredno na mesto obolenja. V svojem predavanju je predstavil pot od ideje do končne izdelave mikročrpalk.

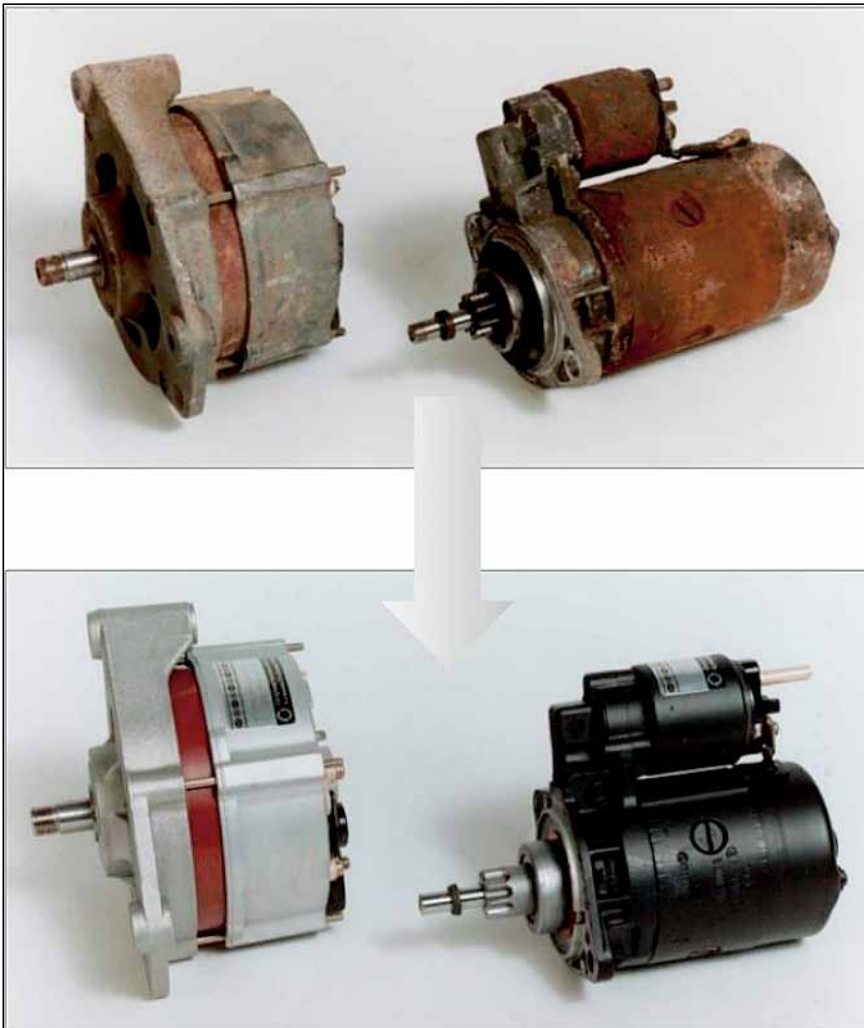
## ■ 2 Prispevki na sekcijah

Konferenčni prispevki so bili razdeljeni na osem sekcij, ki so skupaj zaokroževale temo konference. V sekciji *Kreativno mišljenje, inovacije, marketing* je bila predstavljena posebna oblika akcijskega inoviranja, t. i. »drop-in« akcijsko inoviranje, ki je uporabno v mikro in malih podjetjih. Akcijsko učenje »drop-in« poteka v skupinah, v katere se udeleženci ne najavijo vnaprej, pač pa se naključno vključujejo med samim potekom učenja, tako da mimogrede vpadajo v skupine, ki so sestavljene iz pet do šest članov. Zato mora učenje potekati v podjetju samem in v prostoru, kjer se giblje veliko ljudi. Skupine so izpostavljene provokativnim vprašanjem, kot so: Ali ste še vedno tako navdušeni nad poslom kot v času oblikovanja posla? Ali se zavedate tveganosti posla? Kaj ste naredili za zmanjšanje poslovnega tveganja? Ali posel služi vsem skupinam v družbi, npr. glede na kulturo, spol, starost?

Sledil je pregled inovacijske aktivnosti in ekonomske učinkovitosti slovenske predelovalne industrije. Inovativna podjetja na področju visokih tehnologij dosegajo le povprečne rezultate v primerjavi z globalno konkurenco. Vzrok je tudi slaba razvitost sektorja v Sloveniji, kjer podjetje deluje, majhno število radikalnih inovacij in slabo upravljanje s procesom inoviranja in inovacijami. Kot primer uspešne inovacije na slovenskih tleh je bil predstavljen sistem za vmesno in končno







**Slika 4.** Obnova že uporabljenih strojnih delov (S. Schweinstig et.al, University of Bayreuth, Nemčija)

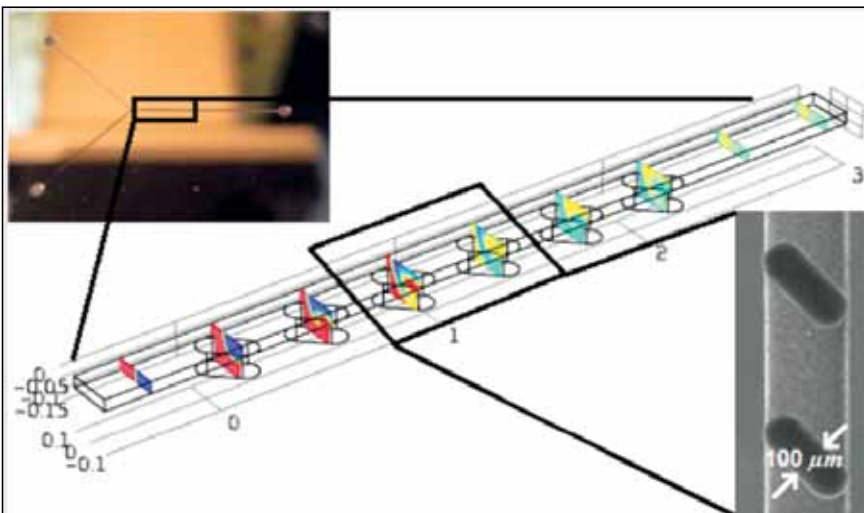
kontrolno kompresorjev za skrinje in hladilnike. Njegova posebnost je, da je popolnoma integriran v informacijsko mrežo podjetja. Predstavljeno je bilo tudi stanje v Avstriji na področju

rezanja z abrazivnim vodnim curkom, kjer že izdelujejo črpalke za stroje, ki zmorejo tlake do 600 MPa (6000 bar). Trend gre tudi v smer manjšanja premera curka. Uporabljajo se vodni

curki premerov od 0,08 mm do 0,2 mm ter abrazivni vodni curki premerov pod pol milimetra (slika 3). S curki majhnih premerov je mogoče doseči večje natančnosti in izdelati manjše detajle.

Kot trajnostne napredne tehnologije so bile predstavljene še druge tehnologije uporabe visokotlačnega vodnega curka, kot je rezanje z abrazivnim ledenim vodnim curkom, kjer se namesto abrazivnega peska uporabljajo ledena zrna, struženje težko obdelovalnih materialov z asistenco visokotlačnega curka emulzije, priprava in čiščenje površine z visokotlačnim vodnim curkom za popravilo kompozitov v letalski industriji in druge sodobne tehnologije, kot sta npr. tehnologija slojevitega navarjanja kovinskih prahov (LENS) za popravilo in izdelavo zahtevnih multifunkcionalnih izdelkov in kriogeno odrezavanje. Spraševali smo se tudi, ali je trajnostna proizvodnja cilj ali so to samo besede. Vsekakor višanje življenjskega standarda (ki se viša z večjo potrošnjo, kar je gonilo hiper produkcije) ne omogoča kakovostnejšega življenja, saj prinaša moderne bolezni, ki so posledice povečanega stresa, onesnaženega okolja in prezadolženosti.

V sekciji *Inovacije in tehnologije* so bili poudarjeni faktorji, ki vplivajo na inovativno uspešnost podjetja: na dolgi rok izdelana inovacijska strategija, visoka kreativnost in motiviranost posameznikov v podjetju, identifikacija dobrih praks. Kazalci inovacijske uspešnosti v Sloveniji so pod evropskim povprečjem. Predstavljeno je bilo tudi stanje v Turčiji na področju akademskega inženirstva, kjer morajo izobraževalni programi



**Slika 5.** Mikromešalnik za mešanje reaktantov v laminarnem področju (I. Sabotin et.al, UL, Fakulteta za strojništvo)





Slika 6. Na poti na konferenčno večerjo v Strunjan (foto: M. Cvjetičanin)

začeti upoštevati trajnostne smer-nice.

V luči *trajnostnega razvoja* je bil pri-kazan primer reciklaže aluminijastih ostružkov, sistem katalitske reduk-cije v dieselskih motorjih, kinetika sušenja marelic in čiščenje in obnova že uporabljenih strojnih komponent (slika 4).

Sledile so bolj tehnološko orienti-rane sekcije z naslovi: Modeliranje procesov, Napredne tehnologije, Mikrotehnologije (slika 5) in Fleksi-bilna proizvodnja.



**FLUIDNA TEHNIKA - AVTOMATIZACIJA - INDUSTRIJSKA OPREMA**

# Hypex

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

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

**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



## Akademik prof. dr. Janez Peklenik 85-letnik

Starosta slovenskih znanstvenikov s področja strojništva **akademik Janez Peklenik, zaslužni profesor Univerze v Ljubljani**, je 11. junija praznoval visok življenjski jubilej – 85 let. Namen tega članka je opisati njegovo plodno in ustvarjalno življenjsko pot.

Ustvarjalno obrtniško okolje doma v Trziču mu je zbudilo zanimanje za strojništvo, ki ga je vodilo vse življenje. V šoli je zelo dobro napredoval, vendar mu je nemški okupator ob začetku vojne leta 1941 onemogočil nadaljnje šolanje v gimnaziji. Zato se je izučil za orodjarja v tovarni LGW – Luftfahrtgerätewerk v Kranju, iz katere se je kasneje razvila Iskra. To je bila prva strokovna stopnica, ki jo je uspešno prestopil. Leta 1944 se je kot borec Prešernove brigade in kasneje Jeseniško-Bohinjskega odreda pridružil NOV. Še danes je ponosen, da se je v teh hudih časih boril za osvoboditev domovine.

V povojnih letih je najprej dopolnil zamujeno gimnazijsko izobrazbo in opravil veliko maturo. Po študiju strojništva na Univerzi v Ljubljani in občasnem konstruktorskem delu v industriji je odšel v Laboratorij za obdelovalne stroje Tehniške visoke šole v Aachnu, ki je vodilna raziskovalna ustanova na področju proizvodnih tehnologij in sistemov. Po dveh letih uspešnega raziskovalnega dela je leta 1957 z odličnim uspehom doktoriral na področju fizikalnih osnov brušenja. Razvil je novo metodo merjenja temperature na konici zelo hitro gibajočih se brusilnih zrn in pri analizi eksperimentalnih rezultatov prvi upošteval naključni značaj brusilnega procesa. Pri tem je tudi prvi uvedel statistično vrednotenje merskih rezultatov. S tem je postavil raziskavam in razlagam kompleksnih tehnoloških procesov nove temelje.

Raziskovalno delo je nadaljeval na področju avtomatizacije obdelovalnih sistemov. Na podlagi dela *Pro-*



*Prof. Dr.-Ing. habil., Dr. h. c. mult., Janez Peklenik*

*blemi natančnosti pri avtomatizaciji proizvodnje* je bil leta 1961 habilitiran in postal docent na Tehniški visoki šoli v Aachnu. Naslednje leto je bil povabljen kot gostujoči izredni profesor na univerzo Carnegie-Melon v Pittsburghu, ZDA. Temu je leta 1964 sledila izvolitev za rednega profesorja na univerzi v Birminghamu v Angliji. Tedaj je začela računalniška tehnologija prodirati v proizvodne sisteme in procese ter revolucionarno spreminjati Taylorjevo zasnovo načina proizvodnje. S Peklenikovo ustanovitvijo prve katedre za računalniško krmiljene obdelovalne sisteme na svetu in dopolnitvijo tehnoloških raziskav z upoštevanjem naključnega značaja obdelovalnega procesa ter statistično obdelavo eksperimentalnih podatkov so bila postavljena nova izhodišča za raziskovalno delo na področjih modernih proizvodnih tehnologij. Najvidnejše uspehe je akademik Peklenik dosegel na področjih sprotne identifikacije ter adaptivnega krmiljenja obdelovalnih procesov in sistemov, opisa

in karakterizacije naključnih lastnosti tehničnih površin ter površinskih vmesnikov. V številnih objavah je svoja dognanja predstavil mednarodni strokovni javnosti. Leta 1959 je bil za svoje znanstvene dosežke odlikovan s Taylorjevo medaljo, ki jo mednarodna akademija College International pour l'Étude Scientifique des Techniques de Production Mécanique – CIRP – podeljuje najuspešnejšim mladim znanstvenikom, starihim do 35 let. Leta 1966 je bil izvoljen za rednega člana te akademije, ki ji je tudi predsedoval v letih 1979–80, sedaj pa je njen častni član

Po dvajsetih letih znanstvenega in pedagoškega dela v tujini se je 1973 vrnil na Fakulteto za strojništvo Univerze v Ljubljani in ustanovil Katedro ter Laboratorij za tehniško kibernetiko, obdelovalne sisteme in računalniško tehnologijo. Na Fakulteti za strojništvo je kot dekan začel posodabljati študij in intenzivno širiti znanstvenoraziskovalno in razvojno delo. V študiju strojništva je uvedel



modularni koncept in projektni način dela s študenti v zadnjem letniku. Ta oblika študija je pospeševala kreativnost in skupinsko delo študentov ter sistemski pristop k reševanju inženirskih problemov na osnovi teoretičnih metod.

Akademik Peklenik je bil leta 1987 izvoljen za rektorja Univerze v Ljubljani. Kot rektor je izdelal predlog za univerzitetno podiplomsko šolo, ki bi bila zasnovana na sodobnih konceptih in omogočala magistrski ter doktorski študij s poudarkom na interdisciplinarnosti in visoki kakovosti. K sodelovanju je povabil tudi vodilne inštitute, kot sta IJS in Kemijski inštitut. Žal je bil ta koncept iz nerazumljivih razlogov na univerzi zavrnjen.

Ob svojem delu je objavil več kot 300 znanstvenih del s področja proizvodnih tehnologij, tehniških površin, strukturiranja in krmiljenja proizvodnih sistemov. Poleg tega je avtor 15 patentov v Sloveniji, ZDA, Veliki Britaniji in Nemčiji. Vzgojil je

več kot 200 diplomiranih inženirjev, magistrov in doktorjev strojništva. V mednarodni strokovni sferi je postal član mnogih uredniških odborov znanstvenih revij ter ustanovil *CIRP – Journal of Manufacturing Systems*, kjer je bil glavni urednik.

Za znanstvene dosežke je akademik Peklenik prejel številna mednarodna in domača priznanja. Poleg medalje mednarodne akademije CIRP je leta 1982 prejel še ameriško medaljo F. W. Taylorja, ki se podeljuje znanstvenikom s področja proizvodnega inženirstva. Leta 2007 mu je CIRP podelila tudi visoko odlikovanje za ustanovitev in 40-letno uspešno vodenje CIRP International Seminars on Manufacturing Systems, ki se še vedno izvajajo. Leta 1988 je prejel v Berlinu nagrado Georga Schlesingerja, leta 2008 pa mu je bil podeljen zlati častni doktorat na Tehnični univerzi v Aachnu, s katero je vrsto let uspešno sodeloval pri raziskavah brušenja, lastnosti tehničnih površin ter uporabe računalniške tehnologije v proizvodnji. Doma je prejel Kidriče-

vo nagrado (1975), državno nagrado Republike Slovenije za življenjsko delo (1996) in bil imenovan za ambasadorja znanosti Republike Slovenije (1992) ter zaslužnega profesorja Univerze v Ljubljani. Akademik Peklenik je častni profesor univerze v Birminghamu v Angliji ter Nanjinške univerze za aeronavtiko in astronautiko na Kitajskem, od katere je leta 1982 prejel tudi častni doktorat znanosti. Poleg tega je redni član SAZU, ustanovitelj in častni predsednik Inženirske akademije Slovenije, častni član mednarodne akademije CIRP, Evropske akademije in Ruske inženirske akademije.

Sodelavci Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani so ponosni, da lahko uspešno nadaljujejo njegovo znanstvenoraziskovalno in strokovno delo ter mu ob njegovem visokem življenjskem jubileju prisrčno čestitajo.

*Akademik prof. dr. Igor Grabec*



**INTRONIKA**

Mednarodni strokovni sejem  
za industrijsko in profesionalno  
elektroniko

International Trade Fair  
for industrial and professional  
electronic

SREBRNI SPONZOR  
**SICK**  
Sensor Intelligence.

**25. - 27. 01. 2012**

Slovenija, [www.intronika.si](http://www.intronika.si)

## Mednarodna konferenca o fluidni tehniki FT 2011

V organizaciji Fakultete za strojništvo Univerze v Mariboru je 15. in 16. septembra v Mariboru potekala že tradicionalna biennialna mednarodna konferenca o fluidni tehniki FT 2011. Zasedala je v kongresnem centru Habakuk.

Ko so leta 1991 organizirali poldnevni posvet o proporcionalni tehniki, še nismo slutili, da bo dogodek prerasel v redno biennialno dvodnevno mednarodno konferenco s preko 100 udeleženci (od tega več kot 60 % iz domače industrije) ter številnimi domačimi in zunanjimi predavatelji. Skupno je letos sodelovalo okoli 30 avtorjev iz Slovenije in okoli 25 avtorjev iz tujine (15 iz ZR Nemčije in Avstrije ter okoli 10 iz Hrvaške, Srbije in Makedonije). Organizatorji konference na čelu z vodjo organizacijskega in programskega odbora *dr. Darkom Lovrecem* so vsa ta leta ostali zvesti svojim ciljem – predstaviti sodobno stanje tehnike, najnovejše dosežke raziskav in razvoja ter zanimive novosti in ponudbo domačih in tujih izdelovalcev tovrstne opreme.

Konferenco je z uvodnim nagovorom svečano odprl *dr. Darko Lovrec*, predsednik organizacijskega odbora.



*Utrinek iz konferenčne dvorane*

ra. V imenu Univerze v Mariboru je konferenco pozdravila njena prorektorica za raziskovalno dejavnost *prof. dr. Karin Kleinschek*, ki je poudarila, da sta med pomembnimi nalogami univerze povezovanje strokovnjakov iz gospodarstva in akademske sfere ter skrb za prenos znanja. Prodekan Fakultete za strojništvo *prof. dr. Zoran Ren* pa je poudaril pomen sodelovanja z industrijo, ki je vse tesnejše in uspešnejše.

Ob tej priložnosti so organizatorji konference skupaj s predsednikom *Slovenskega društva za fluidno tehni-*

*ko Kristianom Lesom* podelili tudi že tradicionalno *Zlato diplomo fluidne tehnike* za najboljša diplomska dela s področja hidravlike in pnevmatike. Prejemnika sta bila dva: *Tadej Tašner* (FERI, Univerza v Mariboru) za diplomsko delo z naslovom: *Vodenje in nadzor sistemov z uporabo programskega okolja LabVIEW* in *Simon Dobaj* (FS, Univerza v Ljubljani) za diplomsko delo: *Zasnova hidravličnega sistema podajalnika lokov v premogovniku*.

Vsebine znanstveno-strokovnih prispevkov (skupaj 34) so bile predstavljene v dveh uvodnih predavanjih in šestih sekcijah (vsak dan konference po tri) ter na dodatnih petih poster-skih predstavitev.

Uvodni predavanja o dobaviteljnih sestavin in snovanju sistemov ter najnovejšem razvoju sistemov in sestavin po vzorih iz biomehanike (predvsem večtočkovnih prijemal) sta prispevala avtorja iz firme FESTO – Dunaj.

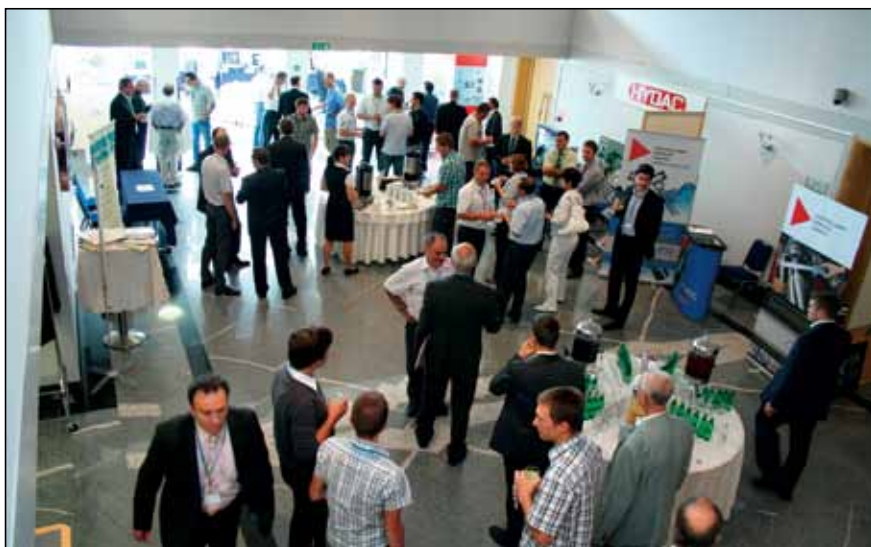
V okviru sekcije o razvoju sestavin in sistemov so bili predstavljeni prispevki o novi radialni batni hidrostatični enoti ter raziskavah in modeliranju različnih hidravličnih ventilov.

Druga in tretja sekcija sta bili namenjeni hidravličnim tekočinam, njihovemu razvoju, lastnostim in vzdrž-



*Podelitev zlate diplome FT (dr. D. Lovrec, nagrajenca, K. Les)*





Živahne razprave v predprostoru konferenčne dvorane

vanju, s posebnim poudarkom na vodni hidravliki, tudi v povezavi s postopki in merilno opremo za diagnostiko stanja naprav.

Drugi dan konference so bila v okviru četrte sekcije obravnavana vprašanja snovanja elektrohidravličnih in pnevmatičnih krmilnih sistemov (4 prispevki). Peta sekcija je obravnavala razvoj novih sestavin in sistemov z nekaj značilnimi primeri uporabe hidravličnih naprav. V okviru šeste sekcije pa so bile predstavljene zanimive rešitve vodne hidravlike, merjenje sil

pri hidravličnih valjih, razvoj novega sistema krmiljenja gradbenih strojev z inovativno uporabo IT-tehnologije ter zanimivosti s področja mazalnih sistemov.

Ob konferenci je bila organizirana tudi spremljajoča razstava nekaj uveljavljenih domačih podjetij in tujih dobaviteljev – večinoma tudi sponzorjev konference. Udeleženci konference so tako imeli priložnost pridobivanja novih informacij in neposrednih kontaktov s predstavniki razstavljalcev. Slednje je bilo

mogoče še poglobiti na prijetnem družabnem srečanju v predprostoru konferenčne dvorane, ki so ga pripravili organizatorji in pokrovitelji konference.

Seveda konference v takšnem obsegu ne bilo mogoče organizirati brez podpore industrije in tujih dobaviteljev. Organizatorji konference se zato iskreno zahvaljujejo generalnemu pokrovitelju FESTO Slovenija in vsem ostalim podjetjem, ki so kot pokrovitelji in razstavljalci pripomogli k izvedbi in uspehu konference: Hydac, Hawe Hidravlika, Olma, Fuchs, Klavivar – Poclain Group, Ulbrich Hidroavtomatika, Lotrič, LA & CO predstavništvo Rexroth, Beckhoff, Dimas, Mapro, Internormen GmbH ter revija Ventil, ki medijsko pokriva konference.

## Viri.

- [1] Lovrec D. (ur) in sodelavci: Mednarodna konferenca FT 2011, Maribor, 15.–16. 09. 2011, – *Zal.*: Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, 2011, ISBN 978-961-248-290-9.

Anton Stušek  
Uredništvo revije Ventil



## 44. MOS – Mednarodni obrtni sejem v Celju

Tradicionalni Mednarodni obrtni sejem v Celju je letos potekal od 7. do 14. septembra. Kljub splošni gospodarski krizi je na njem še vedno razstavljalo okoli 1700 podjetij. Ob predstavnikih organizatorja in številnih gostih je sejem svečano odprl takrat še uradni predsednik vlade Republike Slovenije g. Borut Pahor, otvoritvena nagovora sta imela izvršna direktorica Celjskega sejma gospa Breda Obrez Preskar in župan Celja gospod Bojan Šrot. Predsednik Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije (OZS) Štefan Pavlinjek pa je govoril o stanju v gospodarstvu in vprašanih delovanja OZS.



Otvoritvena slovesnost (foto: Nataša Müller)

Na okoli 65 000 m<sup>2</sup> razstavnih površin v šestih stalnih in okoli desetih montažnih razstavnih dvoranah ter na odprtih prostorih so razstavljavci predstavili značilne obrtne izdelke, letos z opaznim poudarkom na opremi za gradnjo sodobnih ekološko prijaznih in energijsko varčnih objektov, opremi za pridobivanje in uporabo nekonvencionalnih virov energije ter opremi in storitvah za eko-, bio-, integrirano in drugo so-

dobno kmetijsko proizvodnjo in distribucijo hrane.

Na sejmu je sodelovalo največje število tujih razstavljavcev do sedaj – iz 36 držav. Pri tem so bile zastopane skoraj vse evropske države pa tudi Združene države Amerike, Kanada, Avstralija, Japonska ter obe Koreji. Posebej pa je izstopala Indija.

Ob sejmu so bila organizirana številna srečanja, strokovna predavanja in okrogle mize z zanimivo izmenjavo izkušenj med predstavniki obrti, malega gospodarstva in vladnimi inštitucijami, splošno gospodarsko in akademsko sfero ter predstavniki gospodarstva, obrti in podjetij iz tujih držav. Med mnogimi omenimo nekaj najbolj zanimivih:

- AJPES (Agencija Republike Slovenije za javnopravne evidence in storitve) – nepogrešljiv primarni vir informacij o poslovnih subjektih,
- Mednarodno poslovno srečanje obrtnikov in podjetnikov iz Slovenije in držav EU ter JV Evrope s področja obnovljivih virov energije (OZS, Ministrstvo za gospodarstvo, JAPTI – Javna agencija za podjetništvo in tuje investicije),
- MIKrovent – inovativna rešitev in nov energijsko varčen sistem lokalnega prezračevanja javnih in zasebnih objektov (Mik, d. o. o.),
- Pospeševanje in krepitev regionalnega gospodarskega sodelovanja med Republiko Srbijo in Slovenijo,
- Delavnica: Razvijanje konkurenčnih prednosti v malih in srednjih



Razstavjalci iz Indije (foto: Nataša Müller)



### Mednarodno poslovno srečanje

- podjetjih,
- Od povprečja do odličnosti (JAP-TI),
- Kako najhitreje do novega sodelavca? Uporabite spletne storitve Zavoda za zaposlovanje RS,
- Predstavitev projektov in storitev gospodarske diplomacije (MZZ – Celjski sejem),
- Forum o nacionalnem energetskem programu (Energetika, NET, Slovensko društvo za daljinsko energetiko),
- Sončna elektrarna – stabilna in donosna naložba (Združenje slovenske fotovoltaične industrije).

Poleg posameznih obrti in malih podjetij so se na sejmu nazorno

predstavila vsa regijska obrtna združenja in strokovne sekcije. Nekateri so bili vsestransko prikazani na posebej organiziranih »dnevih«, kot so bili:

- Belokranjski dan,
- Dan Krasa in Brkinov in
- Dan OZS.

Krepitev regionalnega gospodarskega sodelovanja med Republiko Srbijo in Slovenijo pa je bila posebej prikazana v okviru prireditve

- Dan Vojvodine.

Med strokovnimi sekcijami je sedaj že tradicionalno zelo uspešno nastopila Sekcija elektronikov in mehatronikov pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije z zanimivimi inovacijami

in izdelki na področju elektronike, mehatronike, robotike in nanotehnologije. Sekcija je tudi letos nagrajena z nekaj zlatimi priznanji sejma. O tem več v posebnem prispevku v tej izdaji Ventila na strani 392 poroča predsednik sekcije Janez Škrlec.

Poleg omenjenih priznanj so bila v okviru sejma za izjemne izdelke in uspešne nastope podeljena še številna druga priznanja Celjskega sejma, občine Celje in OZS.

Z vidika vsebin in vprašanj, ki jih obravnava naša revija, to so fluidna tehnika, avtomatizacija in mehatronika, moramo ponovno poudariti že lanskoletno ugotovitev, da skoraj ni orodja, stroja ali pomožne naprave, ki so bili razstavljeni na sejmu, brez široke uporabe mehatronike in avtomatizacije in s tem povezane fluidne tehnike – hidravlike in pnevmatike. Posamičnih razstavljalcev slednje, razen nekaj drobnih izjem, skoraj ni bilo. Zato pa so bili številni razstavljalci s ponudbo avtomatiziranih namenskih strojev in strežnih naprav, robotskih celic za varjenje, lakiranje in sorodne tehnološke postopke ter s kompletnimi ponudbami kompresorjev in opreme za napeljave stisnjenega zraka. Podobno velja tudi za široke nabore ponudb pnevmatičnega in električnega ročnega orodja in drugih pomožnih naprav za montažo in vzdrževanje.

Anton Stušek  
Uredništvo revije Ventil



Dobro obiskan 44. MOS (foto: Nataša Müller)

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

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



## Dvoje posebnih sejamskih priznanj sekciji elektronikov in mehatronikov in partnerjem

Sejem MOS 2011 je bil priložnost za predstavitev gospodarskega napredka z novimi izdelki in storitvami. Letos je sekcija elektronikov in mehatronikov z odborom za znanost in tehnologijo pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije skupaj s številnimi partnerji celovito predstavila nove tehnologije, napredne tehnološke procese in primere dobre prakse povezovanja gospodarstva in znanosti. Za predstavitev je prejela dve posebni sejamski priznanji: eno ji je podelil Celjski sejem, drugo pa Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije.

Komisiji sta upoštevali celovito predstavitev novih in naprednih tehnologij s posebnim poudarkom na povezovanju gospodarstva in znanosti in podporo, ki jo sekcija z odborom za znanost in tehnologijo nudi dijakom in študentom. Primer dobre prakse je bila podpora dijakom SERŠ-a, ki so zmagali na svetovnem tekmovanju v robotiki in na tekmovanju mladih raziskovalcev. Za prejeti priznanji so zaslužni tudi naslednji partnerji: Institut Jožef Stefan, Kemijski inštitut v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru, VSŠ ŠC Ptuj, TŠC Kranj, ŠC Velenje, SERŠ Maribor, sekcija elektrodejavnosti, podjetje AudioLogs iz Maribora, podjetje Faraday iz Kranja, PS iz Logatca, Miel Elektronika iz Velenja, Makro Team iz Lenarta, Astron iz Maribora, AIK-audio iz Sežane, Gorosan iz Domžal, Studio PI iz Ljubljane, NanoRobotek iz Pesnice pri Mariboru, IB-Procadd iz Ljubljane ter revije: IRT 3000, Ventil, Avtomatika in Večerovi Kvadrati. Letošnja predstavitev novih tehnologij je zajemala: elektroniko, avtomatiko, mehatroniko, robotiko, energetiko, nove materiale, informacijsko-komunikacijske tehnologije ter mikro- in nanotehnologije.



Obisk predsednika vlade RS Borut Pahorja na razstavnem prostoru sekcije in odbora za znanost in tehnologijo pri OZS

Posebnost letošnje sejamske predstavitve je bila tudi v tem, da so obiskovalci na enem mestu lahko dobili nešteto koristnih informacij, še zlasti o novih tehnologijah, o tehnološkem razvoju pri nas in v svetu, o aplikativnosti posameznih tehnologij in o različnih projektih. Letošnjo sejamsko predstavitev so si ogledali številni eminentni gosti tako iz šolske, akademske in znanstvene sfere kot iz gospodarstva ter posameznih ministrstev. Poseben pomen je imel obisk generalnega sekretarja za visoko šolstvo na MVZT dr. Stojan Sorčana. Predstavniki MVZT je opozoril

na pomen sejamske predstavitve še zlasti v luči povezovanja gospodarstva in znanosti in razvoja v smeri politehnik. Dr. Sorčan tudi ni skrival navdušenja in zadovoljstva nad vidnim, posebej pa je pohvalil odbor za znanost in tehnologijo, njegovo uspešno delo ter dijake SERŠ-a iz Maribora, ki so zmagali na svetovnem tekmovanju.

*Janez Škrlec, inženir mehatronike,  
predsednik odbora za  
znanost in tehnologijo pri OZS  
foto: OZS*



Zmagovalni razstveni prostor sekcije in odbora za znanost in tehnologijo pri OZS



## Izjemno uspešen 9. Tehnološki dan na Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije

V petek, 16. 9., je odbor za znanost in tehnologijo Obrtno-podjetniške zbornice, ki ga vodi Janez Škrlec, organiziral 9. Tehnološki dan in hkrati 75. strokovni dogodek doslej. Strokovne teme so bile skrbno izbrane, prav tako predavatelji iz akademske in znanstvene sfere. Polna dvorana pa je bila le še ponovna potrditev, da je omenjeni odbor uspešen in da organizira strokovne dogodke, ki jih obrtniki in podjetniki potrebujejo. Uvodni nagovor je imel generalni direktor direktorata za visoko šolstvo na MVZT **dr. Stojan Sorčana**, ki je predstavil pomembnost sodelovanja gospodarstva in znanosti, aktivno delo MVZT, uspešno sprejetje strateškega dokumenta Drzna Slovenija.

9. Tehnološki dan je opozoril na pomen povezovanja gospodarstva in znanosti in kontinuiranega procesa prenosa znanj in novih tehnologij v mala in mikropodjetja. Predavatelji so predstavili nove materiale, energetiko s poudarkom na fotovoltaiiki, pametna omrežja, varčevanje z energijo, elektrokromne sisteme in pametna okna, uporabo nanotehno-

logije pri razvoju in izdelavi sodobnih naprav in baterij nove generacije v smeri e-mobilnosti.

Teme in predavatelji 9. Tehnološkega dne: Fotovoltaiika na poti h konkurenčnosti (**prof. dr. Marko Topič**, Laboratorij za fotovoltaiiko in optoelektroniko, Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani), Uporaba keramike z nizko temperaturo žganja v elektroniki, energetiki in kemiji (**dr. Janez Holc**, odsek K5 za elektronsko keramiko, Institut Jožef Stefan), Okoljske tehnologije, izzivi in priložnosti (**prof. dr. Albin Pintar**, Laboratorij L05 za okoljske vede in inženirstvo, Kemijski inštitut v Ljubljani), Baterije nove generacije in trendi razvoja na tem področju (**prof. dr. Miran Gaberšček**, L10 Laboratorij za elektrokemijo materialov, Kemijski inštitut v Ljubljani), Področje pametnih omrežij (Smardgrits) (**mag. Andrej Kljun**, LTFE, Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani), Elektrokromni sistemi za



Uvodni nagovor generalnega direktorja direktorata za visoko šolstvo na MVZT dr. Stojan Sorčana (foto Marjan Kapele)

uravnavanje dotoka sevanja v stavbe (smart windows) ter elektrokromni sistemi na fleksibilnih folijah – realnost ali utopija (**dr. Ivan Jerman**, Kemijski inštitut v Ljubljani). Dogodka se je udeležil tudi vodja laboratorija za spektroskopijo materialov na Kemijskem inštitutu v Ljubljani **prof. dr. Boris Orel**, ki je hkrati tudi soavtor elektrokromnih sistemov in uspešen mednarodno priznan raziskovalec in znanstvenik. 9. Tehnološki dan je bil po oceni mnogih udeležencev dogodek, ki pomembno vpliva na razvoj sodobne obrti in podjetništva.



Janez Škrlec, inženir mehatronike, predsednik odbora za znanost in tehnologijo pri OZS.



Utrip z 9. Tehnološkega dne

## Mednarodna konferenca Water Jet Technology Association & Industrial & Municipal Cleaning association – WJTA-IMCA 2011

Med 19. in 22. septembrom je v Houstonu, Texas, ZDA, potekala mednarodna konferenca s področja obdelave z abrazivnim vodnim curkom (AVC). Konferenco sta sestavljala dva dela, in sicer znanstveni s predstavitvami prispevkov z omenjenega področja ter strokovni del z razstavo in demonstracijami proizvajalcev opreme za industrijsko čiščenje z vodnim curkom. Iz Slovenije oz. s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani smo se konference udeležili že tretjič, tokrat zelo uspešno, saj je eden od obeh prispevkov požel nagrado za najboljši znanstveni prispevek.



Mohamed Hashish izroča nagrado za najboljši prispevek avtorjema

Throughout the Abrasive Water Jet Cutting System (M. Jerman, H. Orbanic, I. Etxeberria, A. Suarez, M. Junkar, A. Lebar) smo predstavili rezultate merjenja spremljanja temperaturnega profila vode v stroju za rezanje

Konference se tako udeležujejo raziskovalci z vsega sveta, strokovne razstave pa predvsem podjetja iz Amerike in Kanade. Ker so ZDA pravzaprav zibelka AVC-tehnologije, je tudi konferenca WJTA pravzaprav osrednji dogodek srečevanja znanstvenikov s tega področja. Konference se vedno udeležujejo vodilni raziskovalci s področja, med katerimi naj naštejemo nekatera imena: Hugh Miller (Colorado School of Mines), George Savanick in Mohamed

Hashish (FLOW), slednjega pogosto imenujemo oče tehnologije obdelave z abrazivnim vodnim curkom.

Na konferenci smo predstavili dva prispevka, in sicer: Methods for AWJ Cutting Process Control (A. Lebar, M. Cvjetičanin, H. Orbanic, M. Junkar), v katerem smo poročali o uspešno izvedenem sprotne krmiljenju procesa rezanja z AVC. V drugem prispevku z naslovom Measuring the Water Temperature Changes

z AVC. Slednji je prejel tudi nagrado za najboljši prispevek na konferenci.

Nagrajeni prispevek je rezultat dela na projektu IceJet, ki ga sofinancira EU v okviru programa LIFE+. Osnovni cilj projekta je nadomestiti uporabo mineralnega abraziva z ledenim abrazivom, s čimer želimo zmanjšati vpliv na okolje in slediti trajnostnemu razvoju. V okviru projekta sodelujemo s partnerji iz Baskije (Španija) – Tecnalía, IAMCUT in AdHoc.



Utrinki z razstavnega prostora

Andrej Lebar,  
Marko Jerman  
UL, Fakulteta za  
strojništvo



## Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj (OECD) in črnogorska delegacija na Inštitutu Jožef Stefan

Konec julija so Inštitut Jožef Stefan (IJS) pod okriljem organizacije OECD obiskali predstavniki več črnogorskih državnih institucij. Sodelavci Centra za prenos tehnologij in inovacij smo obiskovalcem organizirali ogled Centra za elektronsko mikroskopijo, Odseka za nanostrukturne materiale in pogovor o vavčerskih izkušnjah na IJS.

OECD je v okviru aktivnosti, ki jih izvaja v Črni gori, za predstavnike več tamkajšnjih državnih institucij organiziral dvodnevni študijski obisk v Sloveniji. Namen obiska je bil spoznati delovanje slovenskega vavčerskega sistema. Člani delegacije so tako obiskali Ministrstvo za gospodarstvo, JAPTI ter še nekaj drugih organizacij. Na IJS so prišli, ker so želeli spoznati izkušnje z vavčerskim sistemom.

Na IJS je prof. dr. Miran Čeh desetim obiskovalcem razkazal Center za elektronsko mikroskopijo, dr. Kristina Žužek Rožman s sodelavci pa jim je predstavila aktivnosti Odseka



*Prof. dr. Miran Čeh obiskovalcem razkazuje opremo Centra za elektronsko mikroskopijo*

za nanostrukturne materiale (K7). Dr. Žužek Rožmanova je predstavila tudi konkretno aplikacijo, brezkontaktni drsni mehanizem, ki temelji na magnetni levitaciji, ki so ga razvili na pobudo in v sodelovanju s podjetjem Akron, d. o. o. Podjetje je IJS kontaktiralo prav zaradi lani objavljene razpisa Inovacijski vavčer. V drugem delu so bili gostom predstavljeni slovenski vavčerski sistem ter izkušnje, predlogi, pripombe IJS, vezani na njegovo izvajanje.

ji. Srečanje na IJS je bilo po njenih besedah zelo zanimivo in koristno. Primož Kunaver, Kristina Žužek Rožman in Marjeta Trobec so poskrbeli za dragocen in produktiven ogled, predstavitev ter odgovore na vprašanja. Tudi v bodoče se bodo s pobudami za sodelovanje z veseljem obračali na nas.

*Marjeta Trobec,  
Center za prenos tehnologij in inovacij*



*Dr. Kristina Žužek Rožman gostom predstavlja delo na Odseku za nanostrukturne materiale*

Gospa Viorica Revenco, organizatorica iz OECD, se je po obisku pisno zahvalila dr. Špeli Stres za ves trud in pomoč pri organizaciji.

Gospa Viorica Revenco, organizatorica iz OECD, se je po obisku pisno zahvalila dr. Špeli Stres za ves trud in pomoč pri organizaciji.

**VENTIL**

REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

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



## 8. ICIT & MPT 2011 uspešen mednarodno prepoznaven dogodek

V začetku oktobra je v konferenčnem centru City hotela v Ljubljani potekala že 8. mednarodna znanstvena konferenca ICIT & MPT 2011 (International Conference on Industrial Tools and Material Processing Technologies).

Konferenco je v imenu organizatorja Razvojnega centra orodjarstva Slovenije (TECOS) odprl doc. dr. Janez Marko Slabe. Sledil je pozdravni nagovor doc. dr. Blaža Nardina, direktorja Gorenje Orodjarne, d. o. o., generalnega pokrovitelja ICIT & MPT 2011. Plenarni del je kot častni predavatelj odprl prof. dr. Karl Kuzman s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani. V svojem predavanju je predstavil številne uspešne industrijske aplikacije rezultatov znanstvenoraziskovalnega dela, ki pod njegovim vodstvom poteka v Laboratoriju za preoblikovanje. V nadaljevanju plenarnega dela so udeleženci lahko prisluhnili zelo zanimivim predavanjem svetovno priznanih znanstvenikov in raziskovalcev. Na govorniškem odru so se zvrstili prof. dr. Miklós Tisza iz Madžarske, akademik prof. dr. Božidar Liščič iz Hrvaške, prof. dr. Peter Hoffmann iz Nemčije, prof. dr.



Otvoritveni govor doc. dr. Janeza Marka Slabeta, direktorja TECOS

José L. Ocaña in prof. dr. José M. Torralba iz Španije, prof. dr. Mario Rosso iz Italije ter v nadaljevanju še prof. dr. Rui Vilar iz Portugalske.

Predavatelji iz Evrope in drugih delov sveta so s svojimi kakovostnimi in zanimivimi prispevki praktično pokrili vse razpisane teme, pri čemer pa je bil največji poudarek letošnje konference na sodobnih preoblikovalnih

postopkih, novih kovinskih in nekovinskih materialih, laserskih obdelavah ter na simulacijah in optimizaciji preoblikovalnih postopkov z uporabo sodobnih računalniško podprtih orodij. Prispevki vseh avtorjev so zbrani v zborniku, ki je izšel v tiskani in elektronski verziji in obsega blizu 400 strani.

V okviru B2B, dogodka na zadnji dan konference, so se udeleženci seznanili s prihajajočimi možnostmi za financiranje raziskav in razvoja ter najnovejšimi povezovalnimi iniciativami na področju raziskav, razvoja in proizvodnega sektorja v Evropski uniji. Udeleženci so informacije prejeli iz prve roke, saj so imeli možnost prisluhniti predavanjem dr. Aleša Miheliča z Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo, ki je močno vpeto v dogajanje v okviru programa Eureka in Evropske vesoljske agencije, Janeza Pojeta, predsednika združenja ISTMA Europe (International Special Tooling and Machining Association), in doc. dr. Blaža Nardina, člana upravnega odbora novoustanovljenega združenja EFFRA



Polna zasedenost konferenčne dvorane ob otvoritvi konference

**ICIT & MPT 2011**



*Ključne osebe letošnje in predhodnih konferenc ICIT&MPT*

(European Factories of the Future Research Association).

ICIT & MPT 2011 je udeležencem omogočil tudi ogled proizvodnje v Gorenju, d. d., ter Gorenje orodjarne, d. o. o. S številnimi družabnimi

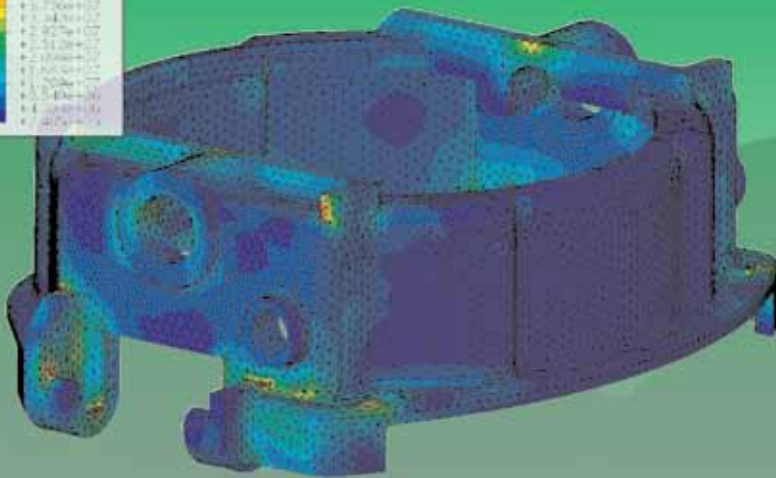
dogodki in B2B pa je udeležencem ponudil tudi odlično priložnost za pridobivanje novih poznanstev ter sklepanje raziskovalnorazvojnih in poslovnih partnerstev. Kljub dobri udeležbi na letošnji konferenci bi si na prihodnji konferenci vsekakor že-

leli več predstavnikov iz raziskovalnih in razvojnih oddelkov slovenskih podjetij.

Ob uspešnem zaključku ICIT & MPT 2011 se organizator zahvaljuje vsem, ki so s svojimi prispevki sooblikovali letošnjo konferenco, in sicer prof. dr. Janezu Grumu s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani – podpredsedniku znanstvenega in organizacijskega odbora, članom mednarodnega znanstvenega odbora, predsedujočim posameznim tematskim sekcijam, plenarnim, vabljenim in vsem ostalim govorcem in avtorjem prispevkov ter tudi vsem udeležencem, ki so s svojo prisotnostjo prispevali k uspešni izvedbi konference. Posebna zahvala gre letošnjemu generalnemu sponzorju Gorenje Orodjarji, d. o. o., podjetjema Gorenje, d. d., in Gorenje Orodjarji, d. o. o., za gostoljubnost in tudi vsem ostalim sponzorjem in podpornikom konference IMAS, d. o. o., ARBURG GmbH + Co KG, ISTMA Europe, IDDRG in IRT 3000.

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

# MKE TRDNOSTNI PRERAČUNI



- analiza notranjih napetosti in deformacij zaradi mehanskih in termičnih obremenitev
- precizne analize z vlakni ojačanih plastičnih izdelkov (upoštevanje orientacije ojačitvenih vlaken)
- optimiranje oblike izdelka iz vidika minimalne porabe materiala
- preračuni v vodilnih programskih paketih **Abaqus** in **Autodesk Moldflow Insight**

TECOS - ZANESLJIV PARTNER PRI RAZVOJU IZDELKOV, ORODIJ IN TEHNOLOGIJ!



TECOS - RAZVOJNI CENTER ORODJARSTVA SLOVENIJE



## Uspešna dvodnevna konferenca o energetiki in novih tehnologijah

V četrtek in petek, 20. in 21. oktobra 2011 je bila v kongresni dvorani Tacit hotela Primus na Ptuj mednarodna konferenca z naslovom **Energetska učinkovitost in nove tehnologije**, ki jo organiziral Državni znanstveni inštitut OAO NIITeplopribor iz Moskve v sodelovanju z Mestno občino Ptuj in Odborom za znanost in tehnologijo pri Obrtno podjetniški zbornici Slovenije, ki ga vodi Janez Škrlec. Predsedujoči mednarodne konference je bil Generalni Direktor inštituta JSC "NIITeplopribor" Kuznetsov Sergej Ivanovich in direktor predstavništva inštituta v Sloveniji Bojan Držaj ter župan Mestne občine Ptuj dr. Štefan Čelan. Konference se je udeležilo preko 70 udeležencev, predvsem iz znanstvene in razvojno raziskovalne sfere Rusije in Slovenije, ter seveda vidnejši predstavniki največjega Ruskega državnega inštituta OAO NIITeplopribor iz Moskve.

Slovenija je ob tej priložnosti dobila tudi uradno predstavništvo omenjenega Ruskega državnega inštituta za energetiko in nove tehnologije. Na konferenci so kot predavatelji sodelovali: J.V. Tsvetkov, pomočnik generalnega direktorja inštituta za inženiring, ki je predstavil temo: inovativni dosežki v ACS TP. Prof. dr. Jurij Kropce, Univerza v Mariboru, je predstavil: visoko temperaturne črpalke za izkoriščanje nizko temperaturnih virov. A.V. Beloglazov, direktor znanstveno tehničnega centra inštituta za merilne naprave je predstavil: smeri razvoja instrumentov v JSC NIITeplopribor. Prof. Dr. Albin Pintar iz Kemijskega inštituta v Ljubljani je predstavil: heterogeni katalitski procesi na področju varstva okolja. E.V. Ametistov, profesor in član ruske akademije za znanost je predstavil temo: prihranki energije in energet-



Polna zasedenost konferenčne dvorane ob otvoritvi konference

ska učinkovitost v Rusiji. J. P. Borovskiy, svetovalec generalnega direktorja JSC NIITeplopribor, predstavil: mobilno plazemsko enoto za uničevanje strupenih odpadkov, še zlasti v farmaciji. A. I. Ogurtsov, namestnik direktorja za investicije in inovacije v JSC NIITeplopribor, je predstavil: namen otvoritve predstavništva JSC NIITeplopribor v Republiki Sloveniji. Prof. dr. Maja Remškar iz Inštituta Jožef Stefan in direktorica podjetja Nanotul je bila po odzivih Ruskih znanstvenikov posebna zvezda konference saj je predstavila temo: nanomateriali za učinkovito rabo energije. Rusom je predstavila nano cevke, ki jih je uspešno v svetu razvil le Institut Jožef Stefan in soroden inštitut v Izraelu. Prof. dr. Gorazd Štumberger iz Univerze Maribor je predstavil temo: elektroenergetski sistemi, razpršena proizvodnja in informacijsko komunikacijske tehnologije. I. A. Ogurtsov, generalni direktor JSC "SIC NIITeplopribor" je za zaključek predstavil temo: posebna ekonomska cona Zelenograd. Zelenograd je največji tehnološki park, ki ga gradijo v bližini Moskve in zajema 32 kvadratnih kilometrov površine. V tem tehnološkem centru bo povdarek na nanotehnologiji, mikro elek-

troniki, energetiki in biotehnologijah. Predstavništvo državnega inštituta za energetiko iz Rusije je prvo takšno predstavništvo odprlo v Sloveniji na Ptuj in tudi edino v Evropski Uniji. Ruski predstavniki so bili mnogoštevilna delegacija, ki je pripravljena na sodelovanje s Slovenijo na področju znanosti in trženja znanja in izdelkov, še zlasti za področje energetike, učinkovite rabe energije, plazemskih tehnologij in uporabe nanotehnologije kot tehnologije prihodnosti. Odbor za znanost in tehnologijo pri Obrtno podjetniški zbornici Slovenije, pa je pomagal pri soorganizaciji vrhunskih znanstvenikov, ki so predstavljali Slovensko znanje in naše izkušnje.

*Janez Škrlec, inženir mehatronike  
Odbor za znanost in tehnologijo pri  
OZS*







# 4. industrijski forum

## Inovacije, razvoj, tehnologije

# 2012

### Forum znanja in izkušenj

Dogodek je namenjen predstavitvi dosežkov in novosti iz industrije, inovacij in inovativnih rešitev iz industrije in za industrijo, primerov prenosa znanja in izkušenj iz industrije v industrijo, uporabe novih zamisli, zasnov, metod tehnologij in orodij v industrijskem okolju, resničnega stanja v industriji ter njenih zahtev in potreb, uspešnih aplikativnih projektov raziskovalnih organizacij, inštitutov in univerz, izvedenih v industrijskem okolju, ter primerov prenosa uporabnega znanja iz znanstveno-raziskovalnega okolja v industrijo.

### Osrednje teme IFIRT

- inoviranje
- razvoj
- izdelovalne tehnologije
- orodjarstvo in strojogradnja
- meroslovje in kakovost
- toplotna obdelava in spajanje
- napredni materiali
- umetne mase in njihova predelava
- organiziranje in vodenje proizvodnje
- menedžment kakovosti
- avtomatizacija
- robotizacija
- informatizacija
- mehatronika
- proizvodna logistika
- informacijske tehnologije
- napredne tehnologije
- ponudba znanja

## Portorož, 11. in 12. junij 2012

**Dodatne informacije:** Industrijski forum IRT, Motnica 7 A, 1236 Trzin | tel.: 01/600 1000 | faks: 01/600 3001 | e-pošta: info@forum-irt.si | www.forum-irt.si  
**Organizator dogodka:** PROFIDTP, d. o. o., Gradlišče VI 4, 1291 Škofjica | **Partner dogodka:** Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije  
**Organizacijski vodja dogodka:** Darko Svetak, darko.svetak@forum-irt.si | **Programski vodja dogodka:** dr. Tomaž Perme, tomaz.perme@forum-irt.si

Pokrovitelji dogodka:

Power and productivity  
for a better world™

**ABB**

**LOTRIČ**

**YASKAWA**  
MOTOMAN

Priznanje TARAS



Priznanje za najuspešnejše sodelovanje znanstvenoraziskovalnega okolja in gospodarstva na področju inoviranja, razvoja in tehnologij.

## Letošnje srečanje Foruma fluidne tehnike na Planini pri Sevnici

Zadnje čase v strokovnih krogih fluidne tehnike v Sloveniji večkrat slišimo o *Forumu fluidne tehnike* oziroma seniorjih fluidne tehnike. Letos je zasedanje Foruma v mesecu maju gostilo podjetje Tajfun na Planini pri Sevnici.

### Zgodovina

Kot je znano, deluje pri GZS v okviru združenja kovinske industrije tudi poslovno združenje *Fluidna tehnika Slovenije* na čelu z *Odborom za fluidno tehniko*. Združenje je tudi član mednarodnega združenja za hidravliko in pnevmatiko CETOP. Kot stanovsko združenje pa je v Zvezo inženirjev strojništva Slovenije vključeno tudi *Slovensko društvo za fluidno tehniko*.

Že dolgo pa je pri pokojnem Venčetu Ambrožiču, prvem in dolgoletnem predsedniku OFT, direktorju podjetja Kladivar – Žiri in aktivistu slovenske strojne industrije, tlela želja o srečanju »odsluženih seniorjev« fluidne tehnike v okviru *Foruma FT* – brez posebnih formalnosti in pravil. Tako so se kolegi V. Ambrožič, A. Beovič in F. Jeromen sestali in za 18. in 19. maja 2006 sklicali prvi Zbor hidravli-

kov in pnevmatikov v Partizanskem domu na Vodiški planini. Zbor naj se poimenuje *Forum 22*. Če ga imajo drugi, ga imejmo še mi!

Srečanje Foruma 22 je uspešno potekalo, udeležba je bila primerna. Opravljena je bila tudi edina resno zastavljena naloga: pripraviti pijačo po vzoru »*Hydraulik-Wasser*« iz Lohra na Maini (sedež firme Rexroth). Pijača z imenom *petrozija* je sestavljena iz kakovostnih gorenjskih domačih žganjic, koreni imena pa izhajajo iz: Peter skala in ambrozija iz priimkov dveh naših pomembnih seniorjev – Venčeta Ambrožiča in Petra Vogriča. Žal se pijača v strokovnih in lokalnih razmerah še ni uveljavila.

Dogodki na Forumu 22 so zabeleženi in od takrat se družina vsako leto takoj po Veliki noči redno srečuje.

### Forum 27

Tako je letošnji *Forum 27* po vpljudnem povabilu lastnika *Jožeta Špana* 13. maja zasedal v podjetju *Tajfun* na Planini pri Sevnici.

Tovarna Tajfun izdeluje sodobno zasnovano in tehnološko dogmno kmetijsko mehanizacijo, kot so: pihalniki, gozdarska vitla in cepilni

stroji. Več kot 90 % izdelkov izvažajo v več kot 32 držav sveta. Uporabljajo moderno tehnološko opremo, kot so lasersko rezanje in robotsko varjenje pločevine, prašno plastificiranje za površinsko zaščito ipd. Celoten vtis o tovarni, ki zaposluje okoli 160 ljudi, je nadvse pozitiven, posebno še v današnjih časih vsesplošnih gospodarskih problemov.

Nadvse pohvalna je tudi njihova povezava s krajem Planina, saj so za 50 let najeli stari grad, v katerem so v skrbi za zgodovinsko dediščino že obnovili kaščo v kateri lahko sprejemajo svoje poslovne goste. Med njimi je bil tudi *Forum 27*.

Srečanja se je od 25 članov udeležilo 17 forumašev. Prvič so bile podeljene tudi tri plakete *veteran fluidne tehnike*, ki so jih ob 80-letnici življenja in dela prejeli: Janko Lipovž, Peter Vogrič in Janez Zupančič. Za vse delo na področju fluidne tehnike pa je bila podeljena plaketa tudi hudo bolnemu Venčesu Ambrožiču.

### Preminula člana foruma

Ob tej priliki smo se spomnili tudi v preteklem obdobju preminulih kolegov – forumašev. Prav je, da napišemo vsaj nekaj besed v njihov spomin.

*Stane Grčar*, rojen 1931, se je že takoj po končani srednji tehnični šoli in v času študija na Fakulteti za strojništvo vključil v prizadevno in uspešno delo konstruiranja letal v takratnem Konstruktorskem biroju Letalske zveze Slovenije. Po končanem študiju strojništva se je zaposlil na Zavodu za avtomatizacijo, ki je bil takrat edini inštitut znotraj Iskre in je med drugim generalni tudi osnove programov fluidne tehnike in elementov za avtomatizacijo posameznih firm. Vizionarski inž. Mario Jež je Staneta poslal na specializacijo v firmo Rexroth, kjer se je specializiral na področju hidravlike (glej njegove spomine v *Ventilu 9(2003)1* – str. 9). Zaradi potreb po avtomatizaciji je Stane leta 1963 prevzel vodenje razvoja pnevmatike. 1967 je odšel za



Udeleženci Foruma FT 27 in gostitelj Jože Špan, tovarna Tajfun – v sredini

prisilnega upravitelja v TIO Lesce. Ko pa so se razmere uredile, se je vrnil na delo v Zavod za avtomatizacijo. Potem ga je raziskovalni duh vodil v SOP Krško, kjer je leta 1978 postal vodja projektivne skupine za industrijsko avtomatizacijo v Ljubljani. Zdravstvene težave so ga potem spremljale do prerane smrti v januarju letos. Stane Grčar je bil prav gotovo eden od pomembnejših pionirjev razvoja pnevmatike pri nas. Za opravljeno delo smo mu več kot hvaležni.

*Radovan Križman*, rojen 1936, umrl 2010, se je po končanem študiju strojništva najprej zaposlil v koprskem Tomosu. Ljubezen ga je nato pripeljala v Ljubljano, kjer se je zaposlil na predstavnštvu podjetja Đuro Đaković. Po smrti inž. Lovra Reška pa se je zaposlil na Raziskovalni skupnosti Slovenije, kjer je administrativno-tehnično vodil področje PORS za kovinsko in elektroindustrijo. Z reorganizacijami je prehajal na različna ministrstva (MZT, MG, MVŠZ), vseskozi pa je delal na področju raziskav in razvoja tehnologij strojništva in elektroindustrije. Posebej je podpiral projekte na področju robotike, avtomatizacije, novih materialov in nanotehnologije. Na ta način se je srečeval tudi v vprašanji fluidne tehnike, kjer je vseskozi spodbujal ustrezne raziskave. Ohranili ga bomo v hvaležnem spominu.

### **In na koncu**

Po katerih pravilih Forum sploh deluje? Statuta in poslovnik ne pozna. Načeloma se pridobi pravica do članstva z odhodom v pokoj (čeprav so tudi izjeme). Vsak posameznik lahko na rednem srečanju predlaga novega člana. Član je sprejet, če ga potrdijo vsi prisotni forumaši. Vsako leto naj bi se srečevali na velikonočni četrtek. Za prihodnje leto se načrtuje srečanje v Pivki.

*Anton Beovič,  
Anton Stušek*

## **Kaj raziskujejo v Nemčiji?**

V okviru nemškega raziskovalnega sklada za fluidno tehniko (Forschungsfond VDMA) enkrat letno predstavijo svoje dosežke in se dogovorijo za nove projekte. Nemško ministrstvo za gospodarstvo in tehnologijo je v tekočem letu povečalo skupni fond za raziskave (IGF) za 10 milijonov na skupaj 135 milijonov evrov. Za ustrezna sredstva pa se potegujeta 102 raziskovalni ustanovi. Pozitivni dosežki raziskav so namenjeni predvsem promociji manjših in srednjih podjetij (KMU). Pod okriljem raziskovalnega kuratorija za strojništvo deluje 21 strokovnih zvez, med njimi 8 raziskovalnih združenj, med temi tudi raziskovalni sklad za fluidno tehniko. V letu 2010 so s področja hidravlike in pnevmatike v skladu sprejeli 3 nove projekte, dodatno pa 2 izvajajo tudi s samofinanciranjem.

Na letni predstavitvi projektov v teku izvajanja so ugotovili naslednje stanje (z AiF so označeni projekti s skupnim državnim financiranjem):

### *AiF-projekt – hidravlika:*

- Od 01. 11. 2010 do 31. 10. 2013: Pogonski sklop pridobivanja energije z vračanjem – razvojna metodologija in pogonska strategija za mobilne delovne stroje – izv.: Katedra za mobilne delovne stroje in Inštitut za kmetijske stroje in fluidno tehniko pri TU v Braunschweigu.

### *AiF-projekti – pnevmatika:*

- 01. 10. 2009 do 30. 09. 2011: Modeliranje trenja na tesnilnih kontaktih v pnevmatiki – izv.: Inštitut za fluidnotehnične pogone in krmilja pri RWTH Aachen,
- 01. 10. 2010 do 28. 02. 2013: Analiza močnostnega potenciala elektromagnetnih aktuatorjev za pnevmatične krmilne ventile – izv.: Inštitut za fluidno tehniko pri TU Dresden,
- 01. 11. 2010 do 30. 04. 2013: Povečanje izkoristka pri pnevmatiki z izkoriščanjem izpuha – izv.: Inštitut za fluidnotehnične pogone in krmilja pri RWTH Aachen.

### *Raziskovalni sklad fluidne tehnike – samofinancirani projekti sklada – hidravlika:*

- 01. 01. 2008 do 30. 06. 2011: Varnost reguliranih pogonov v fluidni tehniki – izv.: Inštitut za fluidno tehniko pri TU Dresden,
- 01. 01. 2009 do 31. 12. 2011: Energijsko učinkoviti elektrohidravlični pogoni majhnih moči – izv.: Inštitut za fluidno tehniko pri TU Dresden,
- 01. 01. 2010 do 31. 12. 2011: Povečanje učinkovitosti aksialnih batnih enot ob delnih obremenitvah – izv.: Inštitut za fluidnotehnične pogone in krmilja pri RWTH Aachen,
- 01. 01. 2011 do 30. 06. 2013: Modeliranje sesalnega voda pri aksialni batni črpalki ob upoštevanju medsebojnega vpliva fluida in strukture – izv.: Inštitut za fluidno tehniko pri TU Dresden,
- 01. 01. 2011 do 30. 06. 2013: Varnostno usmerjeni nadzor stanja pri elektromagnetnih ventilih – izv.: Inštitut za fluidno tehniko pri TU Dresden.

### *Raziskovalni sklad fluidne tehnike – samofinancirani projekti – pnevmatika:*

- 01. 01. 2009 do 30. 06. 2011: Izboljšave energijske učinkovitosti pnevmatičnih strežnih naprav – izv.: Inštitut za fluidno tehniko pri TU Dresden,
- 01. 01. 2010 do 31. 12. 2011: Izboljšano oblikovanje modelov krmilnih vezij v pnevmatiki z upoštevanju tokovnih impulzov, sprememb smeri toka in razširjanja tlačnih valov – izv.: Inštitut za fluidnotehnične pogone in krmilja pri RWTH Aachen.

*Po Fluid 44(2011)07–08 – str. 18  
Pripravil: A. Stušek*





## Fluidna tehnika danes

Letošnja posebna izdaja revije Fluid, z naslovom Fluidna tehnika 2011 – Oprema za hidravliko in pnevmatiko (*Fluid Technik 2011 – Zubehör für Hydraulik und Pneumatik*), na 111 straneh objavlja vrsto prispevkov, ki ponazarjajo stanje tehnike na obravnavanem področju. Objavljenih je skupno 25 strokovnih prispevkov, tri preglednice izdelkov s področij hidravlike, pnevmatike in pomožne opreme ter sezname naslovov vseh pomembnih dobaviteljev. Prispevki so razdeljeni v štiri skupine: splošno, hidravlika, pnevmatika in avtomatizacija.

Vsebine strokovnih prispevkov

*Splošno:*

- Aktualno – poročila o raziskavah, trgu in branži,
- Fluidna tehnika jutri – prispevek prof. dr. Hubertusa Murrenhoffa, vodje Inštituta za fluidnotehniške pogone in krmilja iz Aachna,
- Zmanjšanje trenja za varčevanje z energijo – smeri razvoja tesnilne tehnike.

*Hidravlika:*

- Enostavno tesno – *Simrit* postavlja nova merila s T-obročkom pri zmanjševanju trenja,
- Fini filtri – kaj omogočajo *Mahle-jevi* novi izdelki v hidravliki,

- Brez kompromisov – intervju z *Ralphom Wolterjem* iz skupine *Volz*,
- Za težke primere in ozke prostore – *ContiTech* razvija robustne hidravlične cevne priključke,
- Ko postane tesno – teflonske gibke cevi – alternativa v mnogih primerih uporabe,
- Napredek po zakonu zahtevan – predpisi EU za boljšo protikorozijsko zaščito,
- Zagotavljanje enakomernega tlaka – družina zobniških delilnikov toka za tlake do 380 bar,
- Kaj zmorejo sodobni hidravlični akumulatorji – akumulatorji *Bolenz & Schäfer* zagotavljajo energijsko učinkovitost,
- Princip hidrostatičnega tesnjenja – visokotlačni vrtljivi cevni priključki za vetrne turbine,
- Novi izdelki – v hidravliki.

*Pnevmatika:*

- Naslovna tema: Uporabniško primerne rešitve pnevmatičnega krmiljenja – pnevmatična sistemska tehnika iz *Rexrotha*,
- Zmanjšanje obratovalnih stroškov – sušilniki zraka, filtri in izločevalniki kondenzata iz *Parker Dominick Hunterja* in *Parker Zanderja*,
- Zrak je denar – rešitve s pnevmatično in električno avtomatizacij-

sko tehniko,

- Povezano zagotovi tlak – za montažo nezahtevne večkratne cevne spojke,
- Učinkovito pridobivanje vakuum – regulirani ejektorji izpolnjujejo visoke zahteve,
- Novi izdelki – pnevmatika.

*Avtomatizacija:*

- Različni delovni mediji – sestavine za merjenje, krmiljenje in doziranje tekočin in plinov,
- SOS za mobilno hidravliko – tehnologija silicija in safirja kot osnova dajalnikov tlaka,
- Žetev s pritiskom na gumb – senzorika v mobilni hidravliki,
- Prebrisani senzor – regulator vrtilne frekvence pnevmatičnih motorjev zagotavlja varnost mešalnikov,
- Zajemanje na daljavo – industrijske rešitve prenosa podatkov na daljavo,
- Novi izdelki – avtomatizacijska tehnika.

**Vir:** Fluid Technik/2011 – *Zal.:* Verlag Moderne Industrie GmbH, Justus-fon-Liebig-Str. 1, 86899 Landsberg, ZRN; tel: + 08 191/125-0, e-pošta: [journals@mi-verlag.de](mailto:journals@mi-verlag.de); internet: [www.mi-verlag.de](http://www.mi-verlag.de)

*Pripravil: Anton Stušek*

## Podjetje INEA RBT, d. o. o., razvilo novo strateško partnerstvo s podjetjem Mitsubishi Electric

*Mitsubishi Electric Factory Automation* nadaljuje svojo dinamično širitev v regiji, predvsem so v ospredju države, ki so nastale na ozemlju bivše Jugoslavije. Hkrati pa se vzpostavlja trg tudi v Albaniji. 19. 9. 2011 je bil podpisan strateški sporazum z novoustanovljenim slovenskim podjetjem INEA RBT, d. o. o. Podjetje sta ustanovili INEA,

d. o. o., in Robotina, d. o. o., ki sta tudi uveljavljena distributerja za opremo podjetja Mitsubishi Electric. Naloga novonastalega podjetja bo razvoj in širitev trga tako v Sloveniji kot tudi v državah bivše Jugoslavije (Hrvaška, Srbija, Bosna in Hercegovina, Makedonija, Črna gora, Kosovo) in Albanije. S takim povezovanjem se bo oblikovalo

močno strateško partnerstvo, ki bo omogočilo še ambicioznejši in strukturiran razvoj trgov predvsem na področju opreme za avtomatizacijo. Na ta način se bo podjetje še bolj približalo lokalnim kupcem, kar je tudi eno izmed vodil novonastalega podjetja.

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



# The Development of a Hydrostatic Transmission for Self-Launching Gliders\*

Nils Elias THENENT

**Abstract:** In high performance gliders with self-launching capability, belt drives are commonly used to transfer power from the combustion engine to the propeller. For installation flexibility and flight safety reasons it could be advantageous to use a hydrostatic transmission instead. This paper describes the development of such a system at the Aachen University of Applied Sciences. An overview of today's powered gliders is followed by general and detailed considerations of the development process, including the design of a test stand. At the end examples of potential new glider designs are discussed.

**Keywords:** Glider, self-launching capability, hydrostatic transmission

## ■ 1 Introduction

Based on previous work by [Thenent and Dahmann 2011] on the development of a hydrostatic transmission for powered gliders, the present article gives some more insight into alternative propulsion system arrangements and glider lay-outs.

Today's high performance gliders can be equipped with a propulsion system, that allows independent take off, climb and cruise flight, but also ensures that the aerodynamic performance is not degraded during the gliding phase. Most common is a configuration consisting of a combustion engine, installed in the fuselage behind the cockpit, and a propeller mounted on a pylon that extends out of the fuselage. In the powered flight mode the propeller

disc is situated above and behind the cockpit. A belt drive is employed to transfer power from the engine to the propeller.

As there is no clutch to disconnect the engine shaft from the propeller, it is necessary to extend the propeller before starting the engine. The transition phase between the full extension of the propeller and the actual thrust generation puts the glider in an aerodynamically unfavourable configuration. Due to the drag generated by the propeller the sink rate increases by approximately 200% [DG Flugzeugbau GmbH 2005a]. That means, in case the engine does not rev-up, or the power transfer to the propeller breaks, the time available to identify a potential outlanding area is significantly reduced. This condition is further aggravated by the common practise to extend the propeller at an altitude

as low as possible. The regulations for glider Grand Prix stipulate that once the engine is used in flight, the respective glider is considered as if it performed an outlanding [International Gliding Commission 2010]. A decoupling of the engine shaft and the propeller would be desirable, to permit starting the engine without extending the propeller. This would avoid the drag penalty in the case of a drive train failure and might also avoid the loss of points in a competition. The pilot could start-up the engine at a higher altitude to increase the safety margin.

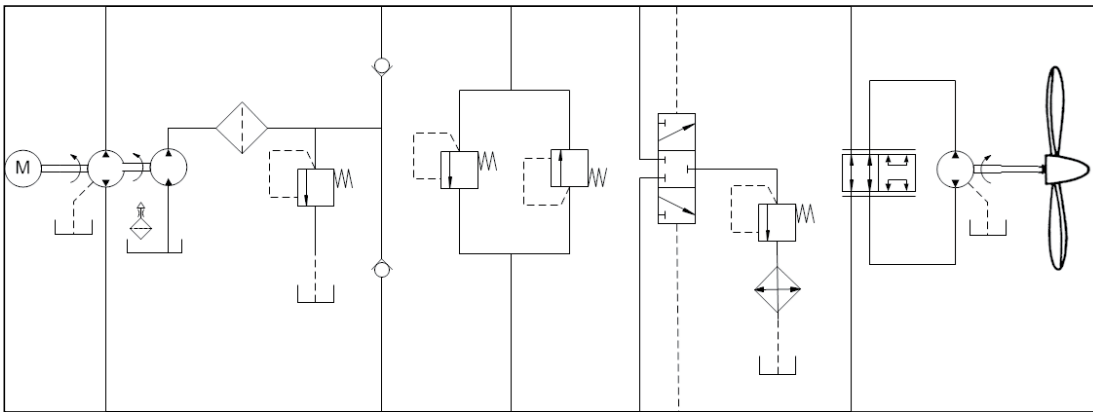
The current propulsion system configuration defines the propeller position by the combustion engine's place of installation. Due to the limited flexibility of the belt drive, the extended propeller needs to be situated in-line with the combustion engine shaft. With the very limited

Dipl.-Ing. (FH) Nils Elias Thenent<sup>1</sup>, M.Eng, Aachen University of Applied Sciences, Faculty of Aerospace Engineering Aachen, Germany

\* A previous version of this article has been published in the proceedings of the Scandinavian International Conference of Fluid Power '11 available under the ISBN 978-952-15-2517-9

<sup>1</sup> Now at the University of Bath, UK; N.E.Thenent@bath.ac.uk





pitch propeller is folded and completely stored in the nose cone. The excellent glide ratio proves the clean aerodynamic shape with the retracted propeller and closed cooling air intakes.

**Figure 1.** Principle layout of a hydrostatic transmission with idle circuit

space available in a high performance glider, the only position to install the engine is behind the cockpit. To ensure a clean aerodynamic shape for gliding, the propeller and the pylon need to be fully enclosed in the fuselage. So the available space in the aft fuselage limits the propeller diameter. For efficiency reasons a large propeller diameter would be desirable [Weinig 1940].

A hydrostatic transmission between the engine and the propeller has the potential to overcome the above mentioned disadvantages of the currently used belt drive transmissions. To decouple the engine from the propeller, a valve controlled idle circuit or a variable displacement pump or motor could be implemented. The flexibility of hydraulic hoses allows an installation of the hydro motor at nearly any position in the airplane. As the required reduction of rotational speed can be implemented by the appropriate displacement ratio between the pump and the motor, the propeller hub can be directly attached to the motor shaft.

**■ 2 An Overview of Powered Sailplanes**

The historical background for motor gliders is leisure flying, which still is the main application. The applicable certification specification is the EASA CS-22 [European Aviation Safety Agency 2003]. Although not reflected in the German aircraft registration regulations, there are two fundamentally different configurations and thus, purposes: high per-

formance and touring motor gliders. While members of the first category feature many characteristics of single engine propeller planes (Figure 2), the latter are characterized by their main purpose as a glider (Figure 3).

Table 1 shows some properties and performance parameters of typical motor gliders. While the Diamond Dimona, as a touring motor glider, has its engine installed in front of the cockpit, the DG 1000 T and the ASH 25 Mi make use of retractable propulsion systems with the engine installed directly on the extendable pylon or in the fuselage behind the cockpit, respectively.

The Stemme S10 features a unique propulsion configuration and capabilities. Although its engine is located behind the cockpit, the propeller is installed in front of the cabin. The side by side seating arrangement not only provides considerably more installation space, but also allows a shaft running through the cockpit between the two seats. Engine power is transferred from the engine to the propeller via this shaft. During the gliding phase the variable-

Touring gliders are typically used for cross country flying at moderate costs. Compared to a standard single engine aircraft their aspect ratio is high, which leads to a high aerodynamic quality. Therefore they achieve good flight performance even with a relatively small engine. Next to the Diamond Dimona (Figure 2) the Scheibe Falke family is very popular. One of the first touring motor gliders was the Fournier Sportavia RF-3, a single seater with a 29kW engine and a maximum take-off mass of 390kg. Its first flight was in 1963.

**2.1 High Performance Types**

While powered flight is the common mode for a touring glider, the high performance types are mainly operated in the gliding configuration. The energy provided by the engine is only used to assist in case there is no naturally rising air mass in reach, or for gliders with self-launching capability for take-off. As the engines are not designed for long-time operation, and the achievable range is larger, a saw-tooth flight profile is applied for engine assisted long range flights [Sachs et al. 2009, DG

**Table 1.** Motor glider properties and performance

	DG 1001 T [DG Flugzeugbau GmbH 2005b]	ASH 25 EB 28 and [Binder Binder]	Stemme S10 [Jackson 2008]	Super Dimona [Jackson 2008]
Type	Sustainer	Self Launching	Touring	Touring
Seats	2 (tandem)	2 (tandem)	2 (side by side)	2 (side by side)
Max. Power [kW]	22	45	85	85
Max. Take Off Mass [kg]	780	810	850	770
Wing Span [m]	18	28	23	16
Aspect Ratio	19	45	28	17
Max. Glide Ratio	1:45	1:60	1:50	1:27
Max. Climb Rate [m/s]	1,5	2,6	4,2	5,4



**Figure 2.** *Diamond Super Dimona, a popular representative of the touring category. Picture with kind permission of Diamond Aircraft [Diamond Aircraft]*

Flugzeugbau GmbH 2005a]. That means the airplane climbs with a high power-setting to a certain altitude, where the propeller is retracted and the flight is continued in the gliding configuration with a steady loss of altitude. At a minimum altitude the propeller is extended again and the sequence starts from the beginning with the powered climb.

Powered high performance gliders are based on conventional models that are modified to incorporate the propulsion system. Two types of propulsion system are currently the most common: the sustainer and the self-launching. The sustainer is mainly meant to avoid outlandings. Therefore its engine is relatively small and allows typical climb rates around 1,0m/s [DG Flugzeugbau GmbH 2005b]. The airplane has to

of altitude during this manoeuvre is not negligible and can vary between 70m and 140m.

In contrast, the self-launching glider's engine is powerful enough for a take-off without external assistance. The achieved climb rates are in the ballpark of 4m/s [DG Flugzeugbau GmbH 2005a]. A launch with a winch or a tow plane is still possible. Typical engines are two cylinders, two stroke reciprocating or single disc rotary types.

## 2.2 Motor and Propeller Installation

Both sustainer and self-launching types exhibit a similar configuration in the powered flight mode. The propeller is then located above the fuselage with the propeller disc behind the cockpit

be launched like a conventional glider, by means of a tow plane or a winch. To keep the system as simple and light as possible there are solutions without an electrical engine starter. In this case the engine has to be started using the windmilling effect of the propeller. The loss

(Figure 4). As the main focus of the research project is the development of a hydrostatic transmission for a glider with self-launching capability, the motor and propeller installation is exemplarily shown for the propulsion system of the ASK 21 Mi. Like most glid-

ers of this type, its engine is buried in the fuselage behind the cockpit. Particular is however the use of a single rotor wankel engine, which provides a maximum power of 40,4kW at 7750rpm.

The power transfer from the engine shaft to the propeller is realized by a toothed belt. Two tensioner pulleys assure the correct belt tension when the pylon is extended. The propeller has a diameter of 1,55m and is mounted on top of the aerodynamically covered pylon, which folds backwards into the fuselage. For pylon extension an electrical screw jack actuator is used. Engine cooling is assured by an air-liquid heat exchanger, installed downwind of the propeller pylon where it is exposed to the propeller slipstream. To accommodate the propulsion unit in the fuselage the structure is cut open behind the wing attachment and reinforced. This cut-out is closed during gliding by two engine compartment doors. They are opened while the engine is running. To retract the propeller the engine is shut-down and a catch makes certain that the propeller is correctly aligned with the pylon to fit into the engine bay. Then the pylon with the propeller and the engine oil cooler are retracted into the fuselage, and the engine compartment doors are closed.

While the direct mechanical connection between the propeller and the engine does not pose an obvious disadvantage on the ground, it can make an important difference in flight. As the engine can only started with the propeller fully extended, there is a period when the propeller is extended but does not produce any thrust: in fact it incurs significant drag. This leads to an increased sink rate by a factor of the three according to [DG Flugzeugbau GmbH 2005a]. In case the engine cannot be started while the propeller is extended, the probability of an uncontrolled landing is therefore increased. Hence, a mechanical decoupling would be desirable, to provide the pilot with the option to start the engine with the propeller still stored in the fuselage. Once stable engine



**Figure 3.** *ASW 29 high performance motor glider with its propulsion system retracted. Picture with kind permission of Alexander Schleicher GmbH & Co. Flugzeugbau [Alexander Schleicher GmbH & Co]*



**Figure 4.** ASK 21 Mi, glider with self launching capability showing its extended propeller. Picture with kind permission of Alexander Schleicher GmbH & Co. Flugzeugbau [Alexander Schleicher GmbH & Co]

operation is established and the pilot wants to switch to the powered flight mode, the propeller can be extended and as soon as positioned it can be coupled to the engine to generate thrust. The altitude loss can be reduced and the pilot has the option to start the engine before deciding to switch to the powered flight mode. Also, in case the engine does not fire-up, the time to find a suitable outlanding field is increased. Consequently, a hydrostatic power transmission with an idle circuit could increase the safety margin and help to reduce the number of accidents.

Next to the flight safety aspect, an enhanced flexibility in the overall propulsion system layout and therefore aircraft configuration is a good argument for a hydraulic power transfer. The compact shape of a hydraulic motor allows an installation wherever it is considered advantageous. As the cooling can be realized with a central heat exchanger, the motor integration is less problematic than for an electrical motor. According to [Drechsler] a propeller installation in the vertical stabilizer offers great potential. It allows a larger propeller diameter, thus increasing its efficiency. At the same time this location assures sufficient ground clearance without the need for completely re-designed landing gear.

### ■ 3 The Design Process for the Hydrostatic Transmission

Initially the goal is to optimize a closed loop hydrostatic transmission with fixed displacement pump and motor. A glider with self-launching capability seems best suitable to demonstrate the general system

feasibility. The intermittent engine operation suggests that a potential efficiency disadvantage would not be too problematic. An application for a sustainer type by contrast does not seem promising, as this type's main construction principles is simplicity. For a self-launching glider even the likely addition of mass is not necessarily a problem. As it is common practise to load water into the wings to increase the wing loading, minimizing the overall mass is not a main driver. More important is however the mass distribution, considering the limited load carrying capacity of the engine compartment, permissible center of gravity migration and the desire for a maximized water and passenger loading flexibility. Even current propulsion systems can negatively affect longitudinal stability by moving the centre of gravity rearwards. Adding more mass behind the cockpit would further aggravate this tendency.

Two methods shall be used for the preliminary and detailed design in parallel: Numerical simulation and experiments on a test stand. While the test stand is still in the build-up phase, the simulation provided useful understanding of the general system behaviour and gave valuable findings for the design of the test stand.

### 3.1 Design Requirements for a Hydrostatic Transmission

In high performance gliders the fuselage is highly cambered behind the cockpit. Therefore the space available is fairly limited, which already challenges propulsion system installation today. In comparison to a belt drive power transfer, that comprises the two main and two tensioner pulleys, a hydrostatic transmission requires more and, assumingly larger components. There is however space available to accommodate the hydraulic components. The propeller pylon offers installation opportunities for the heat exchanger. The valves should be assembled in a single block to keep the plumbing as short as possible. It is state of the art, that the hydraulic pump is directly mounted with an elastic coupling to the engine. The hydraulic motor should offer the possibility to directly attach the propeller to its shaft, as propellers are dynamically balanced and the aerodynamic forces act mainly in the axial direction. At the moment the installation space does not seem to limit the development of the hydrostatic transfer, but imposes the need for a system as compact as possible.

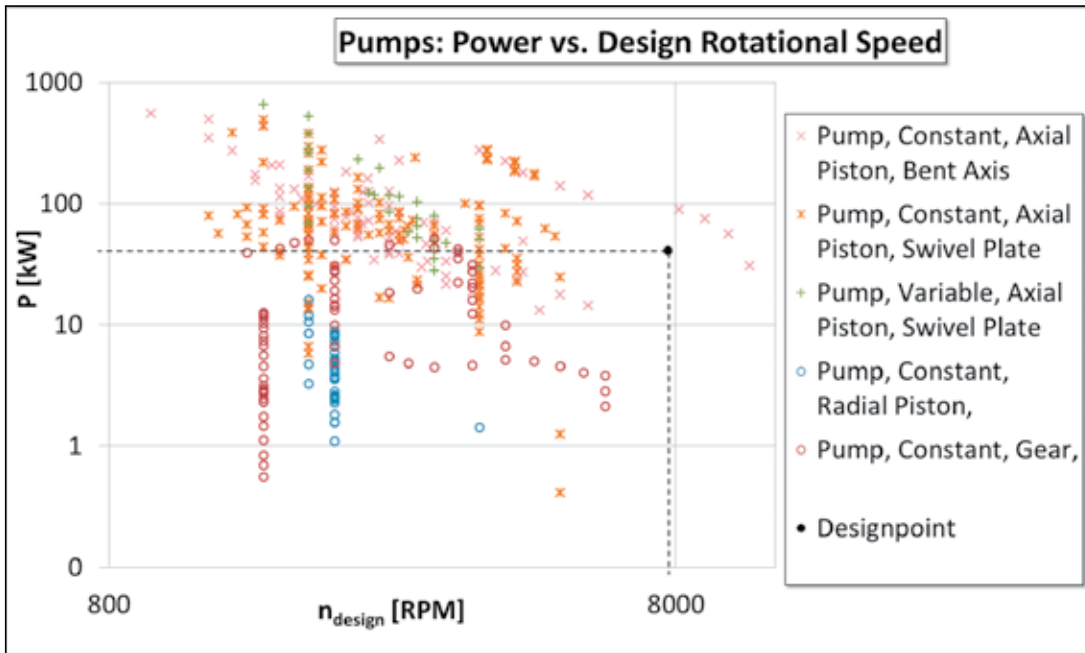
Starting point is a closed loop hydrostatic transmission with a fixed displacement pump and motor. As the glider manufacturer Alexander Schleicher is one of the project partners, the propulsion system applied in their airplanes sets the main design parameters (Table 2).

While the engine defines the maximum power and the input values to

**Table 2.** Basic performance parameters for the hydraulic transmission conception [Alexander Schleicher GmbH & Co 2007; Austro Engine GmbH 2008; EASA 2009]

$P_{\max}$	40,4kW
$RPM_{\text{in,max}}$	7750
$RPM_{\text{in,cont}}$	7100
$RPM_{\text{out,max}}$	3000





**Figure 5.** A selection of available pumps, as a function of shaft rpm and hydraulic power capability

available alternatives. The currently selected pump has a displacement of 10ccm per revolution. A shaft speed of 7750RPM results in a flowrate of around 75l/min. At a transferred power of 40kW, the pressure increase over the pump lies in the range of 320bar. To assure that the rotational speed of the propeller stays below 3000RPM, a 28ccm bent axis axial piston motor was selected.

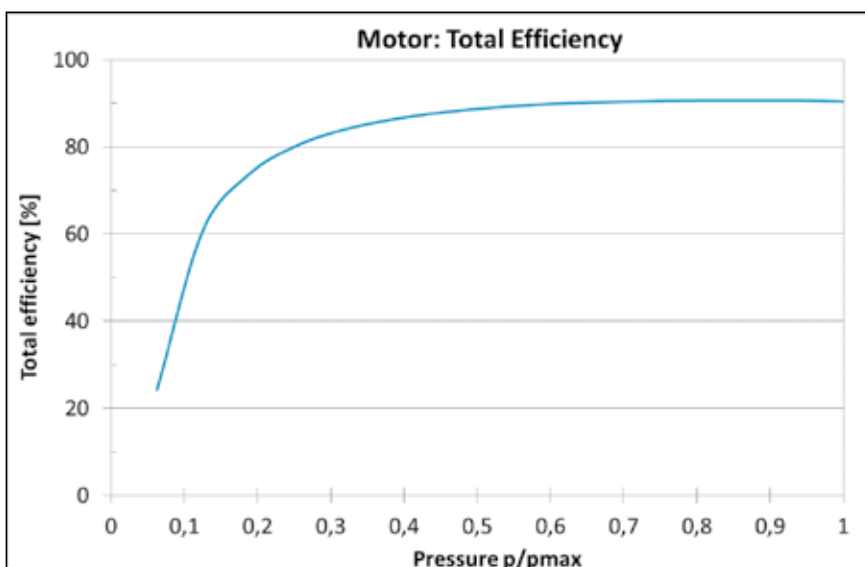
the transmission, such as maximum and maximum continuous rotational speed, the maximum output RPM is defined by the propeller.

As the availability of a suitable pump and motor is decisive for a potential realization, a market survey was carried out. Figure 5 shows the results for pumps as a comparison of design rotational speed and maximum power. Here, the design point is at 7750RPM and 41kW. Suitable pumps need to be to the right and above that point. It is obvious that only bent axis machines with a constant

displacement offer the required performance.

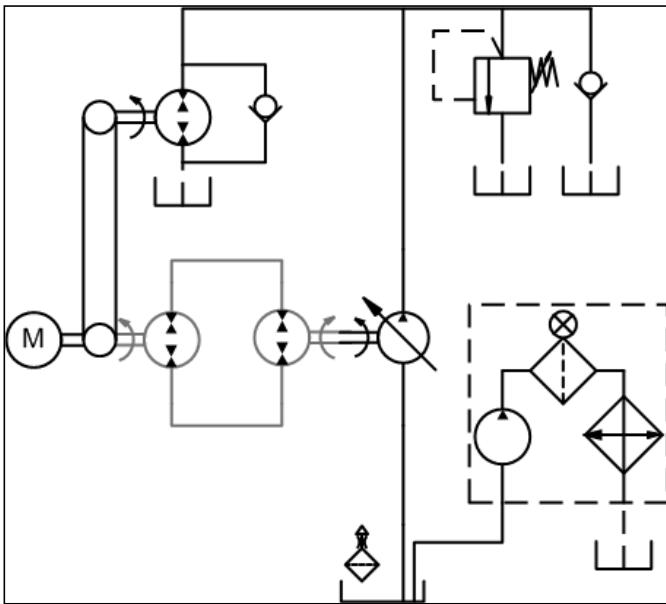
From the design requirements shown in Table 2 the fluid system parameters can be derived when selecting a suitable pump and motor. The flowrate depends on the pump's rotational speed and displacement. For a given power demand the required system pressure can then be calculated. As there are only certain displacements available, the system parameters cannot be selected freely. Especially the high rotational speed for the pump limits the number of

For industrial applications a system with a flowrate of 75l/min a reservoir of around would be chosen. But 300l means 240kg of oil – out of the question for a glider. Even mobile applications with closed loop systems require about 0,75min \* flowrate, which still would mean that the reservoir contains more than 55l of fluid. There are however, mobile systems by Honda (Honda HF Lawnmower with hydrostatic drive [Honda Deutschland 2011a] and the motorcycle Honda DN 01 [Honda Deutschland 2011b]) with no external reservoir at all. Especially the DN01 type is worth a closer look, as it covers the same power range as the propeller drive. For the hydrostatic propeller drive the goal is a fluid reservoir volume of 10l.



**Figure 6.** Exemplary function of the total efficiency of a motor vs. the relative pressure difference

The operation of powered gliders normally includes 3% powered flight time for take-off and climbing and 97% of gliding with the propeller being retracted. Therefore an expected efficiency disadvantage compared to a belt drive is not a real problem as long as there is enough power for climbing. In fact, due to the particular flight profile, it seems sufficient to maximise the efficiency for maximum continuous power operation. Hence, there is just one design point



**Figure 7.** Test stand schematic with the simplified hydrostatic transmission shown in grey

and the components can be optimised to this point.

Assumingly the two hydro-machines (pump and motor) have the highest impact on the overall system efficiency. *Figure 6* shows how the overall efficiency of the motor depends on the system pressure difference. At about 50% or more of the maximum pressure, the efficiency is around 85 to 90%. Similar values can be expected for the pump. As the rotational speed has a similar influence on the pressure difference, the selection of both components can greatly affect the overall performance of the transmission. The estimate is that a value of 80 to 85% is achievable for the hydrostatic propeller drive.

Apart from the above outlined technical boundary conditions, the system has to fulfil the requirements for powered sailplanes (JAR 22) [European Aviation Safety Agency 2003]. Leakage and the danger of fire are not acceptable and the cooler must be impact-proof.

### 3.2 Limitations and Drawbacks

There are some obvious hurdles that stand against the utilization of a hydrostatic transmission in a self-launching glider. One is certainly the

mass issue. Although, as stated above, one could justify a weight penalty for performance reasons, it still has negative influences on weight and balance considerations. The aim of 25kg for the complete hydrostatic power transfer might be hard to achieve.

Another factor is that while the belt drive is a relatively simple and efficient power transfer, a hydraulic system is a lot more complex and will lead to less available power at the propeller.

At a later stage, if the technical feasibility can be confirmed, certification requirements and costs may still stand against the planned application.

### 3.3 Test Stand

As mentioned above, work on the test stand is still in progress. Nevertheless, its setup and design shall be shown in the following passage. Derived from the general requirements for the hydrostatic transmission, the test stand was designed to provide a 45kW load at given rotational speeds, at the transmission input and output. To keep the consumed energy as low as possible it was decided to use a hydraulic brake that feeds the load back into the system. This way only the losses of the hydraulic systems need to be compensated by the driving electrical motor. The brake features an open circuit layout with a variable displacement pump and a constant displacement motor. An independent cooling and filtering unit is applied to assure thermal and contamination control. The pressure level in the braking circuit can be controlled by a motor driven pressure relieve valve. The de-

sign pressure of the brake is 200bar leading to a flow rate of 135ltr/min at 45kW.

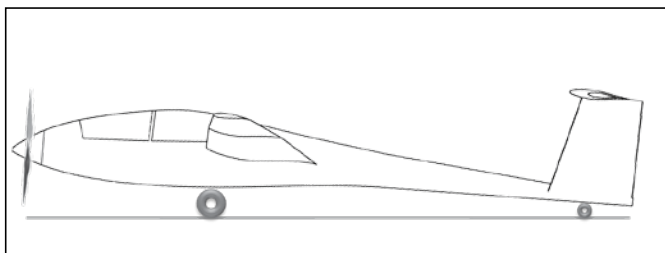
The load for the hydrostatic transmission (simplified in *Figure 7*) is applied by swivelling out the braking circuit's pump. Once the pump provides a flow rate sufficiently large to feed the brake motor, the pressure in the braking circuit builds up and the load is applied. The hydraulic brake power is recuperated by connecting the brake motor via a toothed belt to the input shaft.

To allow a detailed system analysis and, to identify parameters to increase the simulation model quality, a number of sensors are installed in the test stand. Reflecting the importance of the hydrostatic transmission's efficiency, there are torque and rotational speed measuring sensors attached to the pump and motor shaft. Additionally, there are transducers in place to determine hydraulic values, such as flow rates, pressures, fluid temperatures and the fluid level in the reservoir. Especially the flushing, case drain and charging flow rates and pressures are of interest, to determine the origin of power losses in the system.

To monitor the brake circuit the transferred hydraulic power is acquired by the flow rate and the system pressure. Temperature probes in the main line and in the reservoir provide redundancy to verify the function of the cooling circuit. A level sensor is coupled to the temperature probe in the reservoir. All in all there are nearly 30 sensors installed, including ambient temperature and motor and pump surface temperature transducers. The data representation is separated from control functions, to reduce the safety requirements for software programming. A touch screen allows the operator to switch between different visualization modes.

### 3.4 Simulation

To gather a general understanding of a system's behaviour, simulation offers the possibility to visualise sys-



**Figure 8.** Suggested configuration of a tandem seater high performance motor glider with propeller in the nose

tem parameters at any desired point. Furthermore simulation allows the variation of defined system properties and allows a systematic optimization. So far the simulation was primarily used to investigate the general system properties and to select appropriate components, such as valves. Therefore several models using generic parameters were set-up:

- A basic hydrostatic transmission
- A hydrostatic transmission combined with the braking circuit
- A basic thermo-hydraulic circuit

The thermo-hydraulic model gave a first insight into the software's capabilities and gave an idea of the required data for setting up a more advanced model at a later stage.

The basic transmission layout was limited to a one way power transfer, as there was no immediate model for a flushing valve available. The general system properties from the static design were confirmed.

Of particular interest for designing the test stand was to confirm the power transfer from the hydrostatic gear to the braking circuit and feedback through the belt drive. Especially the rotational speeds and torques of the pump and motor of the test specimen needed to be verified, to recognize in advance possible overload conditions. With an 80ccm braking pump the load applied can easily exceed the design load of 45kW. Therefore measures have to be taken in the test stand control to prevent an effective swivel plate angle of more than 63%. A very important aspect of the test stand design is the power feedback with the tooth belt drive. A usual test cycle will begin with accelerating the system to a certain rotational speed essentially

without load. In this condition the belt will transfer power to accelerate the freewheeling brake motor. Once the load pump's displacement is increased above a certain volume,

a load is very quickly applied to the hydrostatic gear. As the brake motor is now actually working in the motor mode, it feeds mechanical power through the belt drive to the input. It can be observed, that the direction of power transfer in the belt changes in a short time. This poses a great challenge to the belt drive design. A high power tooth belt was selected to increase the margin of transferable power. A measure to control the load is not only limiting the effective load pump displacement, but also limiting the speed of swiveling out.

#### ■ 4 Potential Glider Configurations

The increased flexibility of positioning the propeller independently from the combustion engine offers opportunities for a variety of unconventional aircraft configurations. Currently it seems that for competition and leisure flying there is no need to significantly change the proven configuration, maybe apart from a propeller installation in the nose.

However, if the desired flight profile differs from the mission of a self-launched high performance glider, the option to relocate the propeller and/or the engine can be advantageous. As the hydraulic transmission easily allows splitting the power, even the application of multiple smaller propellers driven by a single engine can be realized.

There are a number of aspects that need to be considered when selecting the position of the propeller. Among these are for example: propeller efficiency, crash behaviour, dangers to the pilot in case he or

she has to exit the cockpit in flight, noise, influence on the airplane aerodynamic during gliding, required structural reinforcements and consequences on weight and balance affecting longitudinal stability. The following subchapters give some ideas about potential configurations. The outlined characteristics are certainly not comprehensive, but they are meant to give an impression of the repercussions of the propeller installation.

#### 4.1 Propeller in Front of the Cockpit

Considering the propeller installation of today's high performance motor gliders, a nose mounted propeller would offer several, however not only, advantages.

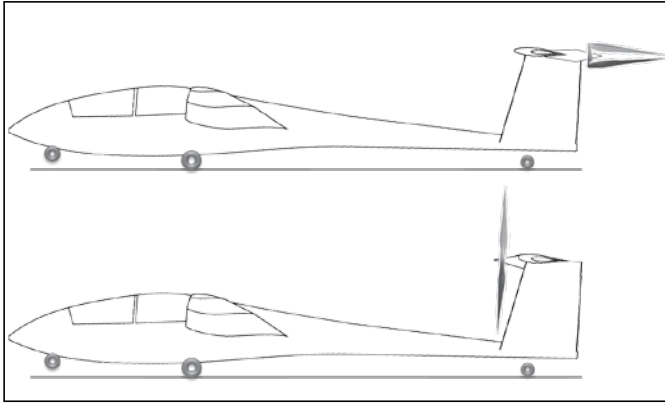
Mounting the propeller in the nose would apply the associated loads directly into the fuselage structure, avoiding their redirection through a propeller pylon. As the thrust vector would be directed through the airplane's center of gravity there would be less, if any, need for trimming the elevator in case of power setting changes.

Looking at the structure behind the cockpit, moveable air inlets could provide sufficient cooling for the engine. Therefore the fuselage cut out, which might still be necessary for engine installation purposes, can be closed by load carrying panels. This would lead to a closed profile again, which has a significantly higher torsional stiffness than an open profile.

*Figure 8* illustrates the need for a high landing gear to assure sufficient ground clearance for the propeller. A single main gear would no longer be suitable to avoid additional wheels with long struts on the wing for balancing. Consequently there would need to be two main landing gear legs, forming a wheel track as large as possible for stability reasons. The latter is particularly important considering the large wing span of high performance gliders.

To incorporate a foldable propeller,





**Figure 9.** Suggested configurations of a tandem seater with propeller installation in the tail

the nose section has to be strengthened and most likely extended. Due to the required modifications to the entire aircraft, it does not seem like an option to equip an existing high performance glider with such a propulsion system. Rather a complete new design or a particular derivate of a current model would be required.

The twin seater Stemme S10 (compare Table 1) is an example of a motor glider with a very high glide ratio and a propeller in the nose. Untypical for touring motor gliders, its engine is installed behind the cockpit. The power transfer to the propeller is realized by a carbon shaft running through a tunnel between the two seats [Stemme AG 2011]. There is also a glider with sustainer engine that makes use of a nose installed propeller. It is the electrically powered LAK 17b FES. In contrast to the S-10, its propeller is not completely covered in a nose cap during gliding, but folds backwards against the fuselage [Remschnig; Znidarsic].

## 4.2 Propeller in the Tail

There are examples of motor gliders with a propeller in the tail. Both positions, in front and aft of the empennage were realized. A vertical tail mounted propeller can be relatively large, as there is no need for a fuselage cut-out and ground clearance can be assured, just by the height of the vertical tail. In case of a propeller in front of the empennage ground clearance is not an issue at all. Installing the propeller in the tail has significant consequences for the tail

structure. The propulsive and reaction forces need to be directed through the fin into the fuselage. Looking at the intersection of the empennage with the rear fuselage tube (Figure 3), current designs feature a weak spot here.

Due to the short distance between the propeller and the lifting and control surfaces of the tail, it seems likely that power setting changes have an effect on the airplane's controllability and stability.

From an aerodynamic point of view, the installation aft of the stabilizer seems better. Here the propeller can be folded out of the free air flow to reduce its drag. The Sunseeker ultralight electric motor glider features a foldable propeller in the tail [Raymond].

At the Institute for Aircraft Construction (IFB) of the University in Stuttgart, Germany [Drechsler] two gliders with a propeller installation shown in Figure 9 were designed, built and flown. The Icaré II is an electrically powered high performance single seater with a 12kW motor and the propeller aft of the tail. Also electrically powered is the e-genius, which can be categorized as a touring motor glider. It features an electric motor on top and in front of the vertical tail.

## 4.3 Twin Prop

As a hydrostatic power transfer allows splitting the available power to two (or more) motors, a configuration featuring multiple propellers could be realized. Smaller propellers

could be utilized, to avoid some of the drawback of the configurations described above.

Like for the configuration shown in Figure 9 bottom, a foldable propeller could be used to lower the drag in the gliding mode.

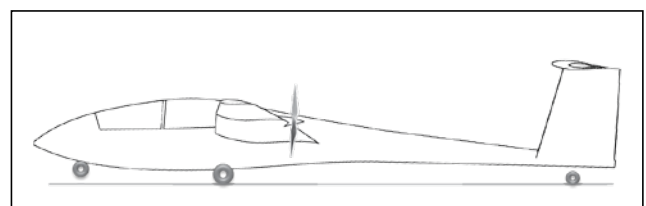
The AeroVironment Global Observer, a high altitude long range and endurance unmanned air vehicle (UAV), features an internal combustion engine with its power being distributed to four propellers [Putrich 2011]. In this case however, an electric power transfer is employed.

## 5 Outlook

Work on all above mentioned aspects is still in progress. This applies in particular to a more detailed simulation model and the completion and start of operation of the test stand.

To increase the quality of the simulation model several improvements are envisaged. The aim is to use four detailed models, each with characteristic values of the used components, by incorporating appropriate look-up tables. Two of which should be set-up in the normal simulation environment and the other two in the thermal simulation module, one of each reflecting the complete test stand installation, and one applying a combustion engine model and propeller characteristics on the load side.

Test stand operation will start once the build-up is completed. A control strategy to simulate the propeller load as precisely as possible must be developed and implemented. The initial focus of the experiments will be on the identification of power



**Figure 10.** Suggested configuration of a tandem seater with two propellers installed in the wing trailing edge

losses and the incremental reduction of the overall oil volume. Also, the possibilities to reduce the heat exchanger size and its aerodynamic drag are of interest.

Once the technical feasibility is demonstrated, certification requirements need to be taken into account more thoroughly. Durability and flight testing of a prototype will need to be prepared in close cooperation with the responsible authorities.

## References

- [1] Alexander Schleicher GMBH & CO. *Alexander Schleicher Homepage*. <http://www.alexander-schleicher.de/>. Accessed 30 November 2010.
- [2] Alexander Schleicher GmbH & Co. 2007. *Flughandbuch für den Motorsegler ASK 21 Mi Baureihe: ASK 21 Mi Kennblatt-Nr. EASA A 221*, Poppenhausen (Wasserkuppe). Austro Engine GmbH. 2008. *IA-E50R-AA Technical Data*, Wiener Neustadt.
- [3] 4 DG Flugzeugbau GmbH. 2005a. *Flughandbuch für den Motorsegler DG-808C. Muster: DG-800A Baureihe: DG-808C*.
- [5] DG Flugzeugbau GmbH. 2005b. *Flughandbuch für den Motorsegler DG-1000T*, Bruchsaal.
- [6] Diamond Aircraft. *HK36 Super Dimona. The Best of Two Worlds*. [http://www.diamond-air.at/bilder\\_multimedia201.html](http://www.diamond-air.at/bilder_multimedia201.html). Accessed 31 March 2011.
- [7] Drechsler, K.D.-I. *Institut für Flugzeugbau (IFB) Home Page*. <http://www.ifb.uni-stuttgart.de/>. Accessed 31 March 2011.
- [8] EASA. 2009. *EASA TYPE-CERTIFICATE DATA SHEET. AS2F1 series propellers*.
- [9] European Aviation Safety Agency. 2003. *Certification Specifications for Sailplanes and Powered Sailplanes. CS-22*.
- [10] Honda Deutschland. 2011a. *Aufsitzmäher. HF 1211*. [http://www.honda.de/garten/gartengerate\\_rasentraktoren\\_aufsitzmaeher\\_auswahl.php](http://www.honda.de/garten/gartengerate_rasentraktoren_aufsitzmaeher_auswahl.php). Accessed 31 August 2011.
- [11] Honda Deutschland. 2011b. *Human Friendly Transmission (HFT)*. [http://www.honda.de/innovation/sicherheit\\_technik/sicherheit\\_human\\_friendly\\_transmission.php](http://www.honda.de/innovation/sicherheit_technik/sicherheit_human_friendly_transmission.php). Accessed 31 August 2011.
- [12] International Gliding Commission. 2010. *Rules for Sailplane Grand Prix*.
- [13] Jackson, P.A., Ed. 2008. *Jane's All the World's Aircraft 2008-2009*. Jane's Information Group.
- [14] Putrich, G. 2011. *Global Observer makes first hydrogen-powered flight*. <http://www.flightglobal.com/articles/2011/01/12/351752/global-observer-makes-first-hydrogen-powered-flight.html>. Accessed 31 March 2011.
- [15] Raymond, E. *Solar Flight Home Page*. <http://www.solar-flight.com/>. Accessed 31 March 2011.
- [16] Remschnig, G. *LAK. Hochleistungssegelflugzeuge*. <http://www.lak17.at/>. Accessed 30 March 2011.
- [17] Sachs, G., Lenz, J., and Holzapfel, F. 2009. *Sägezahnflug-Optimierung zur Maximierung der Reichweite von Motorseglern mit Klapptriebwerk*. Deutscher Luft- & Raumfahrtkongress 2009.
- [18] Stemme AG. 2011. *Stemme Home page*. <http://www.stemme.de/daten/d/index.html>. Accessed 31 March 2011.
- [19] Thenent, N.E., and Dahmann, P. 2011. Hydrostatic Propeller Drive. In *The Twelfth Scandinavian International Conference on Fluid Power. Proceedings of the Conference*, H. SAIRIALA AND K. T. KOSKINEN, Eds., 217–227.
- [20] Weinig, F. 1940. *Aerodynamik der Luftschaube*. Springer, Berlin.
- [21] Znidarsic, L. *FES - Front Electric Sustainer*. <http://www.front-electric-sustainer.com>. Accessed 30 March 2011.

## Razvoj hidrostatičnega pogona za samognana jadralna letala

### Razširjeni povzetek

Prispevek navaja možnost zamenjave klasičnih jermenskih prenosov v samognanih jadralnih letalih s hidrostatičnimi prenosimi. Prednost hidrostatičnih prenosov je v večji fleksibilnosti in varnosti, kar je za letalstvo ključnega pomena. Pri jermensko gnanih propelerjih je velik problem s prostorom za namestitev pogonskega motorja in jermena. Naslednji problem pri uporabi jermenskega prenosa je zagon motorja. Pri jermenskem prenosu se običajno ne uporablja sklopka in propeler se začne vrteti istočasno z motorjem, kar povzroča nevšečnosti pri ogrevanju motorja. Hidrostatični pogon premesti obe opisani težavi. Propeler je lahko direktno pritrjen na hidravlični motor, pogonski motor pa je v tem primeru lahko nameščen kjerkoli na prostem mestu v trupu letala. Povezava med pogonskim motorjem/črpalko in hidravličnim motorjem je izvedena preko gibkih cevi, ki omogočajo popolno lokacijsko neodvisnost hidravlične črpalke od hidravličnega motorja. Prispevek predstavlja delovanje propelerskega pogona štirih različnih, na trgu dostopnih jadralnih letal na konvencionalni jermenski pogon.

Razvojnoroaziskovalno delo predstavljenega projekta hidrostatičnega pogona letala je sestavljeno iz numeričnih simulacij delovanja ter dejanskih meritev na preizkuševališču. Dejstvo je, da hidrostatični pogonski sistem propelerja vsebuje več sestavnih elementov kot jermenski prenos. Izhodišče za projektiranje omenjenega hidrostatičnega

pogona je zaprt hidravlični tokokrog s hidravlično črpalko in motorjem s konstantno iztisnino. Posebnost, ki jo je potrebno omeniti, je zelo visoka vrtilna hitrost pogonske gredi črpalke, tj. 7750 vrt./min., in njena zahtevana pogonska moč (41 kW). Tema dvema zahtevama zadosti le aksialno-batna izvedba črpalke z nagibnim bobnom. Enaka konstrukcijska izvedba je bila izbrana tudi za pogonski hidravlični motor propelerja. Naslednja zanimiva posebnost prototipa hidrostatičnega pogona letala je v zelo majhnem rezervoarju, tj. rezervoar z volumnom 10 l. Skupni izkoristek hidrostatičnega pogona letala je med 80 in 85 %. Ta je odvisen predvsem od karakteristike izbrane hidravlične črpalke in motorja. Glede na zahteve evropske letalske varnostne agencije (JAR 22) mora hidrostatični pogon letala zadostiti zahtevam proti puščanju hidravlične kapljevine v povezavi s požarno varnostjo ter zahtevam glede vpliva hladilnika. Pri snovanju pogona je bila ena izmed zahtev, da vse sestavine hidrostatičnega pogona letala ne smejo preseči teže 25 kg. V času pisanja tega prispevka je avtor sestavljal preizkuševališče, tako da rezultatov preizkušanj še ni. Preizkuševališče je zasnovano po principu vračanja energije nazaj v sistem. Elektromotor mora dodati le toliko energije, kot je bilo izgubljene zaradi mehansko-hidravličnih, volumetričnih in ostalih izgub v sistemu.

**Ključne besede:** jadralno letalo, zmogljivost pogona, hidrostatični pogon

### Acknowledgement

The author would like to thank the project partners Alexander Schleicher Flugzeugbau (Poppenhausen, Germany), GL Hydraulics (Aachen, Germany) and the IFAS of the RWTH Aachen (Germany) for their support, and the German Federal Ministry of Education and Research for the project funding.

 **JAKŠA**  
MAGNETNI VENTILI

od 1965

- 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  
T (0)1 53 73 066, F (0)1 53 73 067, E info@jaksa.si



# A new design for a water hydraulic cylinder

Heinrich HOCHLEITNER, Jörg EDLER

**Abstract:** Water is used as a fluid in hydraulic systems in order to comply with environmental and/or safety regulations. The high costs, compared to oil hydraulics, are a result of using corrosion-resistant materials. Furthermore, the lifetimes of the dynamic seals are reduced, because the lubricating effect of the fluid is missing. This paper, presents a new construction of a water hydraulic cylinder, which does not show the above-named disadvantages.

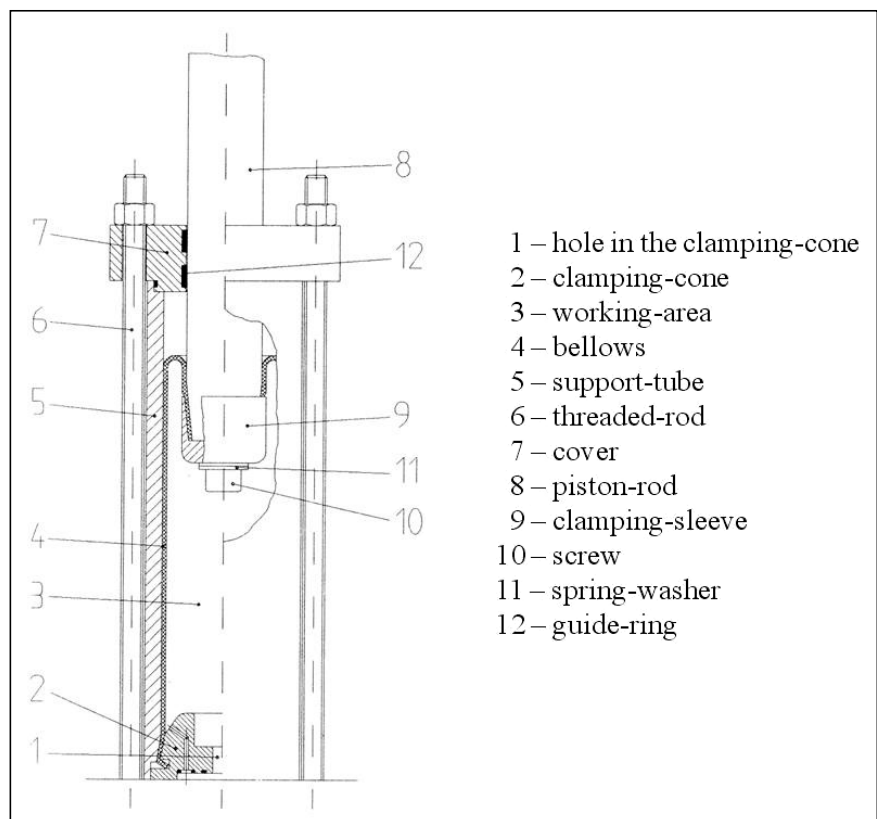
**Keywords:** Hydraulics, water hydraulics, hydraulic cylinders, design

## 1 Introduction

The presently-used hydraulic cylinders regarding water hydraulics have a cost disadvantage of about 3:1 compared to conventional oil hydraulic cylinders. One reason for this high cost is that most of the components must be manufactured from corrosion-resistant material, so as to be resistant to water, as the fluid in the hydraulic system.

Based on a study conducted by Mark HAINZL Industrial Systems, a service-life of two million cycles at a load of 140 bar is defined as the objective target. This pressure of 140 bar results from the fact, that all other components in water hydraulics (pumps, valves, etc.) are also designed for this pressure. A load of 100 bar at two million load cycles was defined as a minimum target. A test-bench was used in order to check the defined goals, where two hydraulic cylinders could be tested simultaneously. Control of the two hydraulic cylinders is possible with

Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Heinrich Hochleitner, Dipl.-Ing. Dr.techn. Jörg Edler; both Graz University of Technology, Institute of Production Engineering

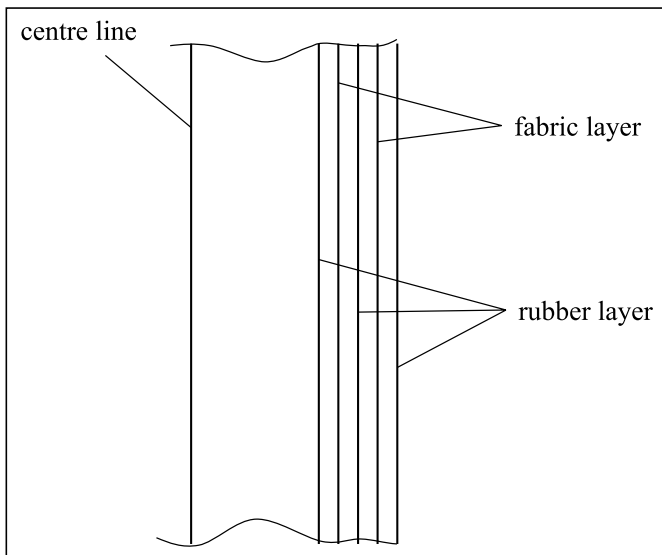


**Figure 1.** Construction of the hydro-cylinder

either a servo or with a 3-way proportional pressure-reducing valve. Another option for controlling the hydro cylinders, is a 4/4 way valve.

The innovative part of the designed cylinder is the use of a bellows within the working space of the cylinder.

This minimizes any contact of the fluid with the cylinder. It is possible to produce the piston-rod and cylinder of conventional materials and the dynamic seal between the piston and the cylinder's surface, can be omitted [1].



**Figure 2.** Construction of the air-bellows

■ **2 Construction**

Figure 1 shows the bellows-cylinder as a single-acting hydraulic cylinder. The hydraulic fluid passes through a hole (1) in the clamping cone (2) into the working area (3), which is limited by the bellows (4). The support tube (5) is designed for absorbing the radial compressive forces and limits the lateral extent of the bellows. The

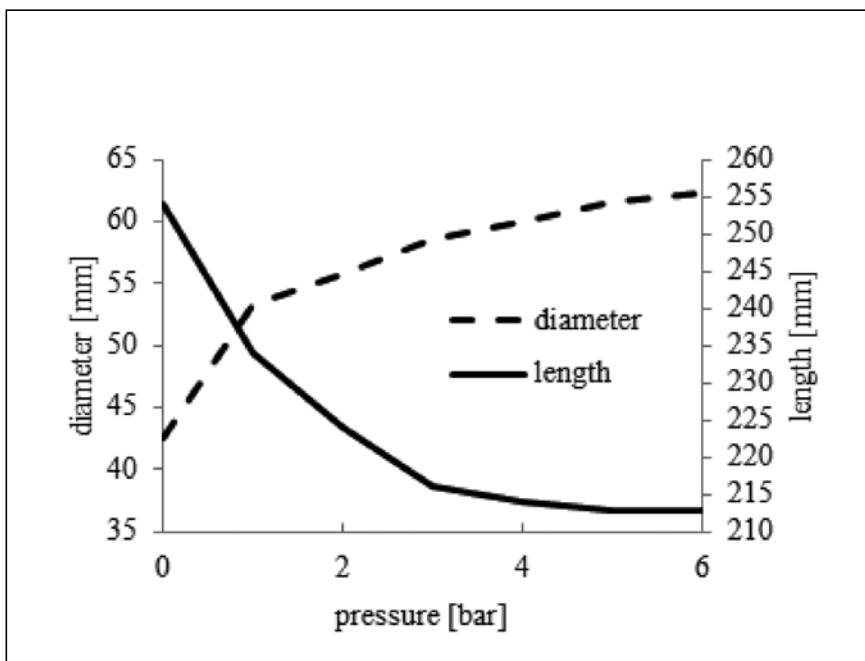
whole pressure acts on the bellows in axial direction and the bellows rolls off between the support tube and the piston rod. The clamping force between the support tube/clamping cone is applied by four threaded-rods (6) on the support-tube. The clamping of the bellows between the piston rod (8) and clamping-sleeve (9) is done by a screw (10). Two spring-washers (11) are necessary, in orders to keep the preload force of the clamping upright. The guidance of the piston is realized by two guide-rings (12), which are fixed in the cover (7). No dynamic seals are required because of self-sealing the bellows between the support tube/clamping-cone and the rod/bushing.

The bellows are produced by CON-TITECH air-spring systems and are used as light air-actuators in several industrial applications. The advantage of these air-bellows is their simple design, low space requirements, lateral flexibility, simple installation, simultaneous vibration isolation and low-cost. Since air actuators have no moving parts and seals, there is no static friction (stick-slip effect) [2]. The bellows, as shown in Figure 2, are made of two fabric layers acting as carrier materials, inside and outside rubber layers and rubber between the two fabric layers.

A bellows was loaded with compressed air in order to investigate the expansion characteristics of the bellows under pressure, a bellows was loaded with compressed air. The change in diameter and length of the bellows as a function of the pressure was investigated (Figure 3).

Based on the results, the support pipe of the hydro-cylinder was dimensioned with an inside diameter of 55 mm. This ensures, that the flexible membrane touches the support tube at a pressure of 2 bar.

One tube (tube B) was roughened on the inner surface in order to assess any influence of the surface roughness on the support tube (see Table 1). Experiments shows that in those areas where the bellows rolls on



**Figure 3.** Expansion behaviour of the bellows

**Table 1.** Roughness [ $\mu\text{m}$ ] of the inner support tube's surface

	$R_a$	$R_{z,D}$	$R_{z,l}$	$R_{z,J}$	$R_{m,D}$	$R_{m,J}$	$R_t$
tube A	0.23	3.28	4.01	5.91	4.34	6.06	4.56
tube B	4.48	24.8	28.2	30.35	30.06	32.37	30.06



**Figure 4.** Wear of the bellow

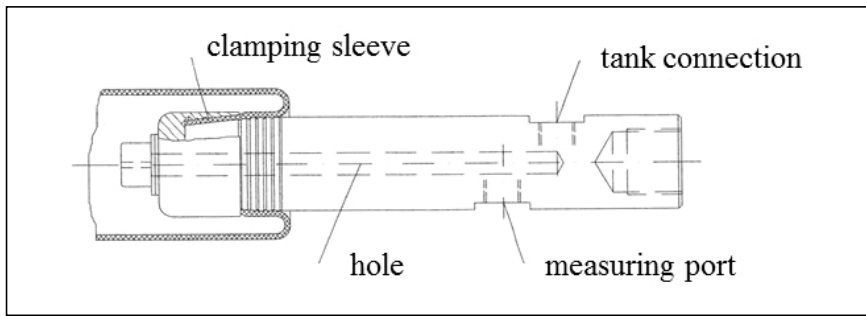


Figure 5. Piston-rod

the support pipe an increased wear occurs on the surface of the bellows (Figure 4).

Through a hole in the piston rod (see Figure 5), the measuring connector ( $p, t$ ) at the end of the piston rod is supplied with the pressure medium. A second connection is provided for a tank pipe. The resulting circulation is used for cooling the pressure medium at small strokes or zero strokes.

### 3 Test-rig and test procedure

The test-rig in Figure 6 was designed so that the two test units, directly attached to the valve block, can be operated in parallel. Test unit 1, hydro-cylinder A, is pressurized by a cylinder using an external force. Test unit 2, hydro-cylinder B, is supported by the piston-rod to a bracket and, therefore, the piston has no stroke (zero stroke).

It is possible to use a 3-way proportional pressure reducing valve instead of the servo valve in order to keep the pressure in the test unit constant (Figure 6 shows the variant with servo valves). The test cylinder is operated by load control. Bubble memories are placed in front of the servo valves in order to pressure fluctuations in the supply line (Figure 6 and 7).

The following points were determined:

#### Test unit 1 (hydro-cylinder A)

- Burst pressure
- Stiffness of the bellows-type hydro cylinder
- Endurance strength due to dynamic load application

mic load application

- Frequency dependence on the load application
- Lifetime of the bellows as a function of constantly controlled-pressures and strokes.
- Selected test series to determine differences between water and oil as fluid

#### Test unit 2 (zero-stroke, hydro-cylinder B):

- Dynamic pressure loads with different pressure amplitudes
- Determination of surface roughness influence

## 4 Results

### 4.1 Burst pressure

During the three carried out experiments, the bursting pressure was determined between 190 and 192 bar (Table 2). The safety, when using up to 140 bar, is thus 1.36. The producer value for these bellows is 225 bar. This value was indicated by CONTITECH air suspension systems.

### 4.2 Spring rate and spring stiffness

Three different substrate materials of the bellows (polyamide, polyester and aramid) were used in order to determine the spring characteristics. The bellows-cylinders with the aramid support material had the highest spring stiffness. The cylinder with polyester as backing material had a slightly lower stiffness, but would be satisfactory for many applications. The lowest stiffness was achieved by the polyamide support material.

### 4.3 Endurance strength

The first experiments were carried out at test units 1 and 2 at 140 bar.

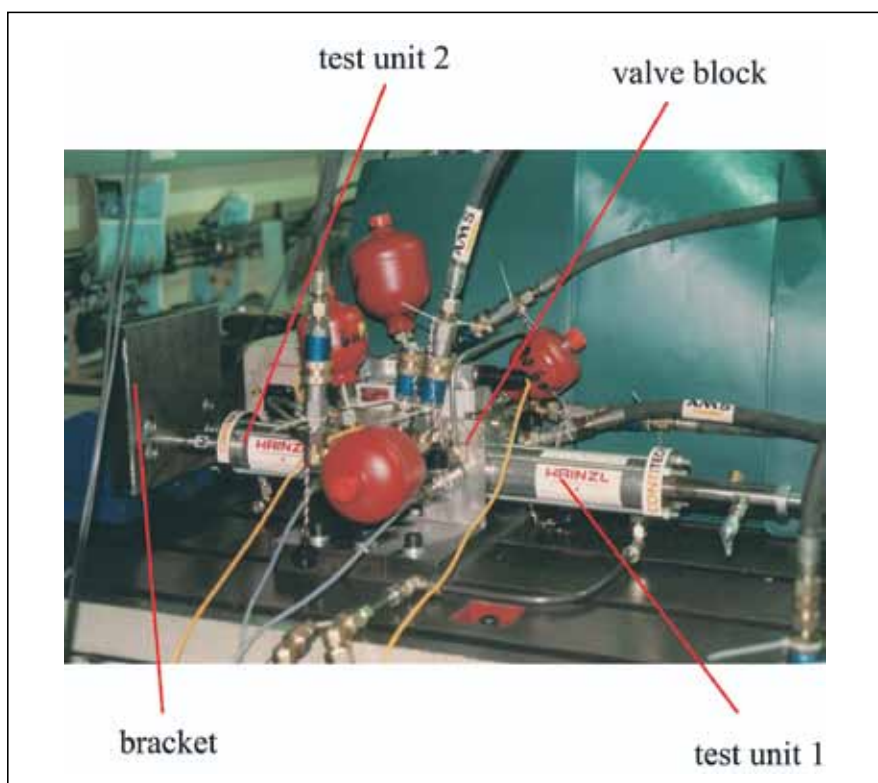


Figure 6. Test-rig



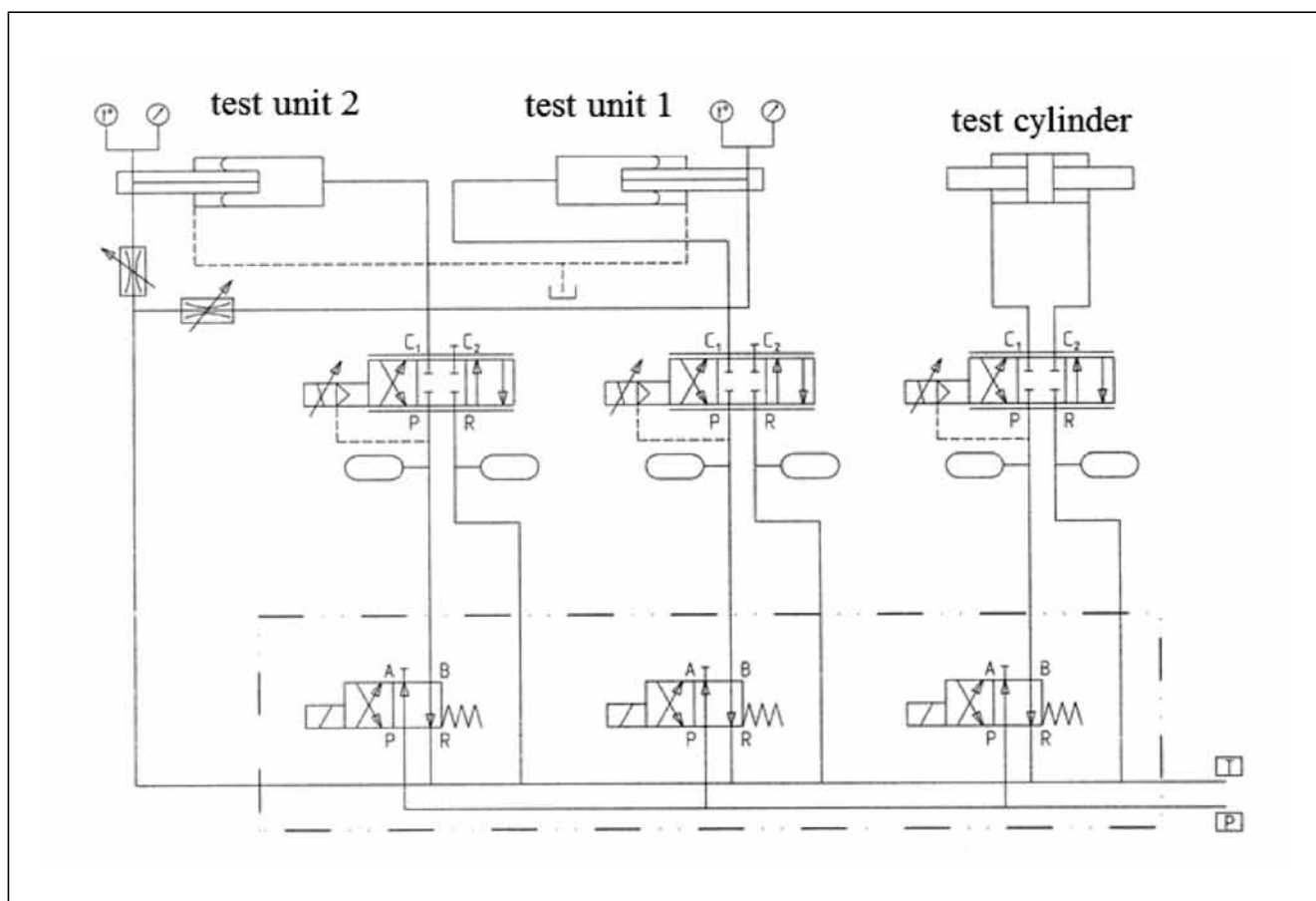


Figure 7. Hydraulic diagram

Table 2. Burst pressure

	producer burst pressure [bar]	determined burst pressure [bar]
test 1	225	190
test 2	225	190
test 3	225	192

Then the maximum load was reduced from trial to trial. The results of the individual experiments are

summarized in a diagram (Wöhler curve, Figures 9 and 10).

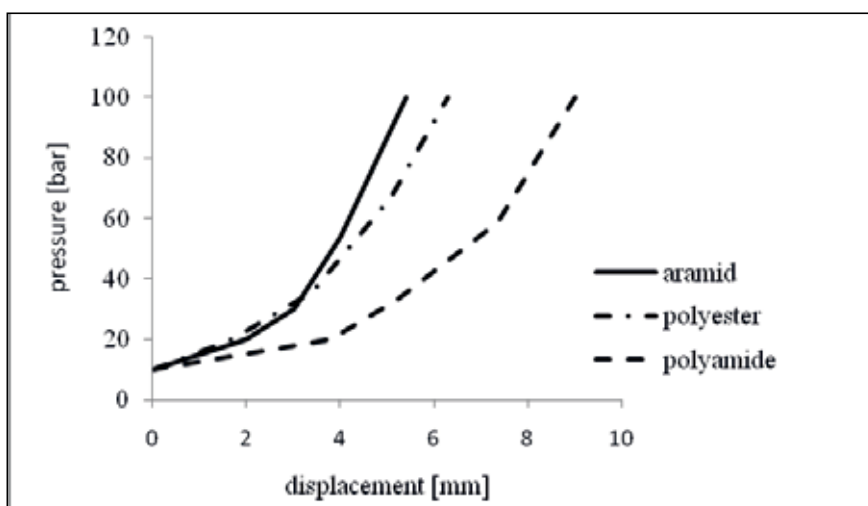


Figure 8. Spring rate

In cooperation with HAINZL industrial systems, it was agreed that an achievable number of two million load cycles would be sufficient to determine a test as positive. If this limit was reached before the bellows failure, the test would be aborted. The frequency of the applied load was higher than would occur in practice under normal operating conditions. The reason was due to the reduced trial period.

The experiments with test unit 1 resulted in a maximum load of 50 bar in order to achieve the predetermined limit of two million cycles (Table 3). By increasing the load, the tolerable number of cycles fell dramatically (Figure 9 and 10). The experiments with zero stroke (test unit 2) resulted in a maximum pressure of 60 bar (Table 4).

### 4.3.1 Test unit 1

The experiments with test unit 1 were performed at a frequency of 3 Hz and a stroke of 16 mm. This ensured that a point of the bellows-

**Table 3.** Summary of experiments with test unit 1

$p_{max}$ [bar]	load cycle		
	polyamide	aramid	polyester
50	2000000	-	-
55	1700000	-	-
60	284000	382000	1648000
66	135000 168000	-	-
100	1626 8055 9500 10478 11376 14500	-	18000 21000
120	1460 2100 2640	-	-
140	1180 1210 1240	-	-

**Table 4.** Summary of experiments with test unit 2

$p_{min}/p_{max}$ [bar]	load cycles			
	1 Hz	2.5 Hz	5 Hz	10 Hz
6/66	-	-	2000000	-
6/76	-	-	408000	-
6/86	-	-	32500	-
6/100	-	-	4260 8500 9500 12600	4100
6/140	350	300 1070 1100	990 1240 1500	1100

surface rolls from the support tube up to the piston rod.

### 4.3.2 Test unit 2

The experiments with test unit two were conducted at frequencies of 1, 2.5, 5 and 10 Hz.

### 4.3.3 Failure causes

The failure causes were on the bellows in both experiments, respectively. The bellows were leaking because of the high-load. The reason for this leakage was not the failure of the fabric layers, but the failure of the rubber layer [3].

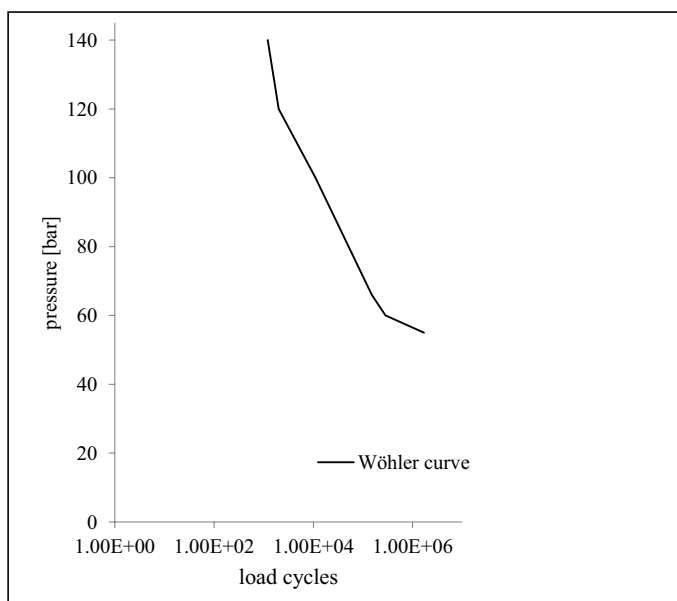
## 5 Conclusion

The two million load cycles could not be achieved with the available manufacturing technology for bellows. A change of the fabric-layer material did not significantly improve the life-time of the bellows.

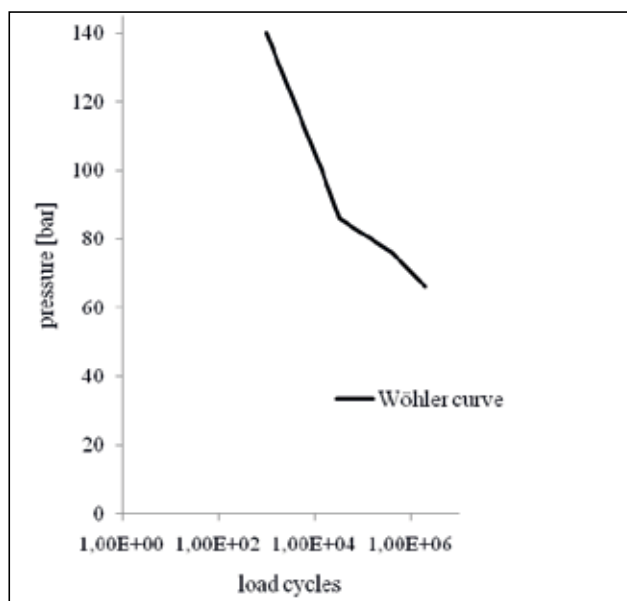
New bellows with four fabric layer are made to prevent the pressing of the rubber layer through the fabric layer. Whether this modification could increase the life time should show up in new tests.

## References

[1] Tammisto Jyrki, Mattila Jouni, Irving Mike, Siuko Mikko, Vile-



**Figure 9.** Wöhler curve



**Figure 10.** Wöhler curve (zero-stroke)

nus Matti. Radiation effects on friction and leakage properties of water hydraulic seals. *Scandinavian International Conference on Fluid Power*, 10: 229-238, 2007.

[2] S. Wetzel, E. Bock. Tap water hydraulics, a challenge for seal technology. *Eureka-Factory-Projekt, Wasserhydraulische Antriebssysteme – HYDRA*, 36-54, 2000.

[3] H. Hochleitner, J. Edler. Construction and testing of a hydraulic cylinder for water hydraulics. *Fluid Power 2011*, Maribor, 93-102, 2011.

## Nova zasnova hidravličnega valja za vodno hidravliko

### Razširjeni povzetek

Na nekaterih področjih industrije se kot tekočina v hidravličnih sistemih uporablja voda. Takšni področji sta na primer živilska industrija, kjer vodo kot tekočino uporabljajo zaradi okoljskih predpisov, ali pa rudarstvo zaradi varnostnih predpisov. Voda kot medij pa postavlja posebne zahteve glede načrtovanja hidravličnih komponent. Tako je potrebno za vsak sestavni del komponente, ki je v stiku z vodo, uporabiti materiale, odporne na korozijo. Dodatno pozornost je potrebno nameniti dinamičnim tesnilom. Zaradi pomanjkljivega mazalnega učinka vode se življenjska doba dinamičnih tesnil drastično skrajša.

V prispevku je predstavljena alternativna zasnova hidravličnega valja, ki omenjene pomanjkljivosti vsaj delno odpravlja. Delovni prostor predlagane izvedbe omejuje valjast meh, ki v stiku z vodo ne kaže nobenih negativnih posledic. Za vodenje batnice se uporabljajo vodilni obročki, zato dinamična tesnila niso več potrebna. Tako zasnovan valj je bil testiran na namenskem preskuševališču. Z določitvijo porušitvenega tlaka je bila določena največja dovoljena obremenitev valja. Poleg tega je bil valj preskušán tudi s trajnostnimi testi, z različno velikimi tlaki, da se določi njegova življenjska doba. Tako je mogoče opraviti primerjave med novo zasnovanim valjem in običajnimi valji, ki se uporabljajo na področju vodne hidravlike.

**Ključne besede:** hidravlika, vodna hidravlika, hidravlični valj, načrtovanje

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

# MOOG

**Zakaj radialno-batne visokotlačne črpalke MOOG?**

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

**ZASTOPA IN PRODAJA**  
**DDT commerce d.o.o.**  
 Pavšičeva 4  
 1000 Ljubljana  
 Slovenija  
 tel.: +386 1 514-23-54  
 faks: +386 1 514-23-55  
 e-pošta: ppt\_commerce@siol.net



**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 železarnah in lesni industriji, v letalih in napravah za simulacijo vožnje.**

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



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







# Simulacija inverterskega vira toka in postopka varjenja MIG/MAG

Marjan GOLOB

**Izveček:** Dinamične lastnosti so zelo pomembne za učinkovito delovanje vira toka varilne naprave, vendar pogosto niso bile obravnavane v povezavi z dinamičnim obnašanjem elektroobločnega procesa varjenja. Prispevek predstavlja problematiko razvoja inverterških izvorov varilnega toka, ki temelji na metodah modeliranja in simulacij. Simulacijski model inverterškega izvora varilnega toka s tokovnim regulatorjem je izveden v povezavi s simulacijskim modelom varilnega procesa MIG/MAG. Hkratna simulacija obeh modelov izpostavlja prednosti simulacijskih metod pri hitrem razvoju strojne in programske opreme novih varilnih naprav.

**Ključne besede:** modeliranje in simulacija, elektroobločno varjenje, izvor varilnega toka, inverterški močnostni izvor varilnega toka

## ■ 1 Uvod

Če želi proizvajalec varilnih naprav ostati konkurenčen na trgu, mora obvladovati hiter proces razvoja tako strojne kot programske opreme varilnih naprav. Pri tem je zelo pomemben kratek čas realizacije projekta od ideje do novega izdelka na trgu. Čas razvoja novega izdelka je možno skrajšati z obvladovanjem novih tehnologij hitrega razvoja prototipov in modernih simulacijskih tehnik. Z razvojem računalniške tehnologije so se simulacijske tehnike uveljavile tudi na področju razvoja varilnih tehnologij in varilnih naprav. Simulacijski modeli na osnovi različnih matematičnih modelov [1], [2] se uporabljajo za analizo elektroobločnih postopkov varjenja in za potrebe razvoja regulacijskih algoritmov inverterških izvorov varilnega toka [3], [4], [5].

V prispevku je predstavljen primer uporabe simulacijskih modelov izvora varilnega toka in simula-

cijskih modelov procesa varjenja v skupnem simulacijskem okolju. Opisan je matematični model varilnega postopka MIG/MAG, ki je osnova za simulacijski model procesa varjenja. Temu smo dodali simulacijski model DC-DC-pretvornika s polnim mostičnim vezjem v programu Matlab/Simulink, ki omogoča analizo delovanja inverterškega izvora varilnega toka in razvoj tokovnega regulatorja inverterškega vezja s pulzno širinsko modulacijo (ang. Pulse Width Modulation – PWM).

Povezava obeh modelov je primerna za izvedbo koncepta delnega vključevanja strojne opreme v simulacijsko zanko (ang. Hardware-in-the-Loop Simulation – HIL) in koncepta pospešenega razvoja (ang. Rapid-Prototyping – RP) regulacijskih algoritmov izvorov varilnega toka [6], [7]. Za obe metodi je značilna uporaba simulacijskih modelov posameznih gradnikov pri razvoju prototipov naprav, programske opreme in tudi novih tehnoloških postopkov, na primer novih postopkov elektroobločnega varjenja. Koncept HIL omogoča razvoj in testiranje prototipov krmilnikov varilnih naprav v simulacijskem okolju, kjer je simuliran izbrani proces varjenja.

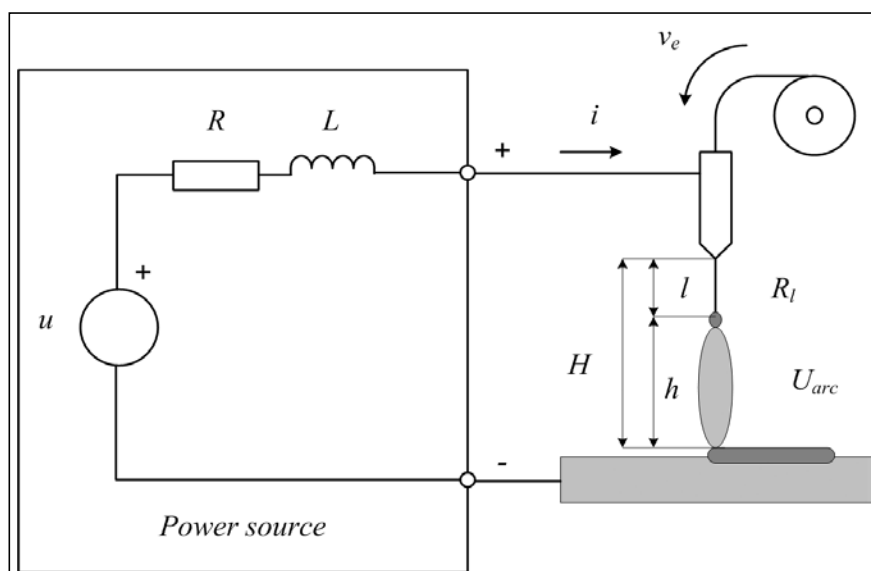
Poglavitna prednost tega koncepta je nadzorovano simulacijsko okolje, v katerem je možno vključiti zahteve različnih varilnih procesov, motilne signale in šume merilnih signalov, simuliranje različnih režimov delovanja in druge spremembe procesa, ki so pomembne za delovanje naprave.

V nadaljevanju je najprej predstavljen matematični model elektroobločnega postopka varjenja MIG/MAG, ki predstavlja osnovo simulacijskega modela procesa varjenja. Sledi opis simulacije inverterškega izvora varilnega toka, izvedenega z mostičnim vezjem DC-DC. Oba modela, simulacijski model elektroobločnega postopka varjenja in simulacijski model inverterškega izvora varilnega toka, smo združili v skupni simulacijski shemi. Uporabnost simulacijskih rezultatov predstavljamo s primerom regulacije toka inverterškega izvora z diskretnim PI-regulatorjem.

## ■ 2 Matematični model elektroobločnega postopka varjenja MIG/MAG

Postopek varjenja MIG/MAG je eden od temeljnih postopkov

Izr. prof. dr. Marjan Golob, univ. dipl. inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko



**Slika 1.** Električni tokokrog procesa elektroobločnega varjenja s taljivo elektrodo

elektroobločnega spajanja materialov in je v številnih raziskavah dobro opisan. Za potrebe simulacij pri razvoju varilnih naprav smo se omejili na matematične modele, ki zadovoljivo opisujejo dinamično obnašanje procesa varjenja. Električni varilni vir toka in sam proces elektroobločnega varjenja lahko obravnavamo kot enostaven električni tokokrog, predstavljen na *sliki 1*.

Električni močnostni vir varilne naprave je predstavljen kot napetostni vir z znano napetostjo  $u$ , ki jo obravnavamo kot vhodno veličino modela. Parametra električnega izvora sta njegova induktivnost  $L$  in notranja upornost  $R$ , izhodna veličina modela izvora pa je varilni tok  $i$ . V primeru elektroobločnega postopka varjenja z dodatnim materialom se oblok vzpostavi med varjencem in taljivo elektrodo, ki jo dodajamo s hitrostjo  $v_e$ , za kar poskrbi podajalna naprava. Elektroda se dodaja v obliki varilne žice iz zlitine, ki ima svojo specifično upornost  $\rho$ . Na osnovi te, preseka elektrode  $A$  in razdalje dela elektrode od mesta izgorevanja do mesta električnega stika s šobo varilne pištole  $l$  lahko izračunamo upornost dodatne elektrode  $R_l$ . Med varjenjem se med elektrodo in varjencem ustvari električni oblok, ki je fizikalno gledano zapleten pojav. V številnih, v veliki večini empiričnih raziskavah so električni oblok avtorji obravnavali na različne načine, kjer so bolj ali

manj natančno opisali odvisnost napetosti električnega obloka  $u_{arc}$  od parametrov, kot so dolžina obloka  $h$ , lastnosti zaščitnih plinov v primeru postopka varjenja MIG/MAG, vrste prenosa taline ipd. V primeru električnega tokokroga na *sliki 1* lahko predpostavimo, da so veličine  $u$ ,  $R$ ,  $L$ ,  $\rho$  in  $A$  neodvisne veličine oziroma parametri modela, veličine  $i$ ,  $l$ , in  $u_{arc}$  pa odvisne veličine v enačbi:

$$u = R \cdot i + L \frac{di}{dt} + i \cdot R_l + u_{arc}$$

Upornost dodatne elektrode  $R_l$  lahko obravnavamo kot vsoto dveh delov: upornosti nestaljene elektrode (prosti konec žice dolžine  $l_s$ ) in upornosti kapljice (dolžine  $l_d$ ), ki predstavlja vnos materiala iz elektrode na varjenec. Z upoštevanjem obeh dolžin lahko spremenljivko  $l$  zapišemo kot vsoto  $l = l_s + l_d$ . Spreminjanje dolžine kapljice  $l_d$  je zapleten fizikalni pojav, ki potrebuje posebno obravnavo. Dinamika spreminjanja nestaljene elektrode  $l_s$  pa je odvisna od hitrosti podajanja elektrode  $v_e$ , od hitrosti taljenja elektrode  $v_m$  in od hitrosti vertikalnih pomikov pištole  $v_c$ , ki so lahko posledica nemirne roke varilca. Definiramo lahko razdaljo  $H$  med kontaktom pištole in varjencem. Če zanemarimo dolžino kapljice ( $l_d$  je 0 in  $l = l_s$ ), lahko izračunamo dolžino obloka  $h = H - l$ . Ob nemodelirani dinamiki rasti kapljice ( $l_d$  je 0) je potrebno opisati še pojav taljenja dodatne varilne elektrode in pojav

spreminjanja napetosti električnega obloka.

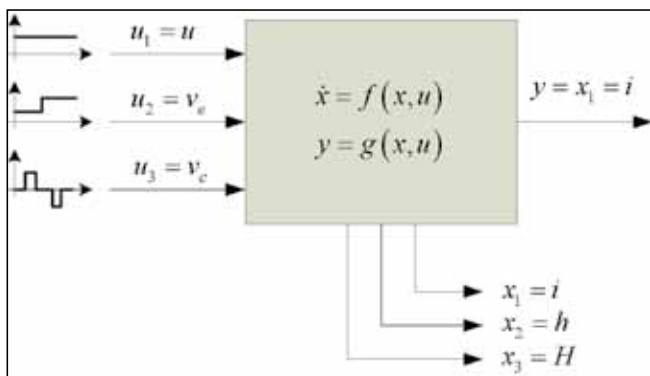
Električni oblok nastane med procesom varjenja med elektrodo in varjencem. V primeru pozitivne napetosti na kontaktu varilne pištole predstavlja vrh elektrode anoda in zvar na varjencu katoda. Enostaven model napetostnih razmer v obloku lahko zapišemo kot vsoto treh napetosti. Napetost  $u_{a+c}$  predstavlja vsoto dveh padcev napetosti: napetosti zaradi procesa nastanka kapljice na vrhu elektrode (anoda ima + potencial) in napetosti zaradi tvorbe zvara na varjencu (katoda ima - potencial). Padec napetosti samega obloka izračunamo iz napetosti zaradi električne poljske jakosti  $E$  in dolžine obloka  $h$  ter padca napetosti, ki je odvisen od upornosti  $R_{arc}$  in varilnega toka  $i$ . Predvsem napetost  $u_{a+c}$  je odvisna od načina prenosa materiala (kratkostični, pršiči, ...), procesa rasti kapljice, velikosti kapljice in drugih vplivov. Za potrebe naših simulacij obravnavamo  $u_{a+c}$  poenostavljeno, kot konstantno vrednost. Napetostno enačbo električnega tokokroga na *sliki 1* zapišemo kot:

$$u = R \cdot i + L \frac{di}{dt} + i \cdot \frac{\rho}{A} \cdot l + u_{a+c} + E \cdot h + i \cdot R_{arc}$$

V delu [8] je podrobno opisan postopek modeliranja elektroobločnega procesa varjenja, ki upošteva nelinearni model hitrosti taljenja elektrode in model spreminjanja napetosti električnega obloka. Različne študije, na primer [9], [10] in [11], obravnavajo fizikalni fenomen odtaljevanja elektrode. V njih avtorji predlagajo različne empirične enačbe, ki opisujejo odvisnost talilnega učinka od varilnega toka. Ob upoštevanju modela talilnega učinka in hitrosti odtaljevanja elektrode dobimo enačbo za hitrost spreminjanja dolžine obloka:

$$\frac{dh}{dt} = k_1 \cdot i + k_2 \cdot i^2 \cdot l - v_e - v_c$$

ki upošteva hitrost odtaljevanja elektrode kot nelinearno karakteristiko toka. Empirični konstanti  $k_1$  in  $k_2$  sta



**Slika 2.** Blokovna predstavitev matematičnega modela elektroobločnega procesa varjenja s talilno elektrodo, zapisanega v prostoru stanj

podani za določen tip varilne žice oziroma glede na vrsto dodatnega materiala. Raziskave [9] so pokazale zanemarljiv vpliv vrste zaščitnega plina na talilni učinek.

Model na osnovi enačb (1), (2) in (3) lahko zapišemo v prostoru stanj in pri tem uvedemo tri spremenljivke stanja: varilni tok  $x_1 = i$ , dolžino obloka  $x_2 = h$  in razdaljo med kontaktom pištole in varjencem  $x_3 = H$ . Ob upoštevanju treh vhodnih spremenljivk  $u_1 = u$ ,  $u_2 = v_e$  in  $u_3 = v_c$  in ene izhodne veličin  $y = x_1$ , kot je grafično prikazano na *sliki 2*, dobimo nelinearni model procesa, zapisan v prostoru stanj:

$$\frac{dx_1}{dt} = \frac{1}{L} \cdot \left( u_1 - R \cdot x_1 - \frac{\rho}{A} \cdot x_1 \cdot (x_3 - x_2) - u_{arc} - E \cdot x_2 - x_1 \cdot R_{arc} \right)$$

$$\frac{dx_2}{dt} = k_1 \cdot x_1 + k_2 \cdot x_1^2 \cdot (x_3 - x_2) - u_2 - u_3$$

$$\frac{dx_3}{dt} = u_3$$

$$y = x_1$$

Nelinearni model procesa elektroobločnega varjenja z dodatno elektrodo (4) ne upošteva pomembnih fizikalnih pojavov, kot so nastanek in rast varilne kapljice, odcepitev kapljice od elektrode in prelet varilne kapljice preko obloka, kakor tudi ne vplivov številnih parametrov, na primer materiala varilne žice, spremembe temperature varilne žice, vrste zaščitnega plina in drugih. Razumevanje in modeliranje teh pojavov je cilj naših nadaljnjih raziskav. Pri izbiri modela za potrebe načrtovanja regulacijskih sistemov je potrebno upoštevati pravo razmerje med kompleksnostjo modela na eni strani in možnostjo realizacije modela v simulacijski obliki na drugi strani.

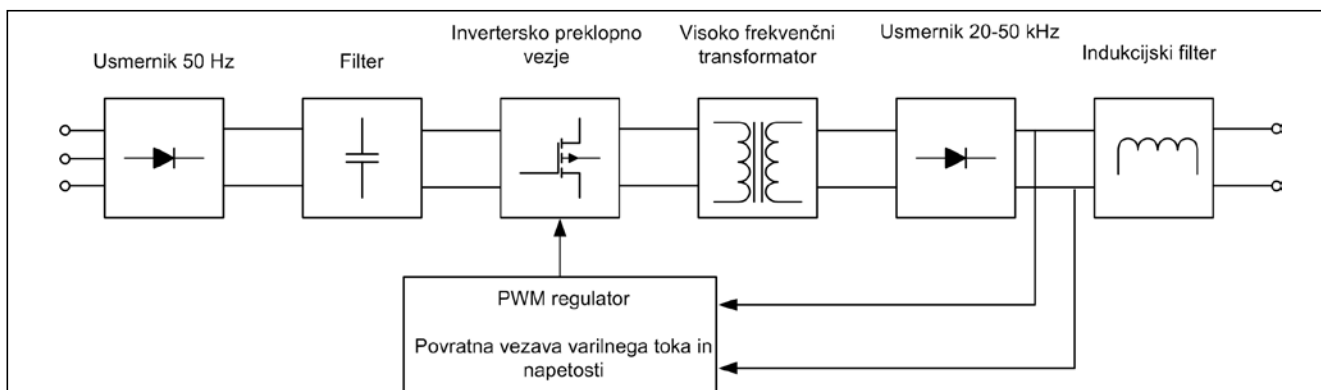
### 3 Simulacijski model inverterskega izvora varilnega toka

Inverterski izvor varilnega toka je predstavljen na *sliki 3*. Sestavljajo ga naslednji gradniki: usmerniško vezje, ki izmenično omrežno napetost usmeri in filtrira, invertersko preklopno vezje, ki enosmerni signal razsmeri na višjo frekvenco, visokofrekvenčni feritni transformator, visokofrekvenčni usmernik in indukcijski filter. Pogosto so inverterska preklopna vezja izvedena kot DC-DC-pretvorniki s

polnim mostičnim vezjem. Stikalna vezja v polnem mostiču so izvedena z močnostnimi elektronskimi elementi, kot so na primer tranzistorji MOSFET in IGBT. Stikalna vezja krmilimo z mikroračunalniško podprtimi krmilnimi vezji, ki jih imenujemo pulznoširinski (ang. Pulse Width Modulation – PWM) regulatorji. Za simulacijo elektronskih vezij se uporabljajo namenski simulacijski programi, kot so na primer MultiSim, PowerSim, SPICE in drugi. Programi omogočajo analizo delovanja posameznih elementov in vezij, niso pa primerni za povezovanje simulacijskih shem elektronskih vezij z aplikacijami zunaj področja močnostne elektronike.

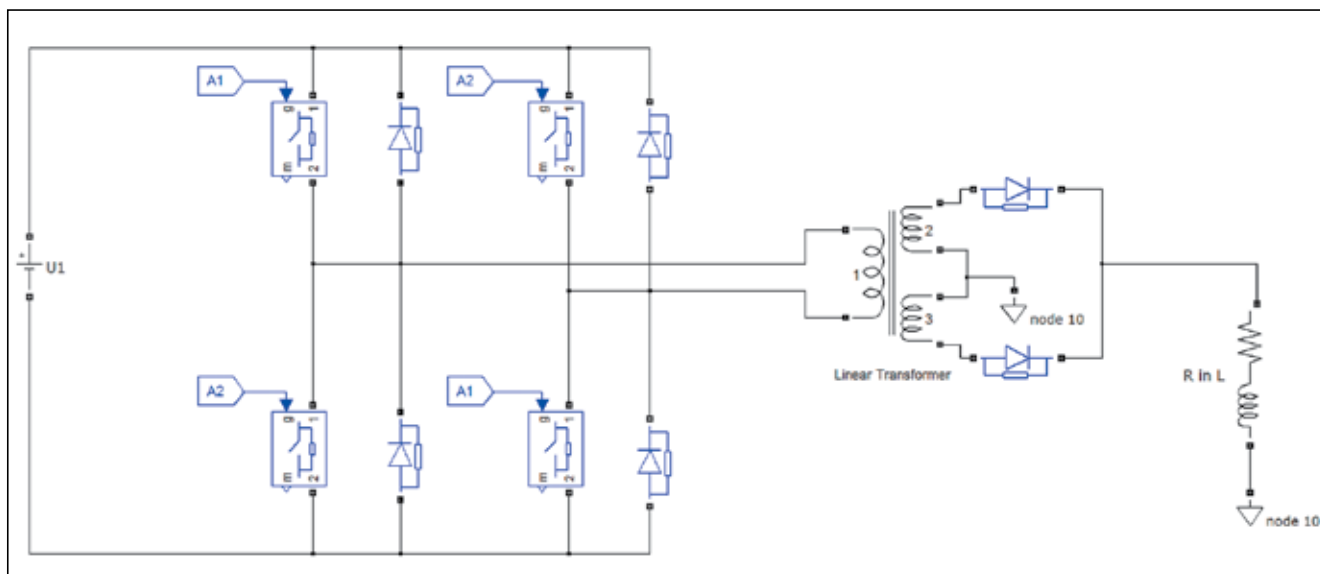
Zato smo se odločili simulirati invertersko elektronsko vezje v programu Matlab Simulink, kar nam omogoča uporaba simulacijskih blokov iz Simulink knjižnice SimPowerSystems. Najpomembnejši element inverterskega izvora varilnega toka je invertersko preklopno vezje, izvedeno s polnim mostičem. Simulacijska shema enofaznega polnega mostiča, izvedena s simulacijskimi elementi SsimPowerSystem v simulacijskem okolju Simulink, je predstavljena na *sliki 4*.

V shemi smo uporabili osnovne elemente – idealna preklopna stikala in linearni transformator. V knjižnici so na voljo tudi zahtevnejši elementi, kjer lahko nastavimo številne parametre iz specifikacij konkretnih močnostnih elektronskih elementov in transformatorjev.



**Slika 3.** Električna blokovna shema inverterskega izvora varilnega toka





Slika 4. Simulacijska shema inverternega preklopnega vezja v izvedbi polnega mostiča DC-DC-pretvornika

#### ■ 4 Simulacija inverternega izvora varilnega toka in postopka varjenja MIG/MAG

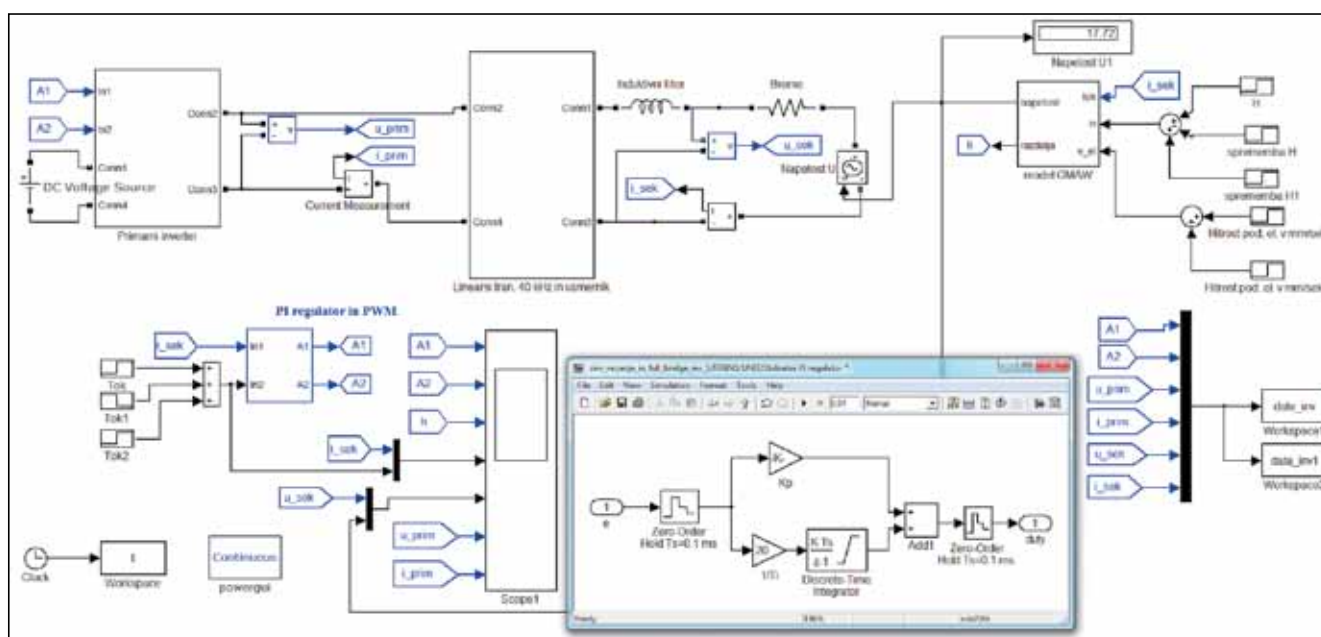
Oba modela, simulacijski model postopka varjenja MIG/MAG in simulacijski model inverternega izvora varilnega toka, smo združili v skupni simulacijski shemi. Simulacija nam omogoča opazovanje medsebojne odvisnosti obeh modelov, saj je obremenitev inverternega izvora varilnega toka odvisna od izhoda simulacijskega modela postopka varjenja. Na ta način simuliramo

delovanje izvora varilnega toka pri različnih načinih krmiljenja varilnega toka (enosmerni tok, pulzni tok, ...) in hkrati opazujemo spreminjane razmer na procesu varjenja (dolžina obloka, hitrost taljenja elektrode, ...). Povezava obeh modelov je zelo uporabna pri načrtovanju strukture in parametrov regulatorja izvora varilnega toka. Na sliki 5 je predstavljena simulacijska shema v okolju Simulink, kjer so v regulacijsko zaprto zanko povezani model močnostnega izvora varilnega toka, model elektroobločnega postopka varjenja in regulator varilnega

toka. Slednji je izveden kot diskretni proporcionalno-integralni (PI) regulator z enostavno strukturo, prikazano v samostojnem bloku simulacijskega modela na sliki 5.

Parametri, uporabljeni v simulacijah, so predstavljeni v preglednici 1.

Na sliki 6 so predstavljeni časovni poteki signalov simulacije, kjer smo s PI-regulatorjem regulirali kot odprtja (*duty*) na polnem mostiču inverterja varilnega izvora. Pri tem smo predpostavili konstantno hitrost varjenja na avtomatski varilni napravi in na-



Slika 5. Simulacija inverternega izvora varilnega toka in modela procesa varjenja MIG/MAG. Izvedena je regulacija varilnega toka z diskretnim PI-regulatorjem.

**Tabela 1.** Parametri modela elektroobločnega procesa varjenja, uporabljeni v simulaciji

Parametri procesa varjena	
$R$ – upornost električnega izvora	0,015 $\Omega$
$L$ – induktivnost električnega izvora	18 $\mu\text{H}$
$\rho$ – specifična upornost elektrode	0,1 $\Omega/\text{m}$
$d$ – premer elektrode	1,2 mm
$E$ – konstanta električne poljske jakosti	0,675V/m
$U_{a+c}$ – konstanta anodne in katodne napetosti	11,7 V
$R_{arc}$ – upornost obloka	0,022 $\Omega$
$v_e$ – hitrost podajanja varilne žice	5–10 m/min
$K_1$ – konstanta taljenja varilne žice	0,4147 m/As
$K_2$ – konstanta taljenja varilne žice	7,5e-5 ( $\text{A}^2\text{s}$ ) <sup>-1</sup>

stavili začetno razdaljo med varilno pištolo in varjencem  $H$  na 16 mm in začetni tok 25 A. Začetna vrednost dolžine prostega konca žice  $l$  je 10 mm, zato znaša začetna dolžina obloka  $h$  6 mm. Spremembe vseh treh dolžin med izvajanjem simulacije so izrisane v prvem grafu slike 6. Z modro barvo smo označili razdaljo med varilno pištolo in varjencem  $H$ , z vijoličasto barvo dolžino prostega konca žice  $l$  pri varjenju MIG/MAG in z oranžno barvo dolžino električnega obloka  $h$ . Pri času  $t = 1$  ms smo simulirali spremembo referenčne vrednosti varilnega toka s 25 A na 200 A, kar je razvidno na drugem grafu slike 6. Čas vzorčenja v zanki tokovnega regulatorja smo nastavili na 100 $\mu\text{s}$  in PI-regulator s primerno izbranimi parametri  $T_i$  in  $K_p$  v parite-

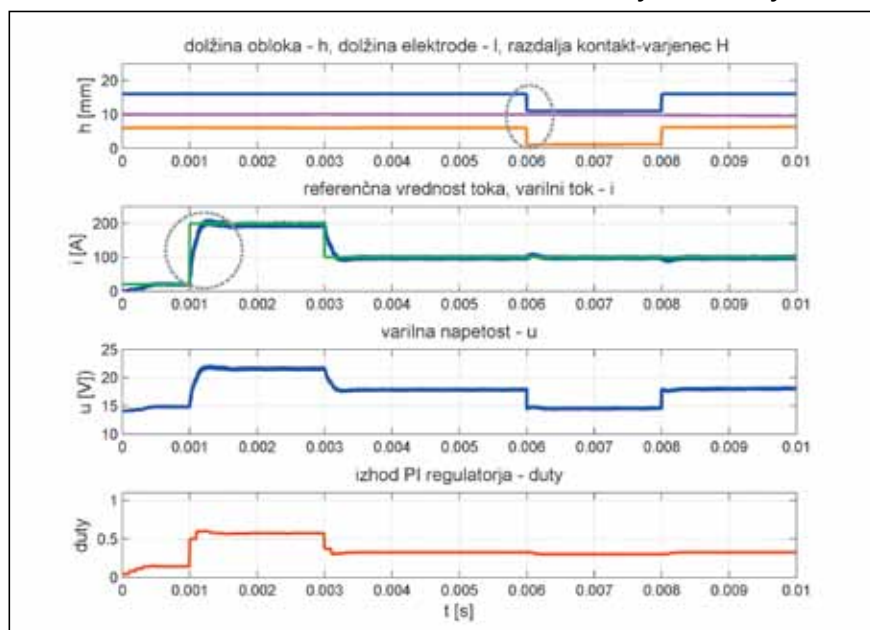
racijah izračuna novo vrednost odprtosti *duty* stikal na polnem mostiču simuliranega DC-DC-pretvornika. Odziva varilnega toka in varilne napetosti sta prikazana z modro barvo v drugem in tretjem grafu slike 6. Pri negativni spremembi referenčnega toka z 200 A na 100 A, simulirani v 3 ms, so odzivi podobni. V drugi polovici simulacije smo simulirali premik razdalje med varilno pištolo in varjencem  $H$  za 4 mm, ki je lahko posledica giba varilca. Spremembo obravnavamo kot motilni signal, na katerega se je PI-regulator ustrezno odzval z dinamično kompenzacijo spremembe toka. Prehodni pojavi so stabilni, prenehaj je minimalen in čas izravnave sprejemljivo kratek.

Za razumevanje delovanja inver-

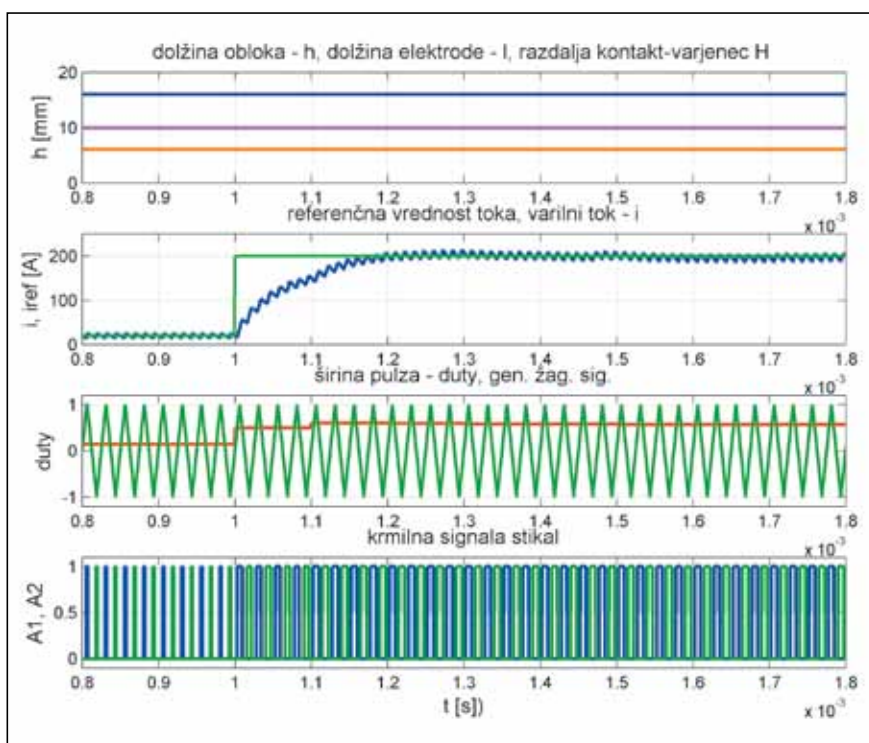
terskega izvora varilnega toka je pomembno razumevanje časovnih potekov signalov na DC-DC-pretvorniku in krmilnem vezju, ki generira signal pulznoširinske modulacije. Na slikah 7 in 8 so prikazani časovni poteki signalov za oba prehodna pojava, ki smo ju na sliki 5 označili s črtkanima elipsama. Časovno okno rezultatov je zmanjšano na interval približno 1 ms na sliki 7 in 1,4 ms na sliki 8. Na obeh slikah so v tretjem in četrtem grafu predstavljeni časovni poteki signalov PWM-krmilnika, kot so generator žagaste napetosti – zelena črta, izhod iz PI-regulatorja ali kot odprtja tranzistorjev – rdeča črta in signala za odpiranje tranzistorjev obeh vej DC-DC-pretvornika A1 – modra črta in A2 – zelena črta. Signal iz PWM-generatorja žage, ki se uporablja za generiranje krmilnih pulzov stikal A1 in A2, primerjamo s kotom odprtja – *duty*, ki ga dobimo iz PI-tokovnega regulatorja. Širina pulza se veča, posledica je povečanje varilnega toka. Frekvenca izmeničnega toka na primarni strani linearnega transformatorja je bila 40 kHz. Razdalja med varilno pištolo in varjencem  $H$ , predstavljena na prvem grafu z modro črto, se ni spreminjala in konstantni sta bili tudi dolžini prostega konca žice  $l$  – črta vijoličaste barve in električnega obloka  $h$  – oranžna črta.

Na sliki 8 so predstavljeni časovni poteki signalov, ki ilustrirajo dinamični odziv diskretnega PI-regulatorja toka na spremembo razdalje med varilno pištolo in varjencem  $H$ . V 6 ms simulacije smo dolžino  $H$  zmanjšali za 4 mm s 16 na 12 mm, kot je predstavljeno z modro barvo na prvem grafu slike 8. Posledično se je spremenila dolžina obloka  $h$  – oranžna črta in zato se je povečala vrednost varilnega toka – modra črta na drugem grafu, ki ga je regulator ustrezno kompenziral z zmanjšanjem kota odprtja tranzistorjev na DC-DC-pretvorniku, kot je razvidno iz časovnih potekov signalov v drugem, tretjem in četrtem grafu na sliki 8.

V opisanem primeru simulacije delovanja inverterskega izvora varilnega toka in postopka varjenja MIG/MAG smo predstavili poteke električnih signalov DC-DC-pretvornika ob



**Slika 6.** Rezultati simulacije procesa varjenja MIG/MAG s PWM-regulacijo toka v simuliranem inverterskem izvoru varilnega toka. V prvem grafu so spremembe dolžin  $H$  – modra črta,  $h$  – oranžna črta in  $l$  – vijolična črta.



**Slika 7.** Odziv diskretnega PI-regulatorja varilnega toka na spremembo referenčne vrednosti varilnega toka (drugi graf) in ustrezno krmiljenje PWM-modulacije na stikalih DC-DC-pretvornika inverterskega varilnega izvora (tretji in četrti graf). Razdalja kontakt - varjenec  $H$  je v prvem grafu predstavljena z modro barvo in je konstantna. Prav tako se nista spremenili dolžina elektrode  $l$  (vijolična barva) in dolžina obloka  $h$  (oranžna barva).

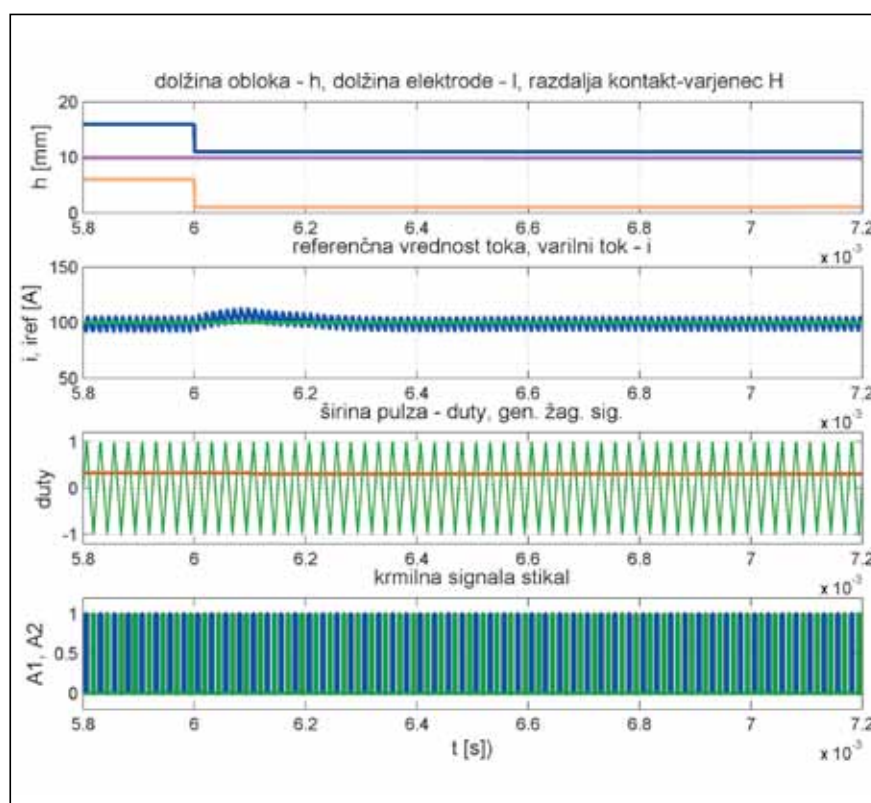
uporabi idealnih stikal in idealnega linearnega transformatorja. Ob izбору natančno določenih močnostnih elementov, na primer IGBT-tranzistorjev, lahko v knjižnici SimPowerSystems izberemo naprednejše bloke za simulacijo močnostnih elektronskih elementov in nastavimo konkretne parametre močnostnih stikal. V tem primeru bi nas zanimali poteki časovnih signalov napetosti in toka na stikalih, torej na primarni strani transformatorja. Oblika signalov je bolj ali manj popačena in s frekvenčno analizo signalov lahko opazujemo vpliv višjih harmonskih komponent signala na delovanje pretvornika. Na sliki 9 sta izrisana časovni potek toka, ki ga opazujemo na primarni strani transformatorja, in ustrezna amplitudna frekvenčna karakteristika, ki smo jo dobili z FFT-analizo. Preklopnostna frekvenca delovanja inverterja je bila 40 kHz. Simulacijo smo izvedli z izbranim korakom simulacije 0,1  $\mu$ s.

Opisane simulacije so koristne za razumevanje delovanja inverterske-

ga varilnega izvora in optimiranje parametrov opisanega regulatorja varilnega toka. Omogočajo razvoj in načrtovanje zahtevnejših izvedb regulacijskih struktur, kot so kaskadna regulacija, regulator v prostoru stanj in drugih.

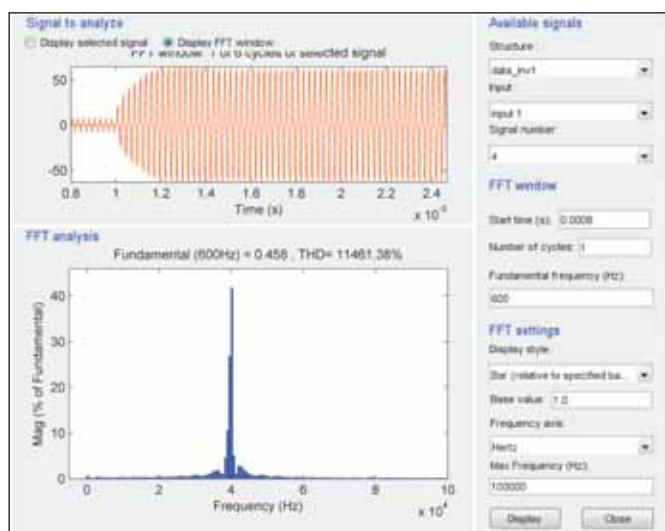
## 5 Zaključek

V delu smo predstavili uporabo simulacijskih metod pri razvoju varilnih naprav. Razvili smo simulacijski model elektroobločnega procesa varjenja z dodajanjem talilne varilne žice in simulacijski model inverterskega izvora varilnega toka z DC-DC-pretvornikom. Predlagani matematični model procesa varjenja MIG/MAG z dodajanjem talilne varilne žice je izveden kot nelinearni model v prostoru stanj, ki pa ne upošteva nekaterih pomembnih fizikalnih pojavov, kot so nastanek in rast varilne kapljice, odcepitev kapljice od elektrode in prelet varilne kapljice čez oblok. Prav tako niso upoštevane spremembe vplivov številnih parametrov, kot so sestava materiala varilne žice, spremem-



**Slika 8.** Odziv diskretnega PI-regulatorja na motnjo v obliki spremembe razdalje med varilno pištolo in varjenecem  $H$  s 16 mm na 12 mm. V prvem grafu so spremembe dolžin  $H$  – modra črta,  $h$  – oranžna črta in  $l$  – vijolična črta.





**Slika 9.** Frekvenčna analiza toka na primarni strani transformatorja inverterskega varilnega izvora

be temperature varilne žice, vrste zaščitnega plina ipd. Razumevanje in modeliranje teh pojavov in njihov vpliv na dinamično obnašanje regulacijskega procesa varilne naprave so cilji naših nadaljnjih raziskav.

Predstavili smo tudi simulacijski model enostavnega inverterskega izvora varilnega toka, ki smo ga testirali v isti aplikaciji s procesom varjenja MIG/MAG. Rezultati simulacije so pokazali, da inverter na osnovi polnega DC-DC-pretvornika z enostavnim diskretnim PI-regulatorjem varilnega toka zadovoljivo sledi spremembam referenčne vrednosti toka. S simulacijo inverterskega izvora varilnega toka v istem simulacijskem okolju s simulacijskim modelom procesa varjenja je omogočena analiza delovanja različnih izvedb močnostnih gradnikov varilnih naprav, močnostnih pretvornikov, regulacijskih in krmilnih sistemov v pov-

ezavi z izbranimi varilnimi tehnologijami. Tak pristop k razvoju lahko zniža stroške in skrajša čas razvoja novih varilnih naprav.

## Viri

- [1] K. L. Moore, D. S. Naidu, S. Ozcelik: Modeling, Sensing and Control of Gas Metal Arc Welding. Elsevier, 2003.
- [2] R. Yender, J. Tyler, K. L. Moore, D. S. Naidu: Gas Metal Arc Welding Control: Part 1 – Modeling and Analysis. In *Nonlinear Analysis, Methods and Applications*, 30, str. 3101–3111. Proc. 2nd World Congress of Nonlinear Analysts, 1997.
- [3] M. Golob, A. Koves, A. Puklavac, B. Torvornik: Modelling, Simulation and Fuzzy Control of the GMAW process. In 15th Triennial World Congr. Int. Fed. of Automatic Control, 2002.
- [4] J. S. Thomsen: Control of Pulsed Gas Metal Arc Welding, *International Journal of Modelling, Identification and Control*, 1 (2006), str. 115–125,
- [5] J. Zhang and B. L. Walcott: Adaptive Interval Model Control of Arc Welding Process, *IEEE Trans. On Control Systems Technology*, 14(6) 2006, str. 1127–1134.
- [6] B. Lu, X. Wu, H. Figueroa and A. Monti: A Low-Cost Real-Time Hardware-in-the-Loop Testing Approach of Power Electronics Control, *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 54, št. 2, str. 919–931, 2007.
- [7] G. G. Parma and V. Dinavahi: Real-Time Digital Hardware Simulation of Power Electronics and Drives, *IEEE Trans. Power Del.*, vol. 22, št. 2, str. 1235–1246, 2007.
- [8] M. Golob, B. Tovornik: Modelling, simulation and control of gas metal arc welding. In 7th EUROSIM Congress on Modelling and Simulation, Prague, Czech Republic. vol. 2, 6 strani, 2010
- [9] A. Lesnewich: Control of melting rate and metal transfer in gas-shielded metal-arc welding: Part I – Control of electrode melting rate. *Welding Journal*, 37(1958) 8, str. 418S–425S.
- [10] J. Tusek, M. Suban: Dependence of Melting Rate in MIG/MAG Welding on the Type of Shielding Gas Used. *Journal of Materials Processing Technology*, (119) 2001, str. 185–192.
- [11] E. Halmøy: Wire melting rate, droplet temperature and effective anode potential. In: Proceedings of the International Conference on Arc Physics and Weld Pool Behaviour, London, 1979, str. 49–57.

## Zahvala

Avtor se zahvaljuje Javni agenciji za raziskovalno dejavnost RS in podjetju Varstroj, d. d., za delno sofinanciranje opisanih raziskav.

## Simulation of inverter welding power source and MIG/MAG welding process

**Abstract:** Dynamic behaviour is of great importance for an efficient welding power supply, but often has not been investigated together with dynamic behaviour of the electric arc welding process. This article presents the problems of development inverter welding power sources based on modelling and simulation techniques. Simulation model of inverter power source with current controller is implemented together with simulation model of MIG/MAG welding process. The combined simulation of both models shows the advantages of using simulation methods by the rapid development of hardware and software for welding equipment.

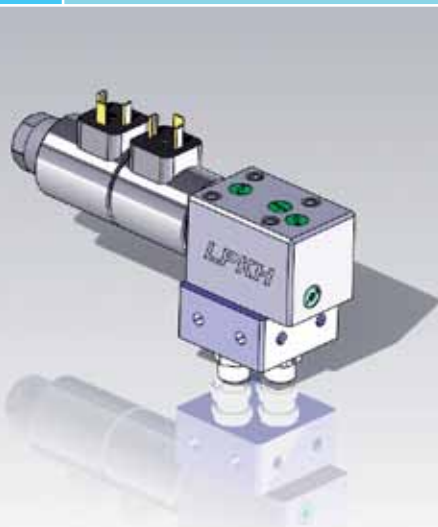
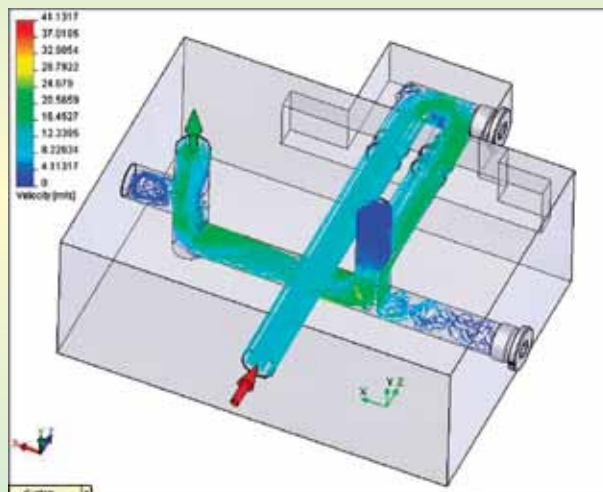
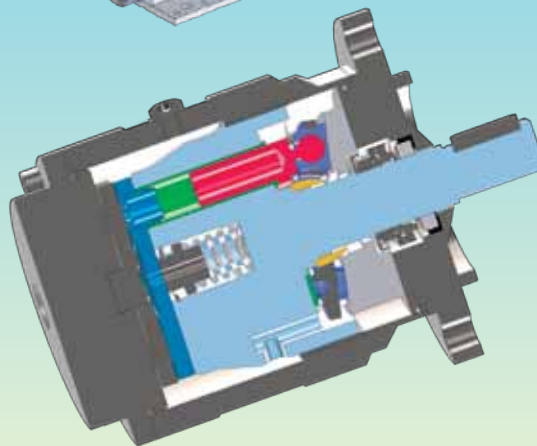
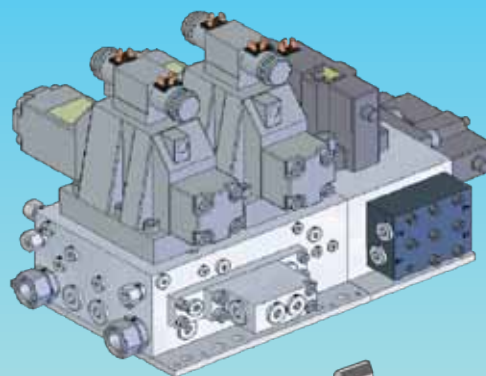
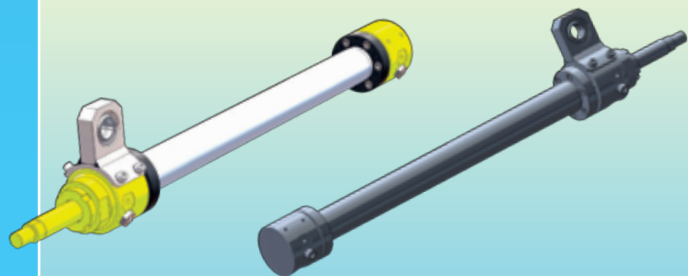
**Keywords:** modelling and simulation, gas metal arc welding process, welding power source, inverter power supply, DC-DC converter

<http://lab.fs.uni-lj.si/lft/>



LABORATORIJ ZA POGONSKO-KRMILNO HIDRAVLIKO

- *Potrebujete novo, namensko hidravlično napravo, hidravlični stroj ali pa samo posebno hidravlično sestavino?*
- *Želite izdelati novo hidravlično napravo ali stroj, pa vam manjka projektantskih izkušenj in znanja?*
- *Želite dopolniti, spremeniti oz. izboljšati obstoječo hidravlično napravo ali stroj?*
- *Želite izdelati sodobno, avtonomno elektro-hidravlično krmilje?*
- *Želite biti med prvimi, ki bi vgradili in uporabili ekološko prijazno hidravlično napravo na čisto, pitno vodo?*
- *Imate mogoče težave z diagnosticiranjem oziroma odpravljanjem okvar na obstoječi hidravlični napravi ali stroju?*
- *Želite v vašem podjetju izvesti izobraževanje na področju pogonsko-krmilne hidravlike?*



**Če ste na kakšno od zgoraj zapisanih vprašanj odgovorili pritrdilno, smo mi pravi naslov za vas!**

Smo ekipa strokovnjakov ki se že vrsto let ukvarja z raziskavami, razvojem, projektiranjem, konstruiranjem in vzdrževanjem **HIDRAVLIČNIH STROJEV IN NAPRAV ter NJIHOVIH SESTAVIN.**

Pri svojem delu uporabljamo sodobna projektantska, konstruktorska in diagnostična orodja. Ukvarjamo se tako z **OLJNO** kot z novo **VODNO** pogonsko krmilno hidravliko.

**POKLIČITE oz. PIŠITE NAM IN Z VESELJEM SE BOMO ODZVALI VAŠEMU KLICU!**



**LABORATORIJ ZA POGONSKO-KRMILNO HIDRAVLIKO (LPKH)**

Fakulteta za strojništvo, Aškerčeva 6, 1000 Ljubljana

Telefon: 01/4771 115

E-pošta: [lpkh@fs.uni-lj.si](mailto:lpkh@fs.uni-lj.si)

Spletni naslov: <http://lab.fs.uni-lj.si/lft/>

# Aplikacija za merjenje razdalj s pomočjo stereoskopskih slik

Jernej MROVLJE, Damir VRANČIĆ

**Izveček:** Stereoskopija je veda, ki se ukvarja z zajemom in prikazovanjem stereoskopskih slik. Obstaja več metod zajema stereoskopskih slik, najpomembnejši pa je zajem s pomočjo kombinacije dveh kamer – t. i. stereoskopskega sistema. Stereoskopski par sestavljata dve med seboj rahlo zamaknjeni sliki istega motiva. Diferenca med slikama in dodatne informacije o stereoskopskem sistemu (fizična razdalja med kamerama, goriščna razdalja) nam omogočajo izračun razdalje med kamero in poljubnim objektom v prostoru, ki smo ga zajeli na slikah. V prispevku predstavljamo implementacijo metode za merjenje razdalj s pomočjo stereoskopskih slik v samostojno aplikacijo. Slednja je zamišljena kot del neinvazivnega sistema za merjenje razdalj, ki omogoča takojšnjo analizo preko stereoskopskega sistema zajetih slik. Znotraj aplikacije na izbrani levi sliki določimo objekt, katerega oddaljenost želimo izračunati. Lokalizacija izbranega objekta na desni sliki se opravi avtomatsko. Na podlagi razlik položaja izbranega objekta na levi in desni sliki izračunamo končno razdaljo do objekta in napako lokalizacije. Delovanje aplikacije smo preverili na množici stereoskopskih slik, zajetih v naravnem okolju. Večina dobljenih rezultatov je znotraj tolerance ene slikovne točke.

**Ključne besede:** merjenje razdalj, stereoskopske slike

## ■ 1 Uvod

Metode za merjenje razdalj lahko razdelimo na pasivne in aktivne. Med slednje prištevamo merjenje razdalj s pomočjo laserskih, ultrazvočnih in radijskih valov. Pasivne metode so manj razširjene, njihova prednost pa je predvsem v tem, da se razdalja izračunava samo na podlagi prejete informacije (npr. svetlobe).

Merjenje razdalj s pomočjo stereoskopskih slik spada med pasivne metode, razdaljo pa izračunavamo na podlagi podatkov, pridobljenih iz zajetih slik. V prispevku je predstavljena aplikacija za merjenje razdalj s pomočjo stereoskopskih slik. Zamišljena je kot del neinvazivnega sistema za merjenje razdalj, ki omogoča takojšnjo analizo preko stereoskopskega sistema zajetih slik.

Jernej Mrovlje, univ. dipl. inž.,  
izr. prof. dr. Damir Vrančić, univ.  
dipl. inž., Institut »Jožef Stefan«  
Ljubljana

## ■ 2 Zajem stereoskopskih slik in izpeljava razdalje

Obstaja več različnih metod zajema stereoskopskih slik. Prvotno so v ta namen uporabljali stere-

oskopske kamere, danes pa so jih izpodrinili modernejši stereoskopski sistemi [1]. Gre za kombinacijo dveh enakih kamer, ki ju združimo na vodilu. Pri tem moramo paziti na to, da sta kameri med seboj vo-



Slika 1. Stereoskopski sistem dveh kamer Canon PowerShot A640



doravno in horizontalno poravnani. Poglavitnega pomena je tudi hkratio proženje obeh kamer, izvedemo pa ga s posebnimi upravljalniki, ki omogočajo sinhronizacijo in upravljanje dveh kamer hkrati [6, 7]. *Slika 1* prikazuje stereoskopski sistem dveh kamer Canon PowerShot A640, ki smo ga uporabili za zajem testnih slik.

Stereoskopske slike so vedno posnete v parih, posamezni sliki v paru pa prikazujeta isti motiv. Odločilna razlika med slikama v paru je ta, da sta slednji zajeti z različnih položajev oziroma z različnih zornih kotov. Shematični prikaz zajema slik s stereoskopskim sistemom je prikazan na *sliki 2*.

Predpostavimo, da levo sliko zajamemo v točki  $S_L$ , desno sliko pa v točki  $S_D$ .  $B$  je razdalja med kamerama,  $\varphi_0$  horizontalni zorni kot kamer in  $D$  razdalja med stereoskopskim sistemom in objektom na sliki (npr. drevesom). Razdalji  $x_1$  in  $x_2$  opisujeta horizontalno lokacijo objekta na levi in desni sliki stereoskopskega para,  $\varphi_1$  in  $\varphi_2$  pa sta pripadajoča kota.

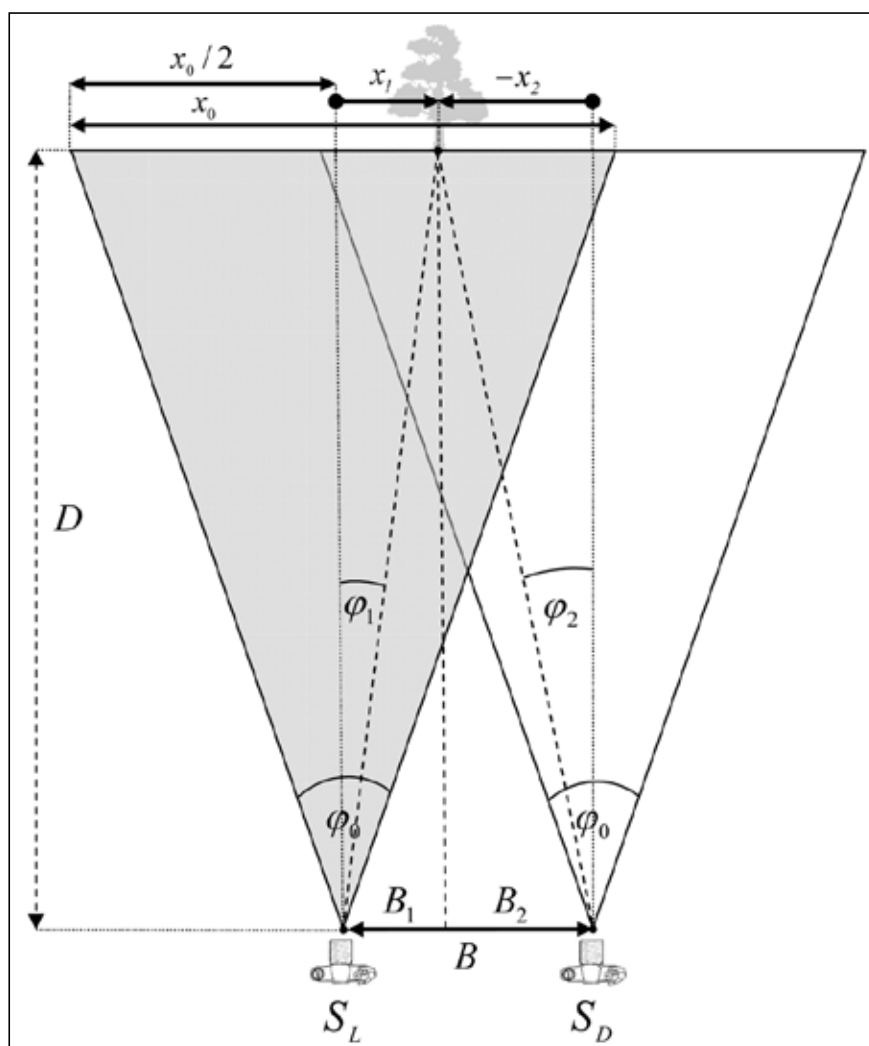
S pomočjo geometrijskih izpeljav iskano razdaljo  $D$  zapišemo kot funkcijo razdalje med kamerama ( $B$ ), zornega kota kamer ( $\varphi_0$ ), širine zajetih slik ( $x_0$ ) in razlike horizontalne lokacije objekta med levo in desno sliko ( $x_1-x_2$ ):

$$D = \frac{Bx_0}{2 \tan\left(\frac{\varphi_0}{2}\right)(x_1 - x_2)} \quad (1)$$

### ■ 3 Algoritem

Algoritem za merjenje razdalj s pomočjo stereoskopskih slik je bil napisan v programskem paketu Matlab in pozneje s pomočjo orodja Matlab Compiler preveden v samostojno aplikacijo. Uporabniški vmesnik aplikacije je prikazan na *sliki 3*.

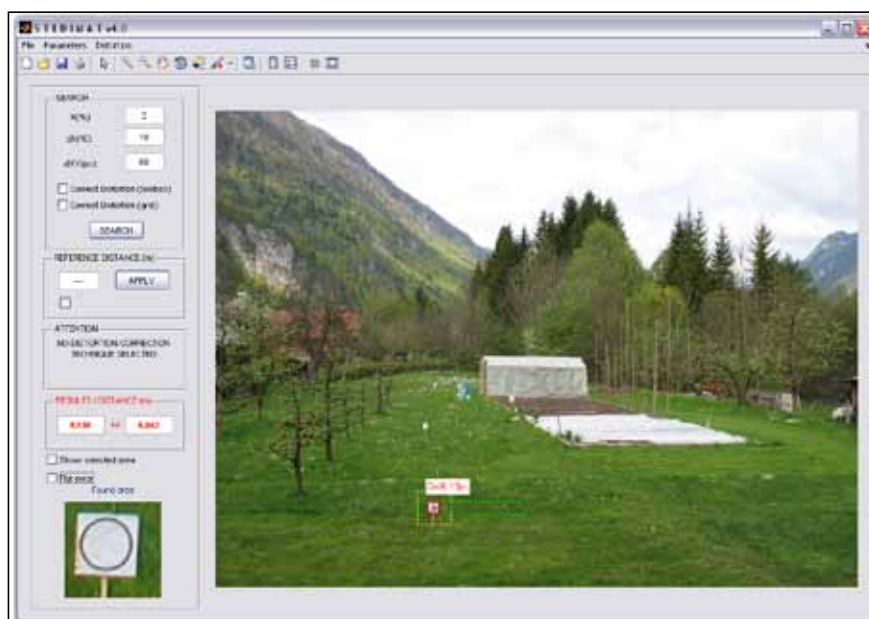
Aplikacija trenutno omogoča »off-line« delovanje, torej obdelavo predhodno zajetih stereoskopskih slik. Znotraj aplikacije na levi sliki stere-



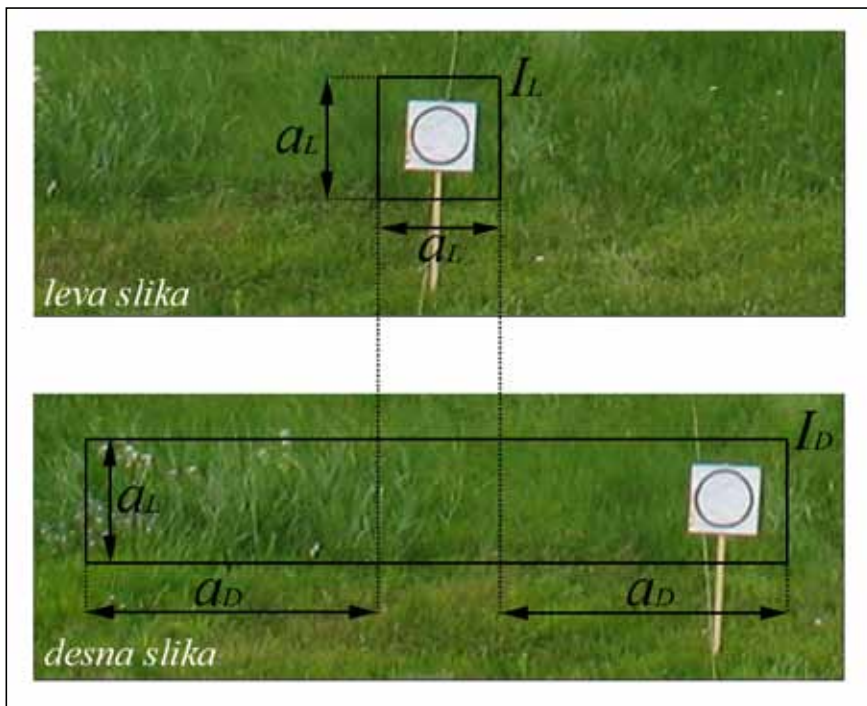
**Slika 2.** Shematični prikaz zajema stereoskopskih slik

oskopskega para določimo objekt, katerega oddaljenost želimo izračunati. Lokalizacija izbranega objekta leve slike na desni sliki se izvrši av-

tomatsko, poteka pa v dveh korakih. Najprej se izvrši primarno, nato pa še sekundarno iskanje.



**Slika 3.** Uporabniški vmesnik

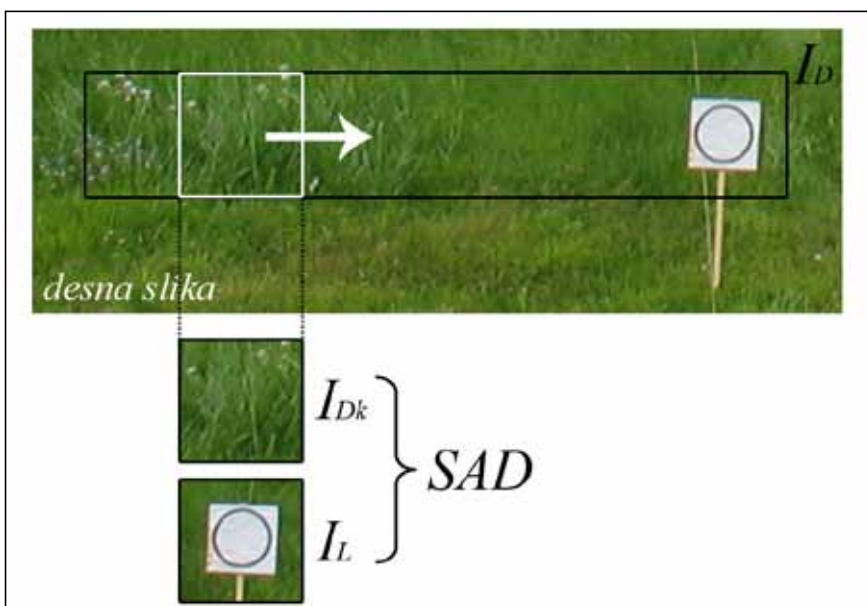


**Slika 4.** Področje izbranega objekta na levi sliki in primarno iskalno področje na desni sliki

Na podlagi lastnosti stereoskopskih slik sklepamo, da se bo izbrani objekt leve slike na desni sliki nahajal na podobni lokaciji – delno zamaknjen ali levo ali desno. Primarno iskanje objekta poteka v horizontalni smeri in je podrobneje opisano v [4]. Na *sliki 4* sta prikazani enaki področji stereoskopskega para slik; na levi sliki je označeno področje izbranega objekta  $I_L$ , na desni sliki pa področje primarnega iskanja  $I_D$ . Področje  $I_L$  naj

bo kvadratne oblike velikosti  $a_L \times a_L \times 3$ , področje  $I_D$  pa pravokotne oblike velikosti  $(a_L + 2a_D) \times a_L \times 3$ . Prvi dve dimenziji sta podani v slikovnih točkah, tretja dimenzija pa predstavlja barvno komponento RGB-slike. Primerjava med področjema leve in desne slike poteka po metodi SAD (angl. Sum Of Absolute Differences):

$$SAD = \sum_{b=1}^3 \sum_{i=1}^{a_L} \sum_{j=1}^{a_L} |I_L(i, j, b) - I_{Dk}(i, j, b)|, \quad (2)$$



**Slika 5.** Primerjava področja objekta leve slike s področjem primarnega iskanja desne

kjer  $b$  predstavlja posamezno barvno komponento RGB-slike oz. izbranega področja,  $I_{Dk}$  pa podpodročje znotraj področja  $I_D$ .  $I_{Dk}$  je enake velikosti kot področje  $I_L$ , definiramo pa ga s pomočjo t. i. izbirnega okna, ki je na *sliki 5* prikazano z belo polno črto. Z izbirnim oknom se pomikamo od levega proti desnemu robu iskalnega področja ( $I_D$ ) v korakih po eno slikovno točko. V vsakem koraku  $k$  tako definiramo podpodročje

$$I_{Dk} = I_D(1 : a_L, k : a_L + k - 1) \quad (3)$$

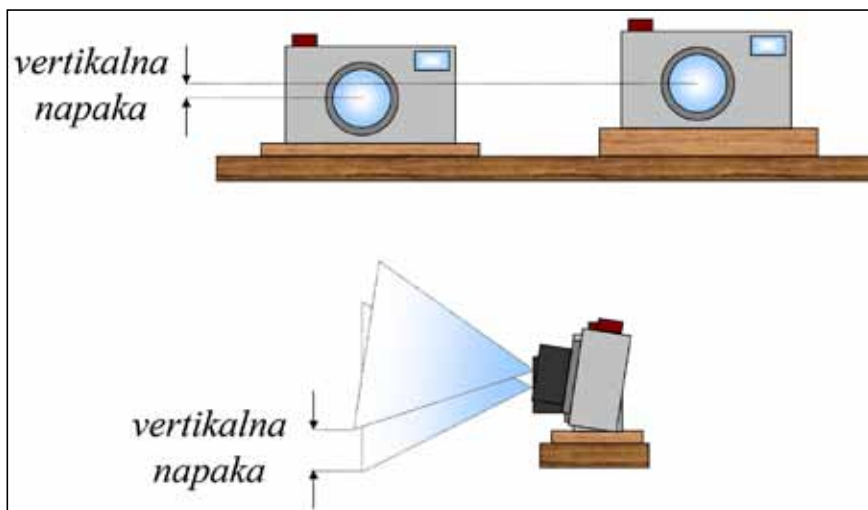
$$k = 1 : a_D - a_L + 1,$$

ki ga v nadaljevanju po enačbi 2 primerjamo s področjem  $I_L$ , kot to kaže *slika 5*.

Bolj kot sta si področji, ki ju primerjamo, podobni, manjša je vrednost vsote njune absolutne razlike (SAD). Podpodročje  $I_{Di}$ , ki mu po enačbi 2 pripada najmanjša vrednost vsote absolutne razlike, predstavlja najboljše ujemanje s področjem  $I_L$ , obenem pa tudi lokacijo izbranega objekta leve slike na desni sliki.

Ker kameri znotraj stereoskopskega sistema ne moremo idealno vertikalno poravnati, so objekti med levo in desno sliko v manjši meri zamaknjeni tudi po vertikali. *Slika 6* prikazuje dva primera slabe poravnave kamer, ki na zajetih slikah povzročijo vertikalno napako. Za odpravljanje slednje smo v algoritem zato vgradili sekundarno iskanje. Opravi se po koncu primarnega iskanja, poteka pa v horizontalni in vertikalni smeri. Izhodišče zanj predstavlja rešitev primarnega iskanja ( $I_{Di}$ ), ki je na *sliki 7* označena z belo črtkano črto. Področje  $I_{Di}$  razširimo v vertikalni in horizontalni smeri in tako definiramo področje sekundarnega iskanja desne slike ( $I_{D2}$ ). Ker vemo, da je vertikalna napaka minimalna, je področje  $I_{D2}$  lahko le malenkost večje od področja iskanega objekta.

V primeru sekundarnega iskanja se z izbirnim oknom po področju  $I_{D2}$  pomikamo v vertikalni in horizontalni smeri. Primerjava področij tudi tu poteka s pomočjo metode SAD. Če je objekt zaradi vertikalne napake zajema slike zamaknjen tudi po vertikali, potem s pomočjo sekundarnega iskanja slednjega še natančneje loka-



**Slika 6.** Prisotnost vertikalne napake

liziramo in s tem izboljšamo izračun končne razdalje.

Program nam omogoča grafični prikaz vsot absolutnih vrednosti razlik  $I_{Dk}$  in  $I_L$  za vse korake primarnega in sekundarnega iskanja (slika 8).

Na podlagi razlik položaja izbranega objekta na levi in desni sliki z enačbo (1) izračunamo končno razdaljo do objekta in pripadajočo napako razdalje.

### 3.1 Horizontalna napaka

Če kameri znotraj stereoskopskega sistema nista horizontalno poravnani, je na zajetih slikah tudi horizontalna napaka (slika 9). Za pravi izračun razdalje je omenjeno napako potrebno odpraviti, zato smo v aplikacijo vgradili funkcijo vnosa referenčne točke (znane razdalje do poljubnega objekta).

## 4 Napaka razdalje

Pravilna lokalizacija izbranega objekta na desni sliki odločilno vpliva na končno napako izračunane razdalje. Bolj natančno kot določimo lokacijo objekta, bolj točna bo izračunana razdalja.

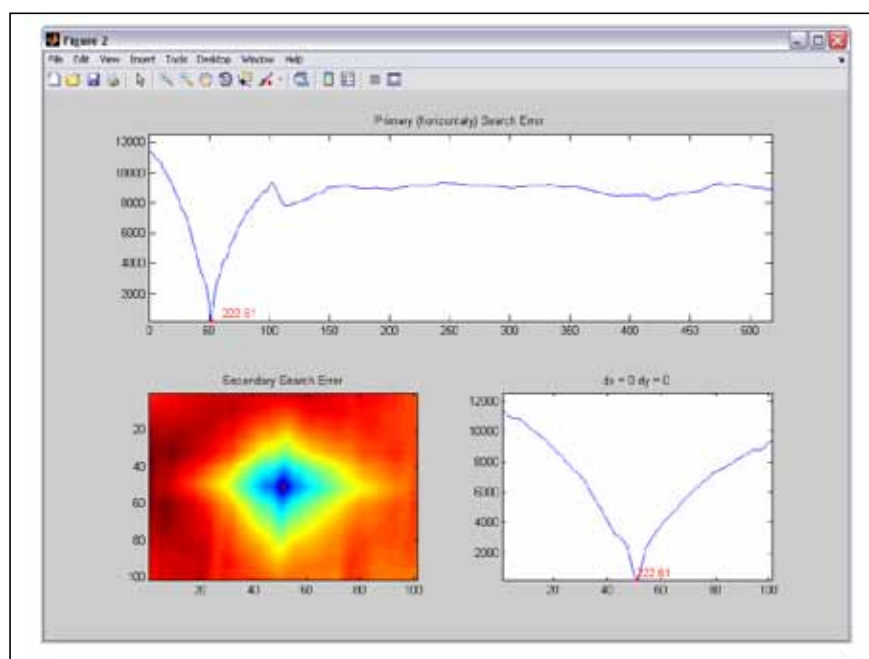
Primerjavo med desno in levo sliko napravimo po korakih ene slikovne točke, torej lokacijo objekta na desni sliki določimo na eno slikovno točko natančno. Če je zorni kot kamere enak  $\varphi_0$ , širina zajetih slik

pa je  $x_0$ , potem z določeno stopnjo posplošitve lahko zatrdimo, da eni slikovni točki pripada zorni kot:

$$\Delta\varphi = \frac{\varphi_0}{x_0} \quad (4)$$



**Slika 7.** Izbira področja sekundarnega iskanja ( $I_{D2}$ )



**Slika 8.** Grafični prikaz vsot absolutnih vrednosti razlik  $I_{Dk}$  in  $I_L$  za primarno in sekundarno iskanje

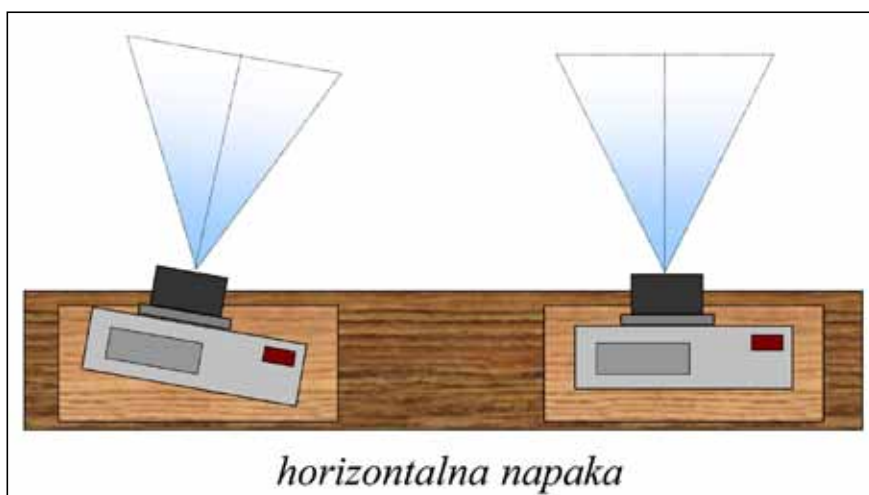
S sheme na sliki 10 izpeljemo napako razdalje, ki je posledica napačne lokalizacije objekta za kot :

$$\Delta D \approx \frac{D^2}{B} \tan \Delta\varphi \quad (5)$$

Zavedati se moramo tudi napak samega optičnega sistema kamer, ki prav tako odločilno vplivajo na končni rezultat (izračunano razdaljo). Na tem mestu omenimo predvsem radialno distorzijo, ki je najbolj problematična.

Ločimo dve obliki radialne distorzije, in sicer »blazino« (angl. pincushion) in »sodček« (angl. barrel). Pojav blazine, ki je značilen predvsem za telefoto objektiv, upogne ravne linije proti središču slike. Pojav sodčka upogne ravne linije proti robovom slike. Ta pojav je pogostejši, pojavlja pa se predvsem pri širokokotnih objektivih. Vpliv radialne distorzije





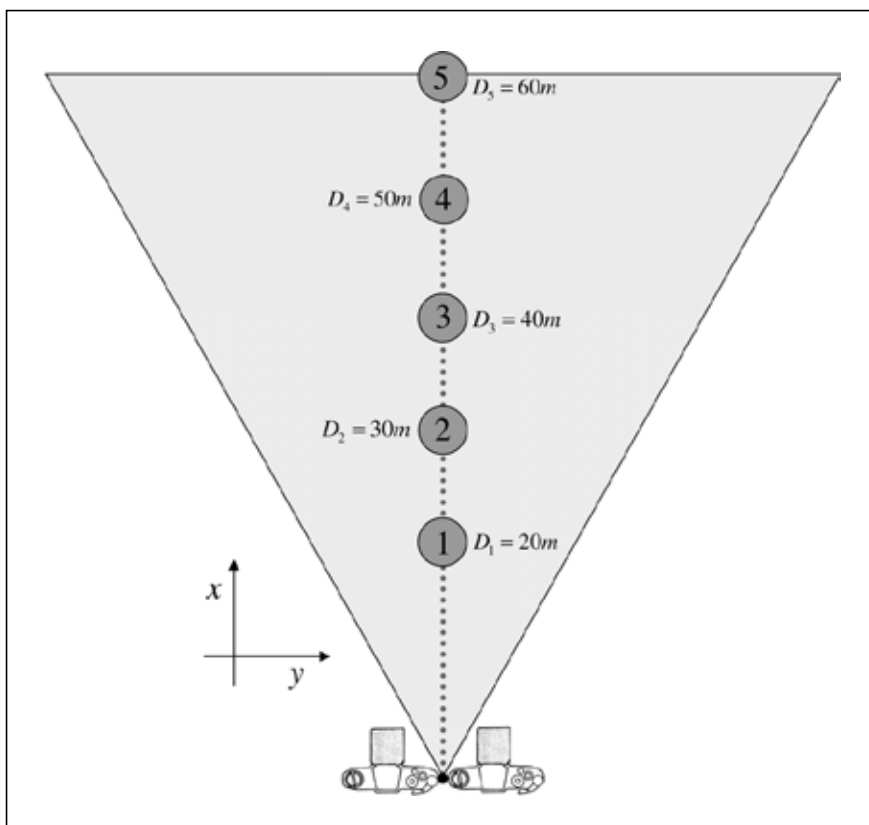
Slika 9. Horizontalno nepravilni kameri

na izračun razdalj s pomočjo stereoskopskih slik je analiziran v [8].

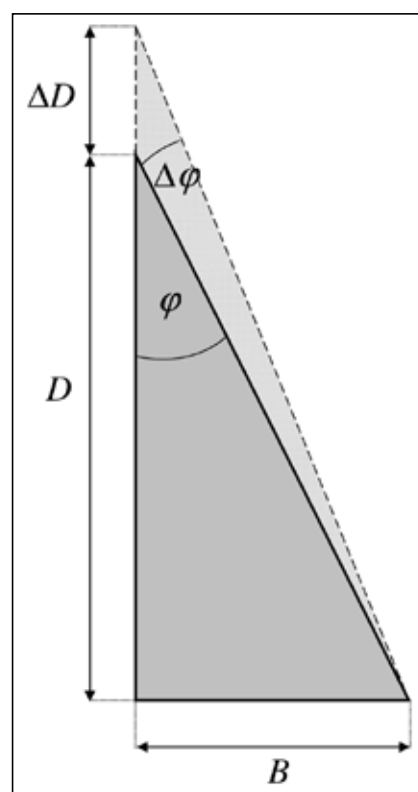
### ■ 5 Rezultati

Delovanje aplikacije smo preverili na množici stereoskopskih slik, zajetih v naravnem okolju. Pri tem smo uporabili stereoskopski sistem, prikazan na sliki 1. Na razdaljah 10, 20, 30, 40, 50 in 60 metrov pravokotno na stereoskopski sistem smo na štirih različnih lokacijah namestili testne objekte (tablice), kot to kaže shema

na sliki 11. Razdalje so bile izmerjene s pomočjo tračnega metra. Napako razdalj pri postavitvi tablic zaradi razgibanega terena ocenjujemo na  $\pm 0,1$  meter. Slike testnih objektov smo z največjo možno ločljivostjo (3648 x 2736) zajeli pri šestih različnih vrednostih stereoskopske baze B (20, 30, 40, 50, 60 in 70 cm). Napaki radialne distorzije smo se izognili na ta način, da smo testne objekte zajeli v centralnem delu slik, kjer je napaka radialne distorzije minimalna.



Slika 11. Grafični prikaz postavitve testnih objektov v naravi

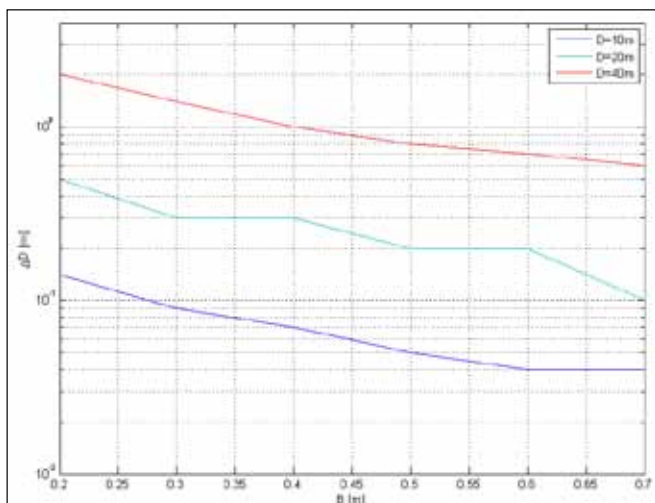


Slika 10. Relativna napaka izračunane razdalje

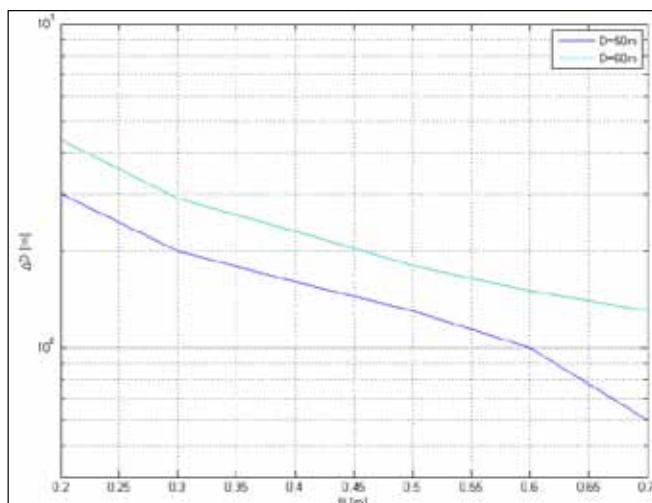
Na skupno 24 parih stereoskopskih slik smo z našo aplikacijo izračunali razdalje do posameznih tablic. Pri izračunu razdalj smo za referenčno točko, s pomočjo katere smo odpravili horizontalno napako, uporabili tablico na razdalji 30 metrov. Za izračun posamezne razdalje je algoritem potreboval manj kot eno sekundo. Čas izračuna razdalje je sicer sorazmeren z velikostjo izbranega iskalnega področja desne slike. Večina dobljenih rezultatov je znotraj tolerance ene slikovne točke. V tabeli 1 so predstavljene povprečne vrednosti napak izračunanih razdalj. Grafični prikaz rezultatov je na slikah 12 in 13.

Tabela 1. Povprečne vrednosti napak izračunanih razdalj  $\Delta D$  v odvisnosti od velikosti stereoskopske baze

B [m]	Povprečne vrednosti napak izračunanih razdalj [m]				
	10 m	20 m	40 m	50 m	60 m
0,2	0,14	0,5	2,0	3,0	4,4
0,3	0,09	0,3	1,4	2,0	2,9
0,4	0,07	0,3	1,0	1,6	2,3
0,5	0,05	0,2	0,8	1,3	1,8
0,6	0,04	0,2	0,7	1,0	1,5
0,7	0,04	0,1	0,6	0,9	1,3



**Slika 12.** Povprečne vrednosti napak izračunanih razdalj  $\Delta D$  za testne objekte na razdaljah 10, 20 in 40 metrov



**Slika 13.** Povprečne vrednosti napak izračunanih razdalj  $\Delta D$  za testne objekte na razdaljah 50 in 60 metrov

## Literatura

- [1] M. Vidmar, ABC sodobne stereofotografije z maloslikovnimi kamerami, Cetera, 1998.
- [2] H. Walcher, Position sensing – Angle and distance measurement for engineers, Second edition, Butterworth-Heinemann Ltd., 1994.
- [3] Welt der stereoskopie, <http://www.stereoskopie.com>.
- [4] J. Mrovlje, D. Vrančič, Distance measuring based on stereoscopic pictures, Proceedings of the 9th International PhD Workshop on Systems and Control, oktober, 2008, Izola, Slovenija.
- [5] J. Carnicelli, Stereo vision: measuring object distance using pixel offset, <http://www.alexandria.nu/ai/blog>.
- [6] D. Vrančič, S. L. Smith, Permanent synchronization of camcorders via LANC protocol, Stereoscopic displays and virtual reality systems XIII: 16–19 January, 2006, San Jose, California, USA, (SPIE, vol. 6055).
- [7] D. Vrančič, Synchronisation of two camcorders with PI controller – 3D LANC master, Proceedings of the 6th International PhD Workshop on Systems and Control, 4–8. oktober, 2005, Izola, Slovenija.
- [8] J. Mrovlje, D. Vrančič, Vpliv distorzije na razdalje, izračunane s pomočjo stereoskopskih slik, Elektrotehnični vestnik, 43–48, 77(1), Ljubljana 2010.



www.forum-irt.si

**4. industrijski forum 2012**  
Inovacije, razvoj, tehnologije

**Portorož, 11. in 12. junij**



REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

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

## Distance-measuring method based on stereoscopic images

**Abstract:** Stereoscopia is a technique used for recording and representing stereoscopic images by using one stereoscopic camera or two single lens cameras. Stereoscopic images allow us to calculate the distance from the camera(s) to the chosen object within the image. In this paper we present an implementation of the distance-measuring method based on stereoscopic images into a standalone application. When a certain object is selected in the left image, the same object is automatically detected in the right image by means of optimization algorithm. When object's position is found in both images, the actual distance to the object is calculated by applying geometrical rules. The distance is calculated from differences between the object's position in both images as well as additional technical data like focal length and distance between the cameras. In order to test the accuracy of the implemented distance-measuring method, a group of 24 stereoscopic images was taken. The average distance accuracy under one pixel was achieved for all test objects.

**Keywords:** distance-measuring method, stereoscopic images

# Zračna suverenost držav članic

## ICAO<sup>1</sup> – 1. del

Aleksander ČIČEROV

**Izvleček:** Mednarodno javno pravo temelji na konceptu države. Pravna oseba brez ozemlja ne more biti država. Ozemlje v mednarodnem javnem pravu pa pomeni kopno, morje in zračni prostor. Razpravljali bomo o suverenosti držav članic ICAO na podlagi prakse in sodnih primerov, ki to obravnavajo. Predstavili bomo tudi verbalno noto ciprskega veleposlanika, ki je na zelo diplomatski način povedal, da Republika Slovenija krši resoluciji Varnostnega sveta, ki pozivata vse države, da ne priznajo nobene druge ciprske države kot samo Republiko Ciper. Krši tudi 1., 5., 10. in 68. člen Čikaške konvencije in notranje pravo Republike Ciper.

**Ključne besede:** zračna suverenost, teritorialna suverenost, NOTAM, TRSC, kršitev suverenih pravic, Čikaška konvencija, Visoko (prvostopenjsko) civilno sodišče Anglije in Walesa, pritožnik

### ■ 1 Uvod

Za vsako državo so potrebni trije pogoji: prebivalstvo, suverena oblast in državno ozemlje. »Suverenost v razmerju do nekega dela zemeljske oble je pravica opravljati funkcije države na tem območju ob izključitvi sleherne druge države.« (Türk, Temelji, str. 407) Državna suverenost sega na kopno, morje in v zračni prostor nad kopnim in morjem. V prispevku predstavljamo, kako se zračna suverenost udejanja v praksi posameznih držav.

Veleposlanik Republike Ciper v Ljubljani je časopisu Dnevnik poslal pismo, ki se nanaša na članek o Cipru, ki je bil objavljen v navedenem časopisu.<sup>2</sup> Ciprsko veleposlaništvo je nato 5. maja 2011 Ministrstvu za zunanje zadeve Republike Slovenije poslalo verbalno noto, v kateri opisuje ravnanje Slovenije kot nesprejemljivo s stališča mednarodnega prava.<sup>3</sup> Še isti dan je prišlo na pobudo ciprskega veleposlanika do sestanka na Ministrstvu za zunanje zadeve z

namenom predstavitve nasprotovanja Republike Ciper turistični ponudbi Agencije Kompas Holidays, ki oglašuje letovanje v severnem delu Cipra v t. i. Turški republiki Severni Ciper s poletji na relaciji Ljubljana–tehnični pristanek v Antalyi–Ercan. V nadaljevanju se bomo opredelili do kršitev mednarodnega javnega in še posebej mednarodnega letalskega prava. Najprej pa o časopisnem članku, ki je vznemiril veleposlanika Republike Ciper.



### 1.1 Časopisni članek, ki je izzval reakcijo veleposlanika Republik Ciper

Časopis Dnevnik je 26. aprila 2011 objavil prispevek Katje Petrovec z naslovom: »Ciper: neokrnjen turški, grški in angleški dom«. Članek v nekem smislu dopolnjuje reklamo podjetja Kompas Holidays, ki v svojih programih oglašuje turizem na Cipru in počitnice na severnem Cipru, v tako imenovani Turški republiki severni Ciper (v nadaljevanju TRSC). Na to je opozoril tudi ciprski veleposlanik v svojem pismu, ki ga je ob-

<sup>1</sup> Mednarodna organizacija civilnega letalstva.

<sup>2</sup> Navedeno pismo je bilo objavljeno v časopisu DNEVNIK 14. maja 2011. Članek, na katerega se je nanašalo, pa je bil objavljen v Dnevniku 26. aprila 2011.

<sup>3</sup> Ciprski veleposlanik je v noti zapisal: »The Embassy of the Republic of Cyprus presents its compliments to the Ministry of Foreign Affairs of the Republic of Slovenia and has the honour to refer to the issue of authorization by the Republic of Slovenia of chartered flights having as their destination the 'Ercan airport' in the occupied areas of Cyprus and inform the esteemed Ministry of the following: Violation of the sovereign and treaty rights of the Republic of Cyprus under the Chicago Convention of 7 December 1944 on International Aviation.« (Arhiv Ministrstva za zunanje zadeve)

Mag. Aleksander Čičerov, univ. dipl. pravnik, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo



javil slovenski dnevnik. Najprej pa si oglejmo mednarodni položaj Republike Ciper.<sup>4</sup>

## 1.2 Mednarodni položaj Republike Ciper

Ciper je za Sicilijo in Sardinijo tretji največji otok v Sredozemlju. Pravijo, da je zibelka enega najlepših antičnih mitov. Po legendi naj bi se na morskih čerih v bližini mesta Pafos na zahodu Cipra iz morskih pen rodila boginja lepote in ljubezni Afrodit. Glavno mesto Cipra, Nikozija ali Leftikosa po turško, je razdeljeno na severni turški in južni grški del. Meja je označena z belimi zabojniki, cariniki pa preverjajo identiteto obiskovalcev.



Ciprski otok in država sta razdeljeni z zeleno linijo na dva dela

Ciper je bil britanska kolonija od leta 1925 do 1960, ko je bila razglašena suverena Republika Ciper (v nadaljevanju RC).<sup>5</sup> Ta obsega celoten ciprski otok. Hkrati z ustanovitvijo RC sta bili podpisani še dve pogodbi: ena o garanciji in ena o ustanovitvi RC. Podpisale so ju Velika Britanija, Grčija, Turčija in Ciper. S temi pogodbami je bila prepovedana vsaka dejavnost, ki bi merila direktno ali indirektno na združevanje RC z drugo državo ali združevanje dela RC z drugo državo. Toda turški Ciprčani<sup>6</sup> so se uprli in prišlo je do neredov, turške okupacijske sile so okupirale severni del RC (20. 6. 1974) in z 'zeleno linijo' razmejile RC na severni in južni del. 15. novembra 1974 so turški Ciprčani razglasili TRSC. Velika Britanija je leta 1983 izjavila, da britanska vlada

priznava le RC pod vodstvom predsednika Kyprianosa, ne priznava pa TRSC.

Tudi Slovenija je podprla čimprejšnjo pravično, celovito, uresničljivo in realno razrešitev ciprskega vprašanja.<sup>7</sup> V izjavi sicer ni zaslediti izrecnega nepriznavanja TRSC, ker pa se slovenska izjava sklicuje na resoluciji Varnostnega sveta OZN, je to jasno.

Tako je severni del otoka ostal v Aziji. TRSC ni članica Organizacije združenih narodov in njeno letališče Ercan (beri Erčan) ni registrirano v Mednarodni organizaciji civilnega letalstva (ICAO). Odnosi med obema deloma Cipra so se začeli izboljševati leta 2003, ko so prebivalci otoka lahko prvič po tridesetih letih ponovno

prestopili t. i. zeleno črto, ki deli oba dela Cipra.<sup>8</sup> Zelena črta je široka več kilometrov, turisti pa jo lahko prestopajo na petih mestih. Pas ni naseljen, varujejo pa ga modre baretke.

Svetovna javnost, tako meni turški veleposlanik v Sloveniji Derya Kanbay, »ne pozna prave resnice o tem vprašanju. Ciprski problem se ni začel s posredovanjem turških vojakov leta 1947, ampak v zgodnjih 60. letih prejšnjega stoletja, ko je grška skupnost na otoku zavrnila predlog nove ustave. Leta 1964 so začeli uporabljati nasilje. Številni Turki so pobegnili z otoka, veliko jih je umrlo. Vsi dosedanji poskusi iskanja rešitve so propadli. Turki ostajamo optimisti, želimo najti rešitev. A mislim, da sami ne bomo uspeli. Ciper namreč

<sup>4</sup> »Najprej bi bilo treba omeniti, da to niso direktni leti do letališča Ercan, ki je končni cilj, temveč potekajo preko Turčije, in to seveda zaradi tega, ker 'Ercan' deluje nezakonito na delu Republike Ciper, ki je od leta 1974 pod okupacijo Turčije,« je izjavil veleposlanik C. Panayides v Dnevniku 14. maja 2011 (glej članek: Nekaj dejstev o izletih na Ciper).

<sup>5</sup> Glej bolj podrobno: M. Franklin, S. Porter, Sovereignty over Airspace and the Chicago Convention: Northern Cyprus, AIR & Space Law, Wolters Kluwer Law & Business, V. 35, Iss. 1 februar 2010, str. 63–70. Ciprski zakon določa: »on / 16 August 1960/ there shall be established in the island of Cyprus an independent sovereign Republic of Cyprus, and Her Majesty shall have no sovereignty or jurisdiction over the Republic of Cyprus.« Prav tam str. 63.

<sup>6</sup> Malo drugače trdi turški veleposlanik v Sloveniji!

<sup>7</sup> Slovenija je v svojem stališču poudarila, da vidi rešitev vprašanja ob pomoči OZN in v skladu z relevantnimi resolucijami Varnostnega sveta. Podpira neposredna pogajanja s ciljem ponovne in trajne združitve Cipra v enotno državo. Republika Slovenija podpira voditelja obeh skupnosti v prizadevanjih za doseg celovite rešitve v bližnji prihodnosti. Nasprotno pa izmikanje in status quo ne koristita nikomur.

<sup>8</sup> TRNC (turško: Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti) je de facto neodvisna republika, ki je razglasila neodvisnost leta 1983, 9 let po tem, ko je grško-ciprsko strmoglavljenje vlade, ki je poizkušalo otok priključiti Grčiji, povzročilo turški vdor na Ciper. TRSC je priznala samo Turčija. Vse ostale države in OZN priznavajo le suverenost Republike Ciper ([http://sl.wikipedia.org/wiki/Tu%1ka\\_republika\\_severni\\_Ciper](http://sl.wikipedia.org/wiki/Tu%1ka_republika_severni_Ciper)).

ne čuti potrebe po dogovoru, saj ga je Evropska unija kljub nerešenim vprašanjem priznala kot člana. Turki pa so izolirani, živijo vse težje, odse-ljujejo se. Potrebno je torej posre-dovanje mednarodne skupnosti,«<sup>9</sup> zaključuje veleposlanik Kanbay.

### 1.3 Očitane kršitve

Veleposlanik Cipra je v verbalni noti<sup>10</sup> Republiki Sloveniji očitil kršitve su-verenih in pogodbenih pravic RC, ki izhajajo iz Čikaške konvencije (1947). Poudariti je treba, da so tako Turčija, Ciper in Slovenija pogodbenice Čikaške konvencije. V nadaljevanju note je ciprski veleposlanik podrobno razložil, za katere kršitve gre:

- kršitev 1. člena (zračna suverenost RC),
- kršitev 5. člena (pravica do poletov izven rednega zračnega prometa),
- kršitev 10. člena (pristanek na carinskem letališču),
- kršitev 68. člena (določitev zračnih poti in letališč).<sup>11</sup>

V verbalni noti je ciprski veleposlanik opozoril tudi na aspekt varnosti potnikov in letal, ki prihajajo na letališče Ercan<sup>12</sup> v TRSC. Hkrati je opozoril na resoluciji Varnostnega sveta OZN št. 541 (1983) in 550 (1984), ki strogo zapovedujeta, da države članice OZN ne priznajo TRSC ter da v celoti spoštujejo suverenost RC. Omenimo naj še, da je ciprski veleposlanik očitil Sloveniji tudi kršitev nacionalne ciprske zakonodaje v smislu, da slovenski turisti, ki prihajajo v TRSC, pravzaprav storijo kaznivo dejanje (dejanja) s tem, da preživljajo počni-

tnice v turističnih kapacitetah, ki so v lasti grških Ciprčanov, ki pa zaradi turške okupacije te svoje lastninske pravice ne morejo uživati. Kot smo že rekli, bomo v nadaljevanju predvsem razmišljali o kršitvah na področju mednarodnega letalskega prava. V tem primeru nam pomaga tudi sodna praksa, ki je že obravnavala ciprski problem.

### 1.4 Leti v severni Ciper

Visoko civilno sodišče (prvostopenjsko) Anglije in Walesa (ang. The High Court of England and Wales) je 28. julija 2009 prvič obravnavalo pojem in pomen suverenosti v kontekstu strokovno odločitev, je moralo sodišče proučiti naslednji vprašanji:

- kdo je suveren v ciprskem zračnem prostoru,
- kdo ima pravico določiti mednarodno letališče za pristajanje v RC.

Do obravnave pred sodiščem (pritožba) je namreč prišlo po tem, ko je državni sekretar za promet Velike Britanije zavrnil prošnjo za dovoljenje Cyprus Turkish Airlines, da opravlja potniški promet brez postanka med Veliko Britanijo in severnim Ciprom. Pritožnik Kibris Turk Hava Yal-lari, bolj znan kot Cyprus Turkis Airlines in CTA Holidays (v Veliki Britaniji registriran potovalni agent, ki ponuja počitnice na severnem Cipru), ki je operativno dovoljenje za polete med Veliko Britanijo in Turčijo sicer že imel, je to dovoljenje želel modificirati tudi za redne in čarterske polete na severni del Cipra. Poleti na

severni del Cipra so namreč potekali tako, da jih je opravljal prevoznik z letališč v Turčiji, kar bi v praksi pomenilo, da se mora polet iz Velike Britanije ustaviti na letališču v Turčiji in potem nadaljevati na severni del Cipra in seveda obratno.

Prvostopenjsko sodišče je odločilo, da ima RC v skladu s 1. in 2. členom Čikaške konvencije polno in izključno suverenost v zračnem prostoru nad celotnim ozemljem RC. To pa pomeni tudi nad zračnim prostorom TRSC.<sup>13</sup> Pritožnik je opozoril na problem 'teritorialne suverenosti', ki naj je RC ne bi imela. Poleg sodne prakse pa se je ciprskega problema še prej dotaknilo tudi vprašanje Svetu Evropske unije, ki ga kaže upoštevati v tej zadevi, o tem pa je razpravljal tudi Odbor za človekove pravice Sveta Evrope.

#### 1.4.1 Stališče Sveta Evrope

Odbor ministrov Sveta Evrope je o Cipru razpravljal leta 1983. Zavzel je stališče, da je vlada RC edina legitimna vlada in pozval države, da spoštujejo neodvisnost in teritorialno integriteto Cipra.<sup>14</sup>

O Cipru pa je razpravljalo tudi Evropsko sodišče za človekove pravice. V sodbi »Ciper proti Turčiji« je 10. 5. 2001 potrdilo, da mednarodna skupnost ne priznava TRSC kot države po mednarodnem pravu, in izjavilo, da ostaja RC edini legitimni vladar na Cipru.<sup>15</sup>

<sup>9</sup> Glej Dnevnik 25. 5. 2011.

<sup>10</sup> Verbalna nota označuje v diplomaciji enostransko (pisno) izjavo, s katero želi država, ki noto daje, pojasniti drugi državi nek dogodek ali neko dejstvo oziroma potrditi vsebino prejšnjih razgovorov oziroma navesti zadeve, ki si jih ni bilo mogoče točno zapomniti. Verbalna nota je vedno zapisana v tretji osebi.

<sup>11</sup> Glej posodobljen prevod Čikaške konvencije, avtor A. Čičerov, izdala Fakulteta za strojništvo, Ljubljana 2011.

<sup>12</sup> Letališče Ercan na severnem delu TRSC je podvrženo zakonom Republike Ciper, ki pa teh zakonov ne more izvajati zaradi nezakonite zasedbe. Letališče deluje nezakonito in pristojni ciprski organi na njem ne izvajajo varnostnega nadzora. Letališče ni član mednarodnih združenj in organizacij, kot je EUROCONTROL. Prav tako ne sodeluje z Mednarodno organizacijo letalskih prevoznikov (IATA). Pomembno je tudi dejstvo, da poleti na to letališče niso direktni, ampak potekajo preko Turčije (t. i. tehnični postanek na enem od letališč v Turčiji – Izmir, Istanbul in podobno).

<sup>13</sup> Glej M. Franklin in S. Porter, nav. delo, str. 65.

<sup>14</sup> Glej podrobno Resolucijo (83)13 z dne 24. 11. 1983.

<sup>15</sup> Glej podrobno M. N. Shaw, International Law, Fifth Ed., Cambridge University Press 2003; Shaw pravi: »In the light of this and the very heavy dependence of the territory upon Turkey, it cannot be regarded as a sovereign state, but remains as a de facto administered entity within the recognized confines of the Republic of Cyprus and dependent upon Turkish assistance.« (Str. 213)

## 1.4.2 Vprašanje Svetu Evropske unije

Že 15. novembra 2007 je Robert Evans predsedstvu Sveta Evropske unije postavil naslednje vprašanje:

»Ali je Svet razpravljajal o odobritvi neposrednih letov do letališča Ercan (edinega mednarodnega letališča v severnem Cipru), ki se nahaja blizu razdeljene ciprske prestolnice Nikozije?« Odgovor, ki ni obvezen za Svet EU ali države članice, je pripravilo predsedstvo Sveta EU, ki med drugim pravi:

»Lete ureja pristojni organ držav članic na nacionalni ravni. Evropska komisija mora zagotoviti, da se urejanje izvaja v skladu z zakonodajo Skupnosti, kar vključuje tudi spoštovanje mednarodnih obveznosti. Zato se to vprašanje obravnava v Svetu.

Poleg tega je vlada RC v skladu s svojo suvereno pravico do določitve zakonitih letališč in pristanišč za vhod v RC in iz nje ter mednarodnim pravom (Čikaška konvencija) dejavnost letališča Tymbou (Ercan) označila kot nezakonito. To letališče se nahaja na območju RC, nad katerim vlada RC nima učinkovitega nadzora, vendar letališče kljub temu deluje brez potrebne odobritve pristojnih organov, ki jih je določila vlada RC.

Poudarjam, da je Unija še vedno zavezana k resoluciji o ciprskem vprašanju v okviru ZN, ki je vključujoča, učinkovita in skladna z načeli, na katerih temelji EU. Predsedstvo še naprej sprejema ukrepe, da bi doseglo soglasje v zvezi s celostno uporabo sklepov Sveta za splošne zadeve in zunanje odnose, sprejete aprila 2004 in januarja 2007.<sup>16</sup>

## ■ 2 Ali gre v slovenskem primeru res za kršitve Čikaške konvencije?

Republika Slovenija in RC sta, kot smo že omenili, pogodbenici Čikaške konvencije. Slovenija je Čikaško konvencijo nasledila po razpadu

nekdanje skupne države. S tem so bili izpolnjeni pogoji za njeno včlanitev v polnopravno članstvo ICAO, Evropsko konferenco civilnega letalstva (ECAC), Evropsko organizacijo za varnost civilnega letalstva (EUROCONTROL), Evropsko unijo in še druge nevladne letalske organizacije (Skupne letalske oblasti – JAA, Mednarodno združenje letalskih prevoznikov – IATA). Očitanje kršitev Čikaške konvencije je v trenutku, ko je bila Slovenija izvoljena v Svet ICAO (2010–2013), še toliko bolj problematično, ker se s takimi dejanji krni ugled naše države v skoraj univerzalni mednarodni vladni organizaciji, ki šteje 162 članic (tj. ICAO).

Drži trditev ciprske strani, da ima vsaka pogodbenica pravico določiti pogoje za polete izven rednega zračnega prometa (5. člen Čikaške konvencije).

Ni sporna trditev ciprske strani, da morajo vsi zrakoplovi, ki vstopijo na ozemlje pogodbenic, če predpisi te države zahtevajo, pristati na letališču, ki ga država določi zaradi opravljanja carinskih in drugih pregledov (10. člen Čikaške konvencije).

Ni sporno, da lahko vsaka pogodbenica v skladu z določbami te konvencije določi poti, ki jih je treba uporabljati v mednarodnem zračnem prometu na njenem ozemlju, in letališča, ki se lahko uporabljajo v tem prometu (68. člen Čikaške konvencije). »V skladu z mednarodnim pravom je RC edina pristojna oblast, ki odloča, katera letališča na njenem celotnem ozemlju imajo pravico delovati, in določa tudi pogoje njihovega delovanja. 'Ercan' deluje brez odobritve RC in tako torej vsak let na to letališče predstavlja kršitev mednarodnega prava kot tudi kršitev zakonov RC. Poleg tega letališča Ercan ne priznava niti Mednarodna organizacija civilnega letalstva (ICAO), ki je najvišji organ za pravne teme, ki zadevajo mednarodno civilno letalstvo. ICAO je zavrnil prošnjo nezakonite oblasti okupiranega ozemlja RC, da bi na svoj seznam uvrstil tudi to

nelegalno letališče,« je zapisal ciprski veleposlanik.<sup>17</sup>

Republika Slovenija oz. njeni pristojni organi (Direktorat za civilno letalstvo Ministrstva za promet) po navedbah ciprskega veleposlanika kršijo zgoraj navedene določbe Čikaške konvencije.

Še resnejše pa je opozorilo, da s tem, ko kršijo 1., 5., 10. in 68. člen Čikaške konvencije, spravljajo v resno nevarnost potnike na čarterskih poletih na letališče Ercan v TRSC. Kaj je v resnici v ozadju te zgodbe?

## ■ 3 Viri

- [1] D. Türk, Temelji mednarodnega prava, GV Založba, Pravna obzorja 33, Ljubljana 2007.
- [2] K. Petrovec, Ciper: neokrnjen turški, grški in angleški dom, Dnevnik, torek 26. aprila 2011.
- [3] C. Panayides, veleposlanik Republike Ciper v Ljubljani: Nekaj dejstev o izletih na »severni Ciper«, Dnevnik 14. 5. 2011 (vaša pošta).
- [4] KOMPAS HOLIDAYS predstavlja: Turkizni Ciper, reklamna brošura agencije.
- [5] Verbalna nota veleposlanika Cipa v Ljubljani, št. 22/20 01.005 z dne 5. 5. 2011, arhiv Ministrstva za zunanje zadeve.
- [6] Zapis sestanka generalnega direktorja Direktorata za mednarodno pravo in zaščito državljanov Ministrstva za zunanje zadeve z veleposlanikom Republike Ciper (5. 5. 2011), arhiv Ministrstva za zunanje zadeve.
- [7] Air & Space Law, Vol. 35, Issue 1, February 2011, str. 63–70, Air & Space Law, Vol. 36, Issue 2, April 2011, str. 109–116.
- [8] Verbalna nota Ministrstva za zunanje zadeve Republike Ciper, št. A6 15. 6. 08 z dne 9. 6. 2011.
- [9] Konvencija o mednarodnem civilnem letalstvu, zbral, uredil in posodobil mag. Aleksander Čičerov, izdala Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani 2011.

<sup>16</sup> Glej: <http://www.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=//EP/TEXT+CRE+200711> (23. 5. 2011).

<sup>17</sup> Navedeno po članku v Dnevniku 14. 5. 2011.



## Air Sovereignty of the Member States of ICAO

**Abstract:** International Public Law is based on the concept of State. Without territory a legal person can not be State. In International Public Law territory means land, sea and air. It is our wish to discuss the air sovereignty of the member States of ICAO through the practices and court cases dealing with it. Therefore we will discuss the Verbal Note of the Ambassador of the Republic of Cyprus who has very diplomatically told that the Republic of Slovenia breaks the Security Council resolutions that call upon all States not to recognize any Cypriot State other than the Republic of Cyprus, breaks Article 1, 5, 10 and 68 of the Chicago Convention and violates domestic law of the Republic of Cyprus.

**Keywords:** air sovereignty, territorial sovereignty, NOTAM, TRNC, violation of sovereign rights, Chicago Convention, High Court of England and Wales, Claimant,



SREBRNI SPONZOR  
**SICK**  
Sensor Intelligence.

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

Mednarodni sejem za avtomatiko, robotiko, mehatroniko ...  
International Trade Fair for Automation, robotics, mechatronics, ...

**25.-27.01.2012**

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



# DOMEL®

*Ustvarjamo gibanje*

DOMEL d.o.o. 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



## Rexroth

Bosch Group

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

Nudimo:

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

# Mojstri učinkovitosti energije, opreme in trajnosti

## 16 ENERGETIKA

Energetika, varčna izraba energije in energetski viri

## 15 TEROTECH-VZDRŽEVANJE

Vzdrževanje, čiščenje in obnova zgradb

## 9 EKO

Ekologija in varovanje okolja

## 5 VARJENJE IN REZANJE

Tehnologija, oprema in materiali

**S E J M I** za strokovnjake in domače mojstre,  
za novosti in inovacije,  
za energetske varčnost in okoljsko odgovornost,  
za trajnostni razvoj!

Celjski sejem

15.-18. maj 2012

### Sejemska statistika (v letu 2010):

več kot 800 razstavljalcev iz vseh celin

več kot 21.000 obiskovalcev iz držav JV Balkana in držav EU

več kot 50 aktualnih razprav, svetovanj in tekmovanj



## Masters of Energy Efficiency, Sustainability and Equipment

### 16 ENERGETICS

Energetics, Energy Efficiency & Energy Sources

### 15 TEROTECH-MAINTENANCE

Maintenance, Cleaning & Building Refurbishment

### 9 ECO

Ecology & Environment Protection

### 5 WELDING AND CUTTING

Technology, Equipment and Materials

**F A I R S**

For experts, professionals and industry masters

For new trends and innovations

For energy efficiency, environment protection and

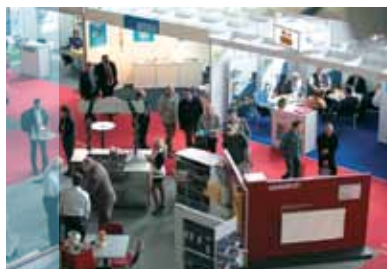
sustainable development

### 2010 Statistics:

Over 800 exhibitors from all continents

Over 21,000 visitors from the Southeast Europe, Balkans and EU

Over 50 burning issues, speeches and consultations



Slovenia

Celje  
Showground

15-18 May  
2012



## Novosti iz Epsona

Epson Factory Automation je letos predstavil novo družino šestosnih robotov S5, ki z dosegom 750 mm in 950 mm ter nosilnostjo do 5kg lepo dopolnjuje popularno serijo C3. Krmilnik je univerzalni RC180 oziroma RC620 za multirobotske primere uporabe. Programska oprema RC+ ima sedaj standardno vgrajeno simulacijo, ki omogoča grafični prikaz delovanja robota direktno iz napisanega programa. V simulator so vgrajeni vsi SCARA, šestosni in Spider roboti.



**Slika 1.** Epson S5L – doseg 950 mm, nosilnost do 5kg

Univerzalni kompaktni krmilnik RC180 z opcijami Profibus, RS232 in razširitvijo I/O. Krmilnik je solid state, standardna komunikacija s PC je preko USB in ethernet. Posebej priročna funkcija je arhiviranje oziroma backup kontrolerja na USB-ključ s pritiskom na tipko Backup na krmilniku.



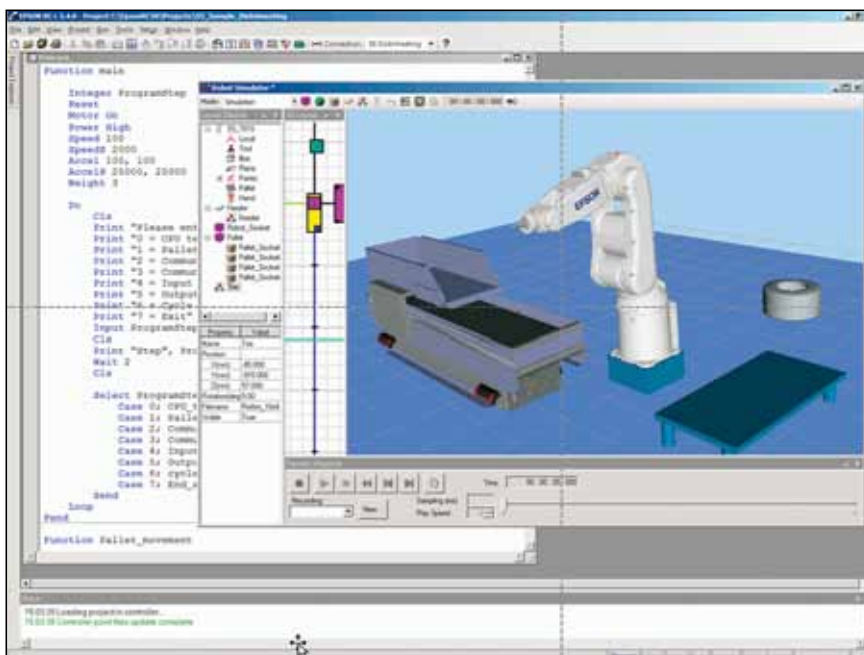
**Slika 2.** Krmilnik RC

Simulator je standardna brezplačna komponenta RC+. Omogoča preprosto izbiro tipa robota, postavitev objektov v delovni prostor in uvoz datotek CAD. Ko je program napisan, je možno izdelati avdiovizualni film za predstavitev projekta naročniku.

Simulator omogoča detekcijo trka, analizo časov delovnih ciklov, prikaz

in analizo poti, optimizacijo programa, simulacijo I/O in RS232. Simulacija deluje v realnem času.

Vir: DAX, d. o. o., Vreskovo 68, 1420 Trbovlje, tel.: 03 5630 500, [www.dax.si](http://www.dax.si), [darko.dax@siol.net](mailto:darko.dax@siol.net)



**Slika 3.** Programsko orodje za simulacijo



## Prilagodljivo prijemalo DHDG iz Festa

Festo prinaša na trg celovite rešitve na področju prijemanja s prijemali, ki so lahka in imajo visoko dinamiko. Prsti prijemala posnemajo gibanje, ki je značilno za nekatere živali, zato jih imenujejo bionski prsti. Tovrstna prijemala so primerna za nežno in prilagodljivo prijemanje.

Prijemalo sestavljajo pnevmatični pogon in elastični prsti. Prst je sestavljen iz dveh ploščatih trakov, ki sta na vrhu povezana in tvorita obliko trikotnika. Traka sta med seboj povezana z več členki, ki držijo trakova narazen in hkrati prenašajo gibanje. Pri aktiviranju se trakova upogneta, tako da prst objame predmet prijemanja. Prsti, ki so izdelani s tehnologijo laserskega sintranja iz poliamidnega prahu, so pritrjeni na okrov s pnevmatičnim pogonom.

### Bionski prsti DHDG so v treh velikostih:

DHDG-W-60 ima območje odpiranja od -80 do 290 in tehta 130g, DHDG-

-W-80 od 00 do 290 z maso 150 g ter DHDG-W-100 od -60 do 400 z maso 460 g. Temperaturno območje za vse izvedbe je od 5 do 60 °C, tlak napajanja je do 8 bar, zrak je lahko naoljen ali nenaoljen, vendar filtriran.

Dolžina prstov je 45, 85 in 125 mm, premeri prijemanja pa so različni glede na velikostni razred prijemala in dolžino prstov. Prijemati je mogoče predmete s premerom 5 mm ter tudi predmete s 160 mm premera. Prijemala imajo lahko dva, tri ali štiri prste.

Prijemala DHDG je mogoče povezati s standardiziranimi prijemali, ki jih izdeluje Festo. Prste je tako mogoče priključiti k naslednjim prijemalom:

- paralelno prijemalo HGPT,
- prijemalo z dolgim gibom HGPL,
- tritočkovno prijemalo s T utorom HGDT,
- radialno / kotno prijemalo HGRC / HGWC,
- paralelno prijemalo HGPC.

### Kje vse je mogoče uporabiti prijemalo:

- v prehrabeni industriji za prijemanja sadja, zelenjave, kruha, rib, sira, čokolade (slika 2) itd.,
- v strojništvu za prijemanje različnih obdelovancev v sistemih,



Slika 2. Prijemanje čokoladnih jajčk

- kjer sodelujeta človek in stroj,
- pri urejanju in sortiranju izdelkov različnih velikosti.

Prijemala odlikujejo oblikovno prilagajanje predmetom prijemanja, prilagodljivost različnim oblikam in dimenzijam prijemancev, enakomerna porazdelitev sile prijemanja, so za 80 % lažja kot standardna prijemala, prijemalni prsti so zamenljivi, dolga življenjska doba.

Vir: FESTO, d. o. o., Blatnica 8, 1236 Trzin, tel.: 01 530 21 00, faks: 01 530 21 25, e-mail: info\_si@festo.com, <http://www.festo.com>, g. Bogdan Opaškar



Slika 1. Prijemanje prirobnice

**IRT**<sup>3000</sup>  
inovacijarazvojtehnologije

**NEPOGREŠLJIV VIR  
INFORMACIJ ZA STROKO**  
**VSAKA DVA MESECA  
NA VEČ KOT 140 STRANEH**

### Vodnik skozi množico informacij

- kovinsko-predelovalna industrija
- proizvodnja in logistika
- obdelava nekovin
- napredne tehnologije

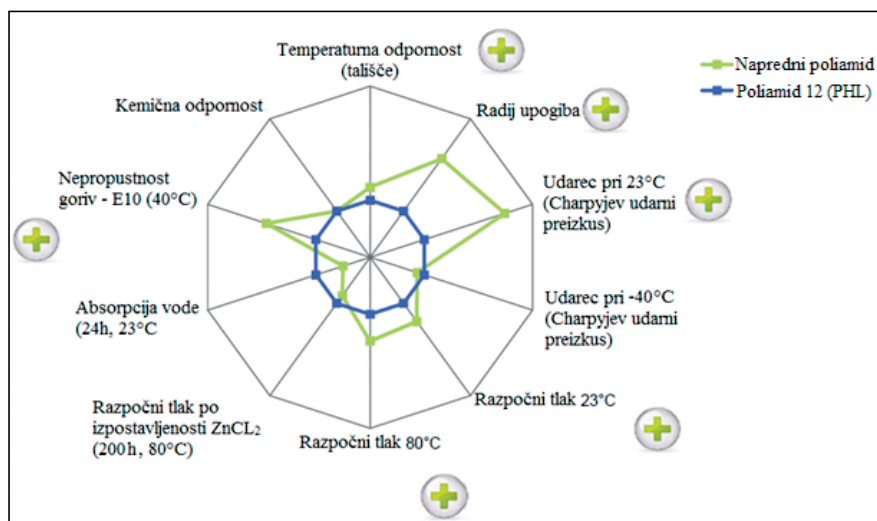
Povprašajte za cenik  
oglaševalskega prostora!  
e-pošta: info@irt3000.si



## Nove cevi Parker Legris iz naprednega poliamida

Parker Hannifin – blagovna znamka Legris – je pred kratkim predstavil nove pnevmatske cevi iz naprednega poliamida, ki so odlična alternativa dosedanjim cevim iz poliamida 12. Sestavljene so iz obnovljivih materialov po sistemu ECO-DESIGN, kar omogoča izboljšane karakteristike, in so tudi prijaznejše okolju. Na voljo so v treh različnih barvah, in sicer v beli, modri in črni v metrični različici s premeri 4, 6, 8 in 10 milimetrov. V primerjavi s poliamidom 12 imajo manjši radij upogiba in boljšo odpornost na temperaturo in tlak, saj se delovna temperatura giblje od  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , medtem ko je območje delovnega tlaka od vakuumu do 40 barov.

Vir: Parker Hannifin Corporation, Velika Bučna vas 7, 8000 Novo mesto, tel.: 07 337 66 50, faks: 07 337 66 51, e-mail: [parker.slovenia@parker.com](mailto:parker.slovenia@parker.com)



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

SREBRNI SPONZOR  
**SICK**  
Sensor Intelligence.

Mednarodni sejem za avtomatiko, robotiko, mehatroniko ...  
*International Trade Fair for Automation, Robotics, Mechatronic ...*

**25.-27.01.2012**

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

## Induktivni analogni senzorji IMA

Za induktivno in analogno zaznavanje ima podjetje SICK v svojem programu novo družino senzorjev – IMA.

Binarna izhodna informacija pogosto ni več dovolj. Za različne avtomatizirane procese, kot so nadzor natezne trdnosti, neprekinjeni linearni pomički, absolutna pozicija ali spremljanje razdalje ter merjenje razlik in debelin ponuja SICK-ova družina IMA rešitev analognega spremljanja.

To so visokozmogljivi senzorji in jih je mogoče uporabiti za zaznavanje razdalje med 4 mm in 40 mm brez mrtvih con, z ločljivostjo tudi manjšo od 1 µm, velika ponovljivost med 0,3 mm in 0,6 mm pri minimalnem temperaturnem lezenju. Senzorji iz družine IMA združujejo velike razdalje zaznavanja z najmanjšimi tolerancaми. Na tak način je mogoče zanesljivo zaznavanje tudi oddaljenih predmetov brez dodatnih mehanskih komponent. Senzorji IMA potrebujejo pri enakih razdaljah zaznavanja bistveno manj prostora za vgradnjo kot običajni analogni senzorji.

Na voljo je šest različnih velikosti okrovov: M8 in M12 z analognim napetostnim izhodom 0 do 10 V kot tudi verziji M18 in M30, vsaka z dodatnim tokovnim izhodom 4 do 20 mA. Z izhodnim signalom sorazmernim razdalji ponuja serija IMA možnost reševanja najrazličnejših nalog pri avtomatizaciji. Senzorji IMA so ekonomični in natančni.



Vir: SICK, d. o. o.,  
Cesta dveh cesarjev 403, 1000  
Ljubljana, tel.:  
01 47 69 990,  
fax.: 01 47 69  
946,  
e-mail: office@  
sick.si, http://  
www.sick.si

**IRT**<sup>3000</sup>  
inovacije razvoj tehnologije  
www.irt3000.si

  
**strojnistvo.com**  
križišče strojnikov



LABORATORIJ  
ZA  
**LOTRIČ**<sup>®</sup>  
MERO SLOVJE

Telefon: 04 / 51 70 700  
info@lotric.si  
www.lotric.si

**OVERITVE**

**KALIBRACIJE**

**KONTROLE**

**PRODAJA**

**PERIODIČNI PREGLEDI**

**AKADEMIJA**

*Merimo  
za prihodnost*  
*We Measure the Future*

DOBRA VAGA V NEBESA POMAGA



# Obvladovanje merilne opreme

Primož HAFNER

Zahteve za obvladovanje merilne opreme in zagotavljanje merilne sledljivosti so opredeljene v standardih sistemov vodenja kakovosti serije ISO9000, ISO14000 in ISO17000. Elemente, pomembne pri obvladovanju merilne opreme, obravnava tudi ISO10012 (ILAC-G24 in OIML D10), ki govori o procesu meroslovne potrditve opreme. Poleg merilne pa je potrebno obvladovati tudi drugo opremo, ki vpliva na končni rezultat preskusa, testa, kalibracije, ovrednotenja, ...

V procesu obvladovanja merilne opreme je potrebna kalibracija, če želimo zagotoviti sledljivost naših meritev. Uporabnik lahko naroči kalibracijo pri usposobljenem kalibracijskem laboratoriju ali jo izvede sam – interna kalibracija, pri čemer morajo veljati podobna merila.

Vsaka organizacija mora opredeliti zahteve za posamezen kos opreme glede na njegovo uporabo. Na podlagi tega se pripravi program kalibracij oziroma drugih načinov preverjanja, s katerimi se bo nadziralo, ali oprema izpolnjuje opredeljene zahteve. Na osnovi kalibracijskega certifikata (rezultat) se sprejme zaključek o primernosti opreme. Rezultat mora biti v tem primeru takšen, da omogoča odločitev o ustreznosti glede na predhodno postavljene zahteve uporabnika (npr. da je kalibracija opravljena v primernih merilnih točkah, da je merilna negotovost dovolj majhna).

Primož Hafner, univ. dipl. inž., LOTRIČ laboratorij za meroslovje, d. o. o.

Organizacija mora opredeliti meroslovne in druge zahteve za opremo glede na proces, v katerem se uporablja, oziroma določiti vse karakteristike, ki so za neko opremo pomembne. Pri tem upošteva zahteve, opredeljene v metodi, splošne zahteve, podatke iz literature, specifikacije proizvajalca ter podatke iz prejšnjih ugotovitev – validacija metode. Opredelitev zahtev vedno izhaja iz namena uporabe, tako so lahko zahteve različne, če se oprema uporablja

pri različnih procesih.

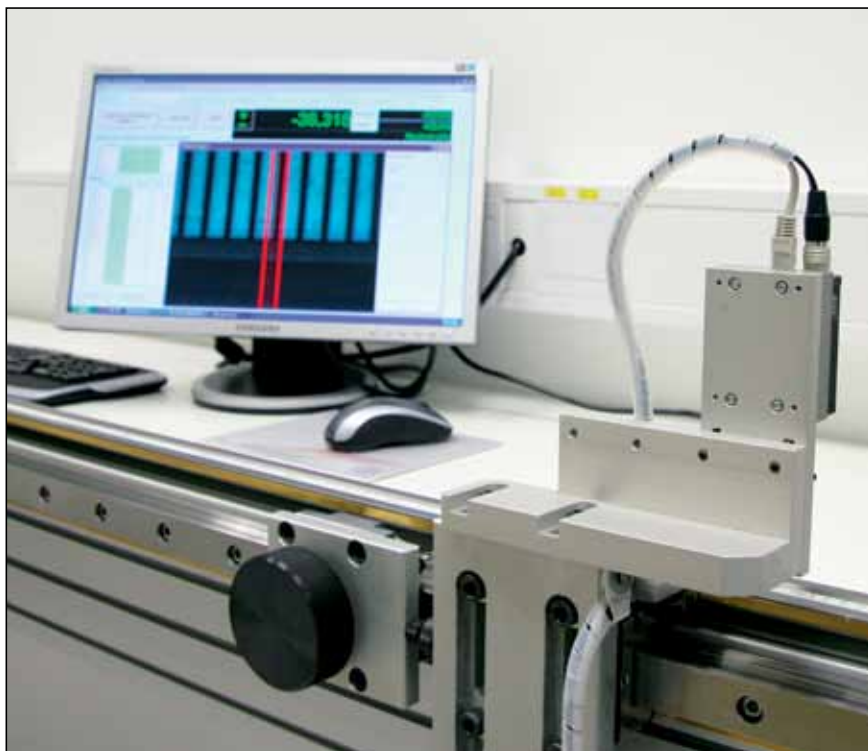
Ker je obvladovanje merilne in druge opreme v procesu merjenja zahtevna naloga, se uporabniki navadno odločajo za zahteve, ki jih opredeljujejo razni standardi. Vendar je potrebno poudariti, da se s tem lahko povzročijo odvečni stroški, zlasti zaradi zelo ozkih standardnih toleranc. Tako se organizacije odločajo za razvrščanje merilne opreme v nivoje (tabela 1).

**Tabela 1.** Primer razvrstitve merilne opreme

Nivo	Ime nivoja	Oznaka (barva)	Rok	Posebne zahteve
1	etaloni	rumena	12	zunanja kalibracija (ISO 17025)
2	delovni etaloni	oranžna	12	interna kalibracija z etaloni 1. nivoja (po načelih ISO 17025)
3	merila prvega reda	modra	6	zunanja kalibracija (ISO 17025)
4	merila drugega reda	zelena	12	interna kalibracija z etaloni 2. nivoja
5	ostala merila	rdeča	24	vizualni pregled
6	zakonska merila	/	zakon	pooblaščen zunanja organizacija



**Slika 1.** Oprema pod tlakom in varnostni ventili spadajo v zakonsko opredeljeno opremo in jih je potrebno v skladu z zakonodajo redno preverjati. Tovrstne preglede lahko opravljajo samo pooblaščen osebe (OPP – organ za periodične preglede) Ministrstva za gospodarstvo.



**Slika 2.** Tudi programska oprema mora biti pod stalnim nadzorom

Prepogosto opažamo, da uporabniki nimajo ustrezno opredeljenih zahtev za primernost merilne opreme. Vsak kos merilne opreme mora imeti svoj evidenčni karton, na katerem so opredeljene tehnične specifikacije merila in najpomembnejši kriteriji za sprejemljivost merilne opreme (SMO). Pri izvedbi kalibracije pa je potrebno upoštevati splošne zahteve za kalibracijo (sledljivost etalonske baze, pogoji okolja, usposobljeno osebje in ustrezni postopki).

Kriterij sestavlja več vidikov, ki jih merilo v danem procesu mora zagotoviti in morajo biti ugotovljeni pri kalibraciji merila. Bistveni lastnosti merilne opreme sta točnost in natančnost. Točnost mora biti zagotovljena v celotnem oziroma lahko tudi

zgolj v delnem merilnem obsegu, če tako merilo tudi uporabljamo. Vendar je pri tem potrebno preprečiti uporabo merila v delu, kjer točnost ni zagotovljena. Standardi navadno opredeljujejo zahteve za točnost merila v absolutnih vrednostih v obliki največjih dopustnih pogreškov (NDP). V primerih, ko posebne zahteve za ponovljivost oziroma natančnost merila v standardu niso zapisane, se laboratoriji držijo največjih dopustnih pogreškov, ki veljajo za točnost merila.

Drugi bistven kriterij sprejemljivosti je napaka, ki smo jo storili, ko smo določali točnost merila. Tej napaki rečemo merilna negotovost, ki določa, kako točno smo določili pogrešek merila. Standardi le redko opredeljujejo kriterije za »velikost« merilne negotovosti. V meroslovnem svetu se uveljavlja načelo, da naj bi bila merilna negotovost manjša od 1/3 NDP (tabela 2). Razlog za to je verjetno preprost.



**Slika 3.** Kalibracija merilnika debeline na etaloni iz različnih materialov in različnih debelin

**Tabela 2.** Izračun vpliva merilne negotovosti na skupno točnost merila

NDP	merilna negotovost	Seštevek <sup>2</sup>	Vpliv negotovosti na skupni seštevek
1 mm	0,10 mm	1,01	1 %
1 mm	0,20 mm	1,04	4 %
1 mm	0,33 mm	1,11	11 %
1 mm	0,50 mm	1,25	25 %
1 mm	0,75 mm	1,56	56 %
1 mm	1,0 mm	2,0	100 %
1 mm	2,0 mm	5,0	400 %

Če pogledamo osnovno razčlenitev merilne negotovosti v merilnem procesu, potem to lahko zapišemo z enačbo:

$$U = k \times \sqrt{u_m^2 + u_{mi}^2 + u_v^2}$$

Pri čemer pomeni:

*U* – skupna ali končna merilna negotovost,

*k* – faktor pokritja (verjetnost poraz-

delitve), ki naj bi v meroslovju pri normalni ali Gaussovi porazdelitvi presegl 95 % ali  $k = 2$  (v skladu z EA-4/02),

$u_m$  – prispevek negotovosti merilnega instrumenta (po certifikatu o kalibraciji),

$u_{mi}$  – prispevek negotovosti zaradi uporabe merilnega instrumenta (odčitavanje, ponovljivost, obnovljivost, primerljivost, dolgotrajna stabilnost, okolje, ...),

$u_v$  – prispevek negotovosti zaradi merjenega vzorca (predstavljajte si merjenje ledene kocke v topli sobi).

Prispevek merilnega instrumenta ( $u_m$  in  $u_{mi}$ ) moramo že v osnovi zmanjšati pod 1/3 (ker nam to prinese v nadaljevanju največ 10 %) skupne tolerance pri merjenju vzorca. Z nadaljnjim upoštevanjem korekcij merila (glede na izmerjeni pogrešek pri kalibraciji) nam ostane zgolj člen merilne negotovosti. Korekcije ni potrebno upoštevati in se je navadno pri končnih meritvah ne upošteva, saj je običajno relativno zelo majhna. V tem primeru lahko enostavno seštejemo korekcijo (lahko tudi celoten NDP) in merilno negotovost (tabela 3).

Kalibracijski rezultat lahko upoštevamo na sledeče načine:

**Primer 1:**

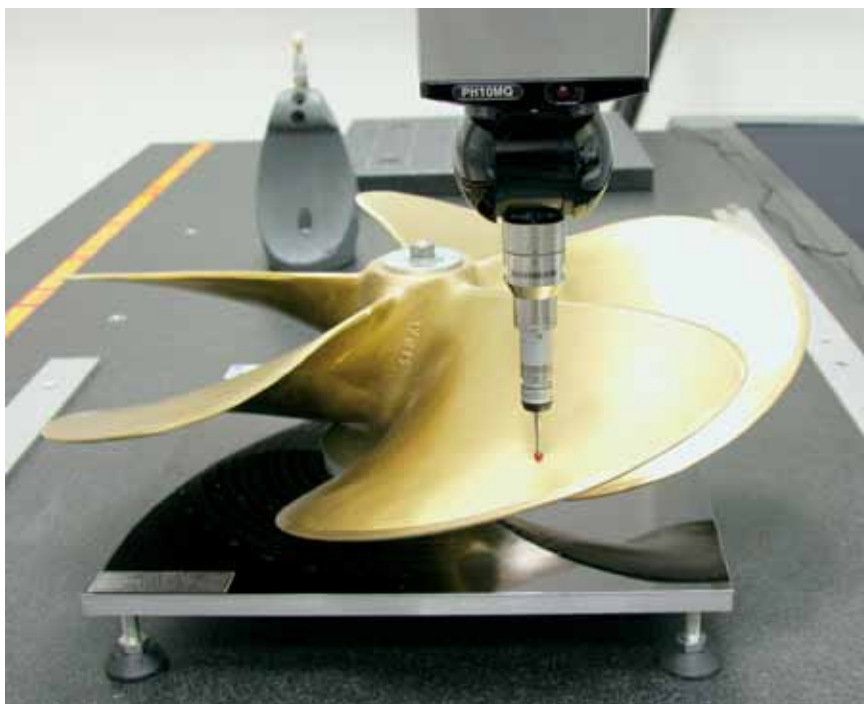
Merilec mora upoštevati napačno kazanje merila in napraviti pet serij ponovitev meritev ter izračunati povprečno vrednost. Skupaj z oceno ali izračunom merilne negotovosti, ki jo opravi pri meritvi ( $<0,1$  mm), se odloči za ustreznost vzorca.

**Primer 2:**

V tem primeru se zanemari pogrešek merila ( $+0,2$  mm) in opravi še ena meritev. Pogrešek je tako skupaj z merilno negotovostjo (0,06 mm). Pri tem pa izračun končne merilne negotovosti pokaže, da bi samo negotovost merjenja bistveno onemogočila ugotavljanje ustreznosti vzorca ( $>0,2$  mm).

**Primer 3:**

V tem primeru se za ustreznost merila in meritev vzame celotna tole-



**Slika 4.** Meritev navojnice na pogonskem ladijskem vijaku

**Tabela 3.** Zapis na kalibracijskem certifikatu merila. Meritev premera 1000 mm, s pomičnim merilom ( $d = 0,1$  mm) in s toleranco za vzorec  $\pm 0,35$  mm.

Merjena vrednost	Izmerjeni pogrešek	NDP	Merilna negotovost
1000 mm	+0,1 mm	$\pm 0,25$ mm	0,06 mm



**Slika 5.** Meritev pravilnosti izvrtin (pravokotnost, vzporednost, ...) na triosnem merilnem stroju

ranca merila ( $\pm 0,25$  mm) in se ne upošteva korekcije merila. Izračun merilne negotovosti pokaže nemogoče ugotavljanje ustreznosti vzorca, saj negotovost skoraj v celoti zasede toleranco ( $>0,3$  mm).

S pravilno uporabo merilnega instrumenta dopuščamo večje varia-

cije vzorcev (90 %) in s tem povečamo ustreznost vzorcev v končni izdelavi. Pri zmanjševanju slabih izdelkov oziroma večanju zahtev odjemalcev si zares ne smemo privoščiti napak pri merjenju, saj te neposredno vplivajo na slabe izdelke, čeprav v veliki meri to niso. Z enostavnimi ukrepi in boljšim načrtovanjem, obvladovanjem merilne opreme

lahko ustvarimo velike prihranke, čeprav sta prepogosta kalibracija in vzdrževanje merilne opreme strošek. Z razvrščanjem meril v nivoje glede na zahtevnost uporabe zmanjšamo možnost napak v procesu merjenja in s tem zagotovimo manjše število slabih izdelkov.



## Hiša naprednih tehnologij

**Višja strokovna šola na Ptuj** zagotavlja kakovostno izobraževanje, predvsem z aplikativnim raziskovanjem in sodelovanjem z lokalno skupnostjo, podjetji, zavodi in ustanovami. S programi formalnega in neformalnega izobraževanja ter svetovanja sledi interesom gospodarstva in širše javnosti. Šola razvija in spodbuja kakovostno pedagoško delo ter prispeva h gospodarskemu in kulturnemu razvoju regije, saj so znanja stroke pomembno gibalno razvoja in zagotovilo za konkurenčnost gospodarstva.

Višja strokovna šola (VŠŠ), ki deluje kot organizacijska enota Šolskega centra Ptuj, je pričela z izvedbo študijskih programov v letu 2005/2006. Na VŠŠ Ptuj se zavedamo, da je kakovost v izobraževanju zelo pomembna. Le kakovostno delo in stalne izboljšave, ki jih uvajamo na podlagi samoevalvacije, nas bodo pripeljali do tega, da bomo še boljši, učinkovitejši in da bodo zadovoljni tako udeleženci študijskega procesa kot partnerji.

Za izobraževanje ima šola sodobno

opremljen laboratorij za robotiko in industrijske pogone, ki smo ga poimenovali Hiša naprednih tehnologij – HNT. Hiša naprednih tehnologij omogoča v prvi vrsti povezovanje partnerskih podjetij in šole na področjih sodobnih tehnologij z izvajanjem izobraževanj in razvojnih nalog.

HNT je realni model proizvodnega procesa, v katerega je lahko vključene pet robotskih celic (slika 1):

- Celica, ki vključuje 5-osni učni robot, ki je, zaradi enostavnosti, idealen za uvajanje udeležencev v svet robotike.
- Celica z robotom, ki ga poganjajo napredni koračni motorji, s frekvenčnim pretvornikom, gnanim tekočim trakom in regalnim skladiščem. Krmiljena je z industrijskim krmilnikom, ki omogoča povezovanje in nadzor njenih komponent.
- Robotska celica, ki jo sestavlja členkasti industrijski robot, opremljen s strojnimi vidom, ki mu omogoča lociranje predmetov v njegovem delovnem območju.
- Naslednja robotska celica vsebuje poleg industrijskega robota še linearno podajalno mizo, ki je gnana s servopogonom.
- Zadnja robotska celica vključuje ekstremno hiter portalni paralelni

robot za prijemanje, sestavljanje, sortiranje ter vstavljanje.

Vse celice je možno med sabo povezati v industrijsko omrežje (ProfiBus, Industrial Ethernet), kar omogoča centralni nadzor celotne linije z operacijskimi paneli (lokalno) ali nadzor s SCADA-sistemi (lokalno in oddaljeno).

Študenti višješolskega študijskega programa mehatronika na predavanjih pridobijo temeljna strokovno-teoretična znanja, ki jih v laboratoriju podkrepijo z reševanjem konkretnih praktičnih primerov. Temeljna in ozko specializirana izobraževanja s področja mehatronike nudimo tudi zaposlenim in brezposelnim osebam.

Zaposlenim in brezposelnim osebam prav tako omogočamo temeljno usposabljanje s področja robotike, ozko specializirano izobraževanje, programiranje, vzdrževanje in servisiranje robotov. Pri izvajanju usposabljanj, izobraževanj in razvojnih projektov sodelujejo z nami strokovnjaki iz podjetij, ki so donatorji opreme. Vsa oprema se stalno posodablja, kar omogoča usposabljanje na najnovejših modelih naprav.

*Robert Harb, Slavko Plazar,  
Franci Jus, Bojan Brečko  
Šolski center Ptuj, VŠŠ*



**Slika 1.** Robotske celice, ki se lahko povežejo v proizvodno linijo

**VENTIL**

REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

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

# Pogovor z dr. Stojanom Sorčanom iz MVZT

Vsekakor smo se s tehtnim razlogom odločili, da za intervju izberemo dr. Stojana Sorčana, uspešnega direktorja direktorata za visoko šolstvo pri Ministrstvu za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo Republike Slovenije. Dr. Sorčan je priljubljen med sodelavci, kot takšnega ga poznajo tudi mnogi v gospodarstvu in tudi v Odboru za znanost in tehnologijo pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije. Direktorat za visoko šolstvo, ki ga vodi dr. Sorčan, opravlja naloge, s katerimi zagotavlja načrtovanje, usmerjanje in financiranje dejavnosti visokega šolstva, študentskih domov in visokošolskih knjižnic. Oblikuje izhodišča in cilje politike visokega šolstva, analizira uresničevanje konkretnih ciljev, pripravljala je Nacionalni program visokega šolstva, ga spremlja in vrednoti njegove učinke, pripravlja predloge zakonskih in drugih aktov, daje soglasje k razpisu za vpis in razmestitev študijskih programov, določa, izvaja in analizira integralno financiranje visokošolskih zavodov, analizira socialno-ekonomska vprašanja študentov, opravlja strokovne naloge glede vključevanja v visokošolski prostor EU.

**Ventil:** Preden Vas dr. Sorčan povprašam o vašem izjemno uspešnem delu na direktoratu za visoko šolstvo, ki deluje v okviru Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo Republike Slovenije, Vas prosim za kratko predstavitev Vašega osebnega poklicnega razvoja in dosedanjih dejavnosti.

**Dr. Sorčan:** To je pa kar težko odgovoriti, čeprav je bil moj osebni razvoj v bistvu posvečen temu, kar danes

razumemo pod pojmom družba znanja. Po izobrazbi sem namreč sociolog znanosti. Moj intelektualni interes je zatorej že od študijskih let naprej usmerjen v proučevanje in analiziranje, v zadnjem letu pa tudi v graditev specifičnih odnosov med družbo, znanostjo in tehnologijo. Ponosen sem, da sem doktoriral na Fakulteti za družbene vede Univerze v Ljubljani pod mentorstvom prof. dr. Tineta Hribarja in prof. dr. Andreja Kirna na temo znanstveno-tehničnih sprememb na Slovenskem, kjer sem na primeru razvoja Instituta Jožef Stefan empirično dokazal usodno večplastno prepletenost družbenih in kognitivnih dejavnikov pri konstituiranju t. i. družbe znanja. Nadalje sem prav tako ponosen, da sem lahko v okviru SAZU in ARRS uredil dve strokovni knjigi o slovenskem razvoju raziskovalnorazvojne dejavnosti v devetdesetih letih in primerjalno analizirano znanstveno-tehnično dejavnost v Sloveniji. In ne nazadnje sem zelo ponosen, da me je bivši minister Gregor Golobič zaprosil, da ob odhodu v pokoj nadomestim mag. Majdo Širok v direktoratu za visoko šolstvo na MVZT ter da sem lahko sodeloval pri pisanju in sprejemanju Nacionalnega programa visokega šolstva 2011–2020.

**Ventil:** Glede na Vaše mnogoštevilne zadolžitve na MVZT nas zanima, kako bi opisali svoje delo in na kaj ste kot direktor direktorata za visoko šolstvo danes najbolj ponosni?

**Dr. Sorčan:** Moje delo v tej funkciji je zelo raznovrstno, kot so seveda tudi naloge našega direktorata. Poleg tega, da proračunsko financiramo visokošolsko dejavnost v Sloveniji (270 milijonov), je naša ključna skrb namenjena izvajanju ciljev in ukrepov NPVŠ 2011–2020, kar pomeni predvsem zagotavljanje ustreznih zakonskih in sistemskih pogojev za kakovosten in mednarodno primerljiv razvoj našega visokega šolstva. To je naše najpomembnejše poslanstvo. Spremembe visokošolskega sistema, kot so zapisane v sprejetem NPVŠ, so nujne. Brez njih ne bomo ustvarili družbe znanja, povečali produktivnosti gospodarstva in zvišali kvalitete našega življenja ter ohranili našega naravnega okolja. Ključne spremembe se morajo zgoditi v tri-



Dr. Stojan Sorčan, direktor direktorata za visoko šolstvo pri MVZT



*Dr. Stojan Sorčan na okrogli mizi o politehnikah 18. 3. 2011 v Grand hotelu Primus na Ptuju (foto:OZS)*

kočniku znanja, ki povezuje univerzo z družbo, predvsem z gospodarstvom in raziskovalnimi inštituti. To je naš ključni izziv in izjemna strateško razvojna priložnost. Žal se tega ne zavedamo dovolj. Namesto nujnih sprememb vztrajamo na ohranjanju obstoječega, in sicer od univerz, zasebnih visokošolskih zavodov, sindikatov, pa tudi gospodarstva in politike. Zato sem izjemno ponosen na nedavno sprejeti NPVŠ, ki je uspel postaviti drzne cilje in ukrepe na poti v družbo znanja.

**Ventil:** *Kakšne spomine imate na čas, ko ste bili zaposleni še na ARRS?*

**Dr. Sorčan:** ARRS je postala ugledna, mednarodno prepoznavna, učinkovita in močna institucija na področju znanstvenoraziskovalne dejavnosti v Sloveniji. Pod taktirko direktorja dr. Francija Demšarja je zaslužna za dvig mednarodnih standardov kvalitete znanstvenega raziskovanja, ki izjemno raste, kar smo večkrat tudi empirično dokazali. Vendar pa ARRS deli usodo vseh institucij znanja v Sloveniji. Premalo je vpeta v kreiranje in izvajanje trikotnika znanja, a ne po lastni zaslugi. Znanstveno raziskovanje je v Sloveniji preveč ločeno od visokošolske dejavnosti kakor tudi od razvoja gospodarstva. Absurdno je, da je naš sistem tako ločen in nepovezan, da mora vsak univerzitetni profesor za svoje znanstvenoraziskovalno delo kandidirati na javnih razpisih, kakor je še bolj absurdno, da izjemne raziskovalke in raziskovalci

na javnih raziskovalnih inštitutih ne predavajo študentkam in študentom. Tudi povezanost znanstvenega raziskovanja z aktualnimi izzivi slovenske družbe je premajhna. Preveč delamo vsak zase in premalo skupaj.

**Ventil:** *Če nekako analiziram Vašo prehojeno pot, se mi vseeno poraja vprašanje, zakaj ste se odločili za službo na MVZT?*

**Dr. Sorčan:** Predvsem zaradi vsega zgoraj povedanega. V ministru Gregorju Golobiču in ekipi na MVZT sem videl možnost sprememb, o katerih sem govoril prej. Pisanje in javna razprava o NPVŠ je pokazala, da je potrebno visokošolsko in raziskovalnorazvojno politiko intelektualno razgibati in vztrajati pri začrtanih spremembah. To je za moj sociološki profil izjemno atraktivno.

**Ventil:** *Kako bi sami ocenili Vaše delo v funkciji direktorja direktorata za visoko šolstvo pri MVZT?*

**Dr. Sorčan:** Menim, da je Državni

zbor sprejel izjemno dober dokument NPVŠ, v katerega smo vložili ogromno truda in napora. Veseli me, da je ta dokument danes celovito združen tudi z dokumentom RISS v enotno publikacijo, ki se imenuje »Drzna Slovenija«. Verjamem, da imamo zdaj dober dokument in veliko možnosti in razlogov, da ga uresničimo. Žal je zmanjkalo politične energije, ki je pri uresničevanju tako kompleksnih sprememb izjemno potrebna, že zaradi dobrega vzdušja in zaupanja v vizijo, ki jo predstavlja politika. Pred nami je priprava novega zakona o visokem šolstvu, ki naj bi normativno uredil uresničevanje zapisanih ciljev, zlasti financiranja, okrepljene avtonomije ter družbene in mednarodne vpetosti visokošolskih zavodov v Sloveniji. Tu se lotimo pomembnih tem, tudi strukturnih, ki bodo terjale dogovore in usklajenost med vsemi ključnimi akterji, od univerz, sindikatov, gospodarstva in nenazadnje tudi politike, kar pa je v sedanjih družbenih razmerah, ko najraje vsi nasprotujemo vsemu, izjemno težko doseči.

**Ventil:** *Ali nam lahko na kratko predstavite svoje videnje povezovanja gospodarstva in znanosti oz. ali je po Vašem mnenju tega v Sloveniji dovolj? Kaj mislite, da bi bilo ključnega pomena za uspešen razvoj našega gospodarstva?*

**Dr. Sorčan:** Povezovanje gospodarstva in znanosti je izjemno zapleten



*Utrip s srečanja gospodarstva in znanosti in okrogle mize o politehnikah (foto: OZS)*





Izjemen obisk 7. Nanotehnoškega dne (253 udeležencev), ki se je zaključil z okroglo mizo o politehnikah. Organizirala sta jo OZS in direktorat za visoko šolstvo pri MVZT (foto: OZS).

in kompleksen problem. Prepričan sem, da Slovenija potrebuje še veliko več povezovanja, kot ga je bilo doslej. Pohvalil bi vaš odbor za znanost in tehnologijo, ki deluje pri OZS, da ste se intenzivno in sistematično lotili povezovanja gospodarstva in znanosti in da zelo učinkovito prenašate novo znanje in nove tehnologije še zlasti v mala in mikro podjetja. NPVŠ govori o tem na različnih mestih. Izboljšanje medinstitucionalnega in medsektorskega sodelovanja je predpogoj za ustvarjanje sodobne družbe znanja. To je na občih, deklarativni ravni seveda razumljivo. Težje je pri uresničevanju tega, saj slovenski visokošolski in raziskovalnorazvojni sistem delujeta neintegrirajoče. Po drugi strani pa sta oba sistema premalo diferencirana glede na različne družbene vloge, ki naj bi jih opravljala. Če poteka pri raziskovalnorazvojni dejavnosti ta ločnica med znanostjo in tehnologijo, potem je na visokem šolstvu ta ločnica med univerzitetnimi in strokovnimi študijskimi programi. Vsi vemo, da je razločevanje enega in drugega ključno za uspešen razvoj podsistemov, a dejansko v Sloveniji tega razločevanja ni. Tako kot je tehnologija utopljena v znanosti, so strokovni študijski programi utopljeni v univerzitetnih. Njihova institucionalna razločitev je zato ključna za uspeh enega in dru-

gega. V NPVŠ smo zato zapisali, da je potrebna vsebinska, izvedbena in organizacijska ločitev strokovnega in univerzitetnega študija na prvi študijski stopnji. V tem kontekstu naj bi novi zakon omogočil ustanavljanje politehnik, ki bodo izvajale strokovne študijske programe.

**Ventil:** Kako bi Vi na kratko opisali politehniko in kako bi po Vašem mnenju te lahko bile uspešne tudi v Sloveniji?

**Dr. Sorčan:** Drugi ukrep NPVŠ pravi, da je potrebno na novo opredeliti binarnost, se pravi ločiti univerzitetne in strokovne študijske programe. »Za izvajanje strokovnih študijskih programov bo treba zagotoviti izobraževalni proces, ki bo temeljil predvsem na zagotavljanju strokovnih kompetenc diplomantov ob doseganju zahtevanih učnih izidov, ki bodo izhajali iz nacionalnega ogrodja kvalifikacij, in na trajnejšem sodelovanju s potencialnimi uporabniki njihovega znanja, zlasti z gospodarstvom, ter na potrebah regije, v kateri delujejo. Način strokovnega poučevanja bo usmerjen v pridobivanje strokovnega znanja in veščin ter v sposobnost uporabe znanja v različnih okoljih, kurikulum pa bo vključeval praktično usposabljanje, ki bo moralo biti vnaprej zagotovljeno.

Najmanj 50 % kadra, ki bo poučeval na strokovnih programih, bo moralo imeti vsaj triletno delovno izkušnjo iz neakademskega sveta oziroma iz gospodarstva ali negospodarstva.«

**Ventil:** Kako bi Vi ocenili okroglo mizo, ki smo jo o politehnikah organizirali po 7. Nanotehnoškem dnevu na Ptuju?

**Dr. Sorčan:** Moje mnenje je, da je bil dogodek izjemno uspešen in organiziran ob pravem času, ko sta bila v javni razpravi RISS in NPVŠ. Dogodek je bil tudi medijsko dobro pokrit in gostili smo eminentne predstavnike iz gospodarstva, akademsko-znanstvene sfere ter lokalnega okolja. Okrogla miza je potrdila programsko izhodišča NPVŠ, da je potrebno razločiti univerzitetne in strokovne študijske programe in da se morajo slednji oblikovati in razvijati z roko v roki z gospodarstvom in potrebami regije. V Ljubljani je takšno tezo težko sprejeti, na Ptuju pa se je slišala kot razvojni imperativ. V tem kontekstu je bila okrogla miza izjemno poučna.

**Ventil:** Ali nam lahko za zaključek, dr. Sorčan, še zaupate, kakšni so Vaši načrti za naprej?

**Dr. Sorčan:** NPVŠ nam nalaga pravo novega zakona o visokem šolstvu, ki bo moral zelo modro določiti pogoje modernejšega financiranja in upravljanja visokega šolstva v Sloveniji. Z njim bomo morali ohraniti in zagotoviti večjo avtonomijo visokošolskih institucij, zlasti univerze, povečati njihovo kakovost in odgovornost, spodbuditi raznolikost in različnost visokošolskega sistema, okrepiti vpetost v domače družbeno in zlasti gospodarsko okolje kakor tudi v mednarodno okolje ter subtilno zavarovati socialno dimenzijo visokošolskega študija v Sloveniji.

**Ventil:** Hvala za Vaše odgovore in nadvse zanimive informacije. Želimo Vam še veliko uspehov pri Vašem delu!

Janez Škrlec, inženir mehatronike  
Obrtna podjetniška zbornica Slovenije

## Nove knjige

### [1] Amano, R. S., Sunden, B.: *Computational Fluid Dynamics and Heat Transfer*

– Knjiga obravnava računalniške metode za dinamiko fluidov in prenos toplote. Namenjena je raziskovalcem, inženirjem, učiteljem in študentom. Tematika obsega osnove in zahtevnejše pristope ter teorije končnih diferenc in končnih volumnov, simulacijo vrtnčenja, direktno numerično simulacijo in hidrodinamiko drobnih delcev. Posamezna poglavja obravnavajo številne praktične primere reševanja nalog – od toka skozi turbinske lopatice do simulacije turbulentnih tokov in pospeševanja nelinearnih tokov. – *Zal.:* WIT Press, 25 Bridge Street, Billerica, MA 01821, USA; 2011; *ISBN:* 978-1-84564-144-3; *obseg:* 512 strani; *cena:* 390,00 USD.

### [2] GET – *Green Energy Technology*

– Nova revija za vprašanja s področja zelenih energij (izhaja od leta 2010). Obravnava: sončno energijo, vetrno energijo, nove energijske surovine, vodno energijo, geotermalno energijo, infrastrukture in omrežja itn. Analizira koncepte delovanja, sestavine in sisteme. Izhaja 6-krat letno. – *Zal.:* Verlag Moderne Industrie GmbH, Justus-von-Liebig-Str.1, 86899 Landsberg, ZRN; tel.: +08191/97000-378; e-pošta: [aboservice@mi-verlag.de](mailto:aboservice@mi-verlag.de); internet: [www.konstruktion.de/prae-mien](http://www.konstruktion.de/prae-mien); letna naročnina: 79,00 EUR.

### [3] Jetton, J. S., Porter, B. E.: *Natural Negotiation for Engineers and Technical Professionals*

– Pogajanja so del življenja, če iščemo delo ali dom. To velja seveda tudi za inženirje, tehnike in druge tehnične strokovnjake. Ob pogovoru za zaposlitev vas bo potencialni delodajalec prav gotovo povprašal, kakšen dohodek pričakujete. Avtorja poudarjata, da je na mestu odgovor, ki pravi, da najprej želimo vedeti, za kakšno delovno mesto gre in kaj od prihodnjega sodelavca

pričakujejo, preden se bo odločil o tem, kakšno plačo pričakuje. Kupec mora najprej poznati ceno, časovne zahteve in druge pomembne podatke, preden se bo odločil za nakup. To so tudi osnovna vsebinska napotila inženirjem in drugim tehničnim strokovnjakom za ustrezne vsebine in načine pogajanja od začetka do konca. Gradivo oz. vsebine priporočil so plod tridesetletnega dela avtorjev na področju poslovne tehnike, inženirstva, trgovine in vodenja proizvodnje, raziskav, razvoja in projektne inženirstva. – *Zal.:* ASME Press, Three Park Ave., New York, NY 10016-5990; 2010; *ISBN:* 978-0-7918-5965-0; *obseg:* 130 strani; *cena:* 39,00 USD (člani ASME: 31,00 USD)

### [4] O + P Konstruktions – *Jahrbuch 2011/2012*

– Letošnja posebna izdaja že tradicionalnega priročnika za projektante hidravličnih in pnevmatičnih naprav, ki jo izdaja revija *Ölhydraulik and Pneumatik*, kot vedno, obsega uvodni del s teoretičnimi osnovami in formulami za izračune (25 str.), sezname standardov (17 str.), seznam disertacij s področja fluidne tehnike in preglednice izdelkov in storitev (98 str.) ter njihovih dobaviteljev s podrobnimi naslovi (19 str. – več kot 600 naslovov). – *Zal.:* Vereinigte Fachverlage GmbH, Lise-Meitner-Strasse 2, 55129 Mainz, ZRN; tel.: +06131/992-0, internet: [www.industrie-service.de](http://www.industrie-service.de); 2011, *ISBN:* 978-3-7930-0384-0; *obseg:* 198 strani.



REVIJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

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



**Rexroth**  
Bosch Group

**OPL**  
automation

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

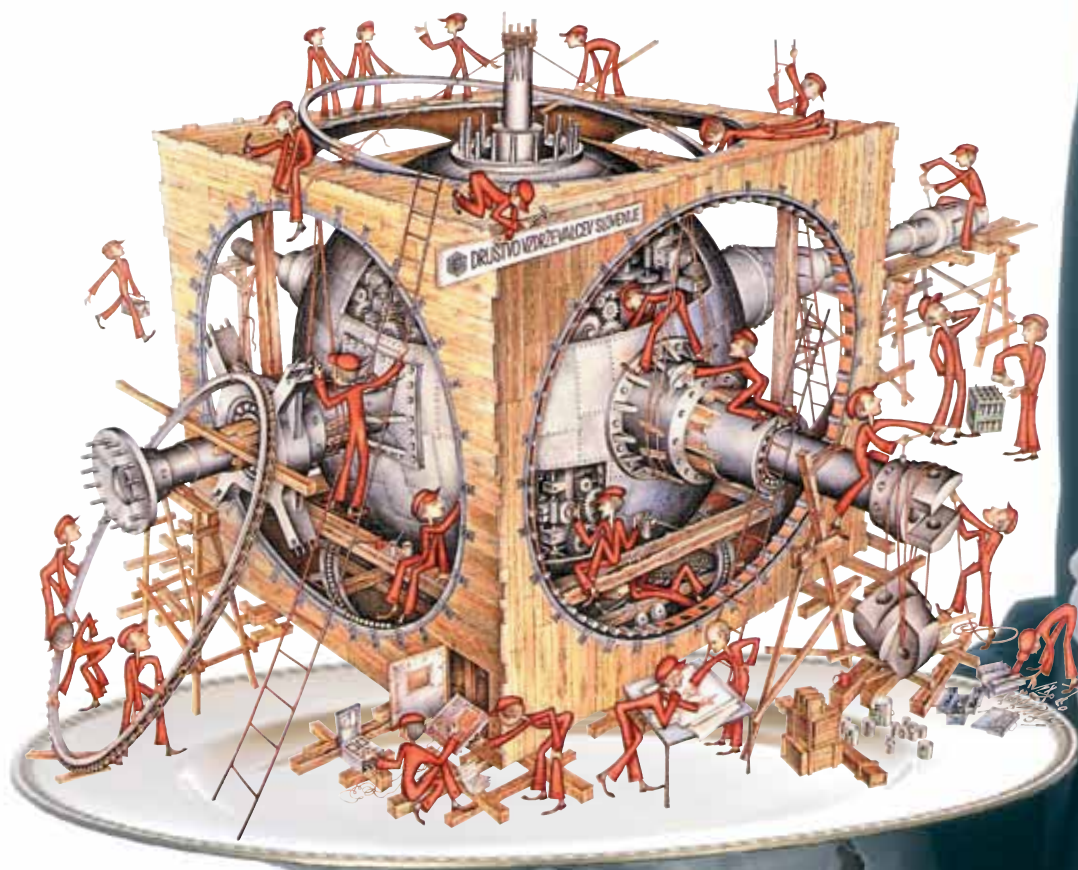
Tel. +386 (0) 1 560 22 40  
 Tel. +386 (0) 1 560 22 41  
 Mobil. +386 (0) 41 667 999  
 E-mail: [opl.trzin@siot.net](mailto:opl.trzin@siot.net)  
[www.opl.si](http://www.opl.si)





**DRUŠTVO  
VZDRŽEVALCEV  
SLOVENIJE**

# DVS



## **NASVIDENJE na**

**22. TEHNIŠKEM POSVETOVANJU VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE**

**Rogla, 18. in 19. oktober 2012**

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



## Nova programska oprema za snovanje ISO-hidravličnih valjev

Italijanska firma *Atos SpA*, Sesto Calende, je nedavno uvedla nov DVC-računalniški program za hitro in učinkovito snovanje, konstruiranje in dimenzioniranje hidravličnih ISO-valjev. Izbira in dimenzioniranje potekata z vodenjem korak po korak in omogočata najboljšo izbiro za vsak primer uporabe. Tridimenzionalno modeliranje omogoča mehansko konstruiranje z izdelavo ustrezne 3D-dokumentacije.

Programski paket omogoča:

- 2D-predstavitev valja z osnovnimi izmerami za vgradnjo in dobavo dokumentacije v datoteki DXF,
- 3D-predstavitev s pozicioniranjem giba v formatu IGES, SAT ali SEPT,

- izračun sil, preverjanje uklonske trdnosti, končnega dušenja in življenjske dobe valja,
- tehnično dokumentacijo in preglednico rezervnih delov valja in elementov za priključevanje ter
- oblikovanje računa za dobavo.

Programski paket DVC je na voljo tudi v formatu DVD v angleškem, italijanskem, francoskem ali nemškem jeziku. Na voljo so ATOS-ovi hidravlični valji v izvedbah:

- ISO 6020-2, s pravokotno glavo, pritrditvijo batnice in imenskim tlakom 250 bar,
- ISO 6020-1, z okroglo glavo in protiprirobnico ter imenskim tlakom 250 bar,
- ISO 6020-3, valji večjih premerov s protiprirobnico in imenskim tla-

kom 250 bar,

- ISO 6022, z okroglo glavo in protiprirobnico, z imenskim tlakom 320 bar,
- ISO 6020-2, s pravokotno glavo, v izvedbi servovalja, z imenskim tlakom 250 bar,
- ISO 6020-2, valji v protieksplzijski izvedbi po direktivi ATEX 94/9/CE, z imenskim tlakom 250 bar,
- ISO 6020-2, valji v izvedbi z nastavljivimi mejnimi stikali, z imenskim tlakom 150 bar,
- priključni elementi za valje po standardih ISO 6982, ISO 8132 in ISO 8133.

Več informacij po e-pošti: *info@atos.com* ali inernetu: *www.atos.com*.

Po H & P 64(2011)6 – str. 18  
Anton Stušek

## Zanimivosti na spletnih straneh

[1] **Ekskluzivne informacije o hidravliki** – <http://bit.ly/HPWebExclusive> – Revija *Hydraulics & Pneumatics* na svojih spletnih straneh kot novost ponuja poglobljene ekskluzivne informacije o prispevkih, ki so v rednih mesečnih izdajah lahko tiskani le v omejenem obsegu. Posreduje jih njihov najnovejši soavtor *Josh Cosford* iz *The Fluid Power House (Cambridge) Inc.*, certificirani specialist za hidravliko s širokimi izkušnjami pri projektiranju in vzdrževanju hidravličnih naprav.

[2] **E-novice – Fluid Power Monthly** – <http://www.hydraulic-pneumatics.com/eNewsletter> – Zadnje novice s področja fluidne tehnike na svojih spletnih straneh mesečno brezplačno objavlja revija *Hydraulics & Pneumatics*. Namenjene so inženirjem, projektantom in vzdrževalcem, ki se ukvarjajo z načrtovanjem, gradnjo, uporabo in vzdrževanjem hidravličnih in pnevmatičnih naprav in njihovih sestavin. Podarki so na zadnjih novicah in zanimivostih o njihovi uporabi.

Pokrivajo pa vsa področja industrijske in mobilne hidravlike ter pnevmatike.

[3] **Globalno izobraževanje in usposabljanje za fluidno tehniko** – [www.cfc-solar.com](http://www.cfc-solar.com)

– Ustrezno in kakovostno izobraženo strokovno osebje je potrebno za uspešno delo in poslovanje. Podjetje *CFC – Solar* v sodelovanju z revijo *Hydraulics & Pneumatics* na svojih spletnih straneh objavlja industrijski standard ustreznega izobraževanja in usposabljanja za področja fluidne tehnike v prihodnosti pod geslom »*Live Internet Training*.« Izobraževanje je odgovor na izzive sodobnega trga ter finančne in časovne omejitve uporabnikov izobraževanja in usposabljanja. Izvajali ga bodo kvalificirani in izkušeni izvajalci. Trajalo bo kratek čas, stroški pa bodo sprejemljivi. Za izčrpnije informacije se obrnite na njihov spletni naslov.

[4] **iPhone app omogoča hidravlične izračune** – <http://bit.ly/HP611InSitu> – *ftpp* – Franco-

sko konzultantsko podjetje *In Situ Hydraulic Experts* na »*Apple Store*« ponuja nov *iPhone app* za hidravlične izračune. Aplikacija omogoča ekvivalence in konverzije enot in veličin za hidravlične črpalke, motorje in valje ter izračune motorjev in mehanskih pogonov črpalok. Uporabniki le vnesejo vhodne podatke in tehnični odgovori so nemudoma na voljo. *In Situ* pravi, da je to le prvi *iPhone app* za področja fluidne tehnike.

[5] **Izobraževanje in usposabljanje za mobilno tehniko** – [www.cfc-solar.com](http://www.cfc-solar.com)

– Posamezniki, ki delajo z mobilno tehniko, pogosto potrebujejo znanja in veščine s področja hidravlike in elektrike, ki presegajo potrebe pri ravnanju in vzdrževanju industrijske opreme. Na področjih, kot so energetika, rudarstvo, železnice, ravnanje z odpadki ter industrija nafte in plina, je veliko mobilnih strojev in opreme. Če imate probleme z izobraževanjem in usposabljanjem strokovnjakov za mobilno opremo, vam podjetje *CFC-So-*

lar lahko pomaga, saj ima veliko izkušenj z izobraževanjem in usposabljanjem za vzdrževanje sodobne industrijske in mobilne opreme ter programe izobraževanja za tehnično najzahtevnejšo mobilno tehniko, vključno za izdelke za specifične namene. CFC Solar ponuja naslednje standardne izobraževalne programe za področje mobilne tehnike:

- Mobilna hidravlika – 1. stopnja
  - poglobljene osnove,
- Mobilna hidravlika – 2. stopnja
  - napredno vzdrževanje,
- Mobilna hidravlika – 3. stopnja
  - projektiranje in dimenzioniranje,
- Iskanje napak pri mobilnih sistemih z uporabo shem,
- Hidrostatični sistemi s sklenjenimi krmilnimi zankami,
- Mobilna elektrika – 1. stopnja
  - osnove,
- Mobilna elektrika – 2. stopnja – multipleksni sistemi.

CFC-Solar je primarno izobraževalno podjetje in zagotavlja certifikat mobilne hidravlike ameriškega Združenja za fluidno tehniko (Fluid Power Society Mobile – Hydraulic Certification). Več o tem na zgornjem spletnem naslovu ali el. pošti: tsheaf@cfc-solar.com.

**[6] Jasna napotila za uporabo lepil in tesnil – [www.parker-praedifa.com/as](http://www.parker-praedifa.com/as)** – Produktna skupina podjetja Parker-Prädifa na svojih spletnih straneh daje jasna napotila za uporabo in ustrezno izbiro svojih lepil in tesnil na področjih industrijske proizvodnje in vzdrževanja. Na 36 straneh je najprej podan pregled ustreznosti za posamezne namene, v nadaljevanju pa so navedeni tehnični podatki

za uporabo, predelavo, skladiščenje in varnost pri ravnanju z njimi. V preglednici je podan integralni pregled vseh lepil in tesnil, ki so na voljo na e-naslovu: seal-europe@parker.com.

**[7] Priročna biblioteka o fluidni tehniki – <http://bit.ly/HPBooks>** – Če iščete ustrezne informacije in znanja s področja fluidne tehnike, boste najhitreje prišli do njih preko e-knjigarne na spletnih straneh revije *Hydraulics & Pneumatics*. Obsežen seznam

knjig in publikacij med drugim obsega referenčne učbenike in priročnike uveljavljenih ameriških avtorjev, kot sta Russel W. Henke (»Lightning Reference Handbook on Fluid Power Systems and Circuits«) in J. L. Johnson (več knjig in priročnikov ter nekaj inštrukcij za laboratorijsko preskušanje, med njimi »Designer's Handbook for Electrohydraulic Servo and Proportional System« in »Electrohydraulic Control of Pressure and Cylinder Force«).

## Oglaševalci

CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	391, 449
DAX, d. o. o., Trbovlje	375, 465
DOMEL, d. d., Železniki	448
DVS, Ljubljana	462
FESTO, d. o. o., Trzin	375, 466
HYDAC, d. o. o., Maribor	375, 386
HYPEX, d. o. o., Lesce	395
ICM, d.o.o., Celje	397, 452
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (PE.) NORGRN, Lesce	375
JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	423
KLADIVAR, d. d., Žiri	376
LOTRIČ, d. o. o., Selca	375, 453
MAPRO, d.o.o., Žiri	375
MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	375
MOTOMAN ROBOTEC, d. o. o., Ribnica	378
NATIONAL INSTRUMENTS, d. o. o., Celje	413
OLMA, d. d., Ljubljana	375
OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o, Trzin	375, 461
PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	375
PIRNAR & SAVŠEK inženirski biro. d. o. o., Trbovlje	375
PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	429
PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	409, 451, 453
SICK, d. o. o., Ljubljana	375
TECOS, Celje	407
TEHNOLOŠKI PARK Ljubljana	390
UL, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana	387, 437





## Spider



## Robots

## Control

## ProSix



## OP-1







**FESTO**

# Krmilje prihodnosti na voljo že danes

Za prihodnje bionske strežne asistente.  
Že danes so na voljo ventilski otoki VEMA  
s piezo krmiljem, ki so bili razviti za  
raziskave na področju farmacevtske  
industrije za regulacijo tlaka.

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