



FESTO

POCLAIN
Hydraulics

OLMA
LUBRICANTS

Parker

IMI
Precision Engineering

MIEL® OMRON
www.miel.si

S3C
pnevmatika | hidravlika

VISTA
HIDRAVLIKA

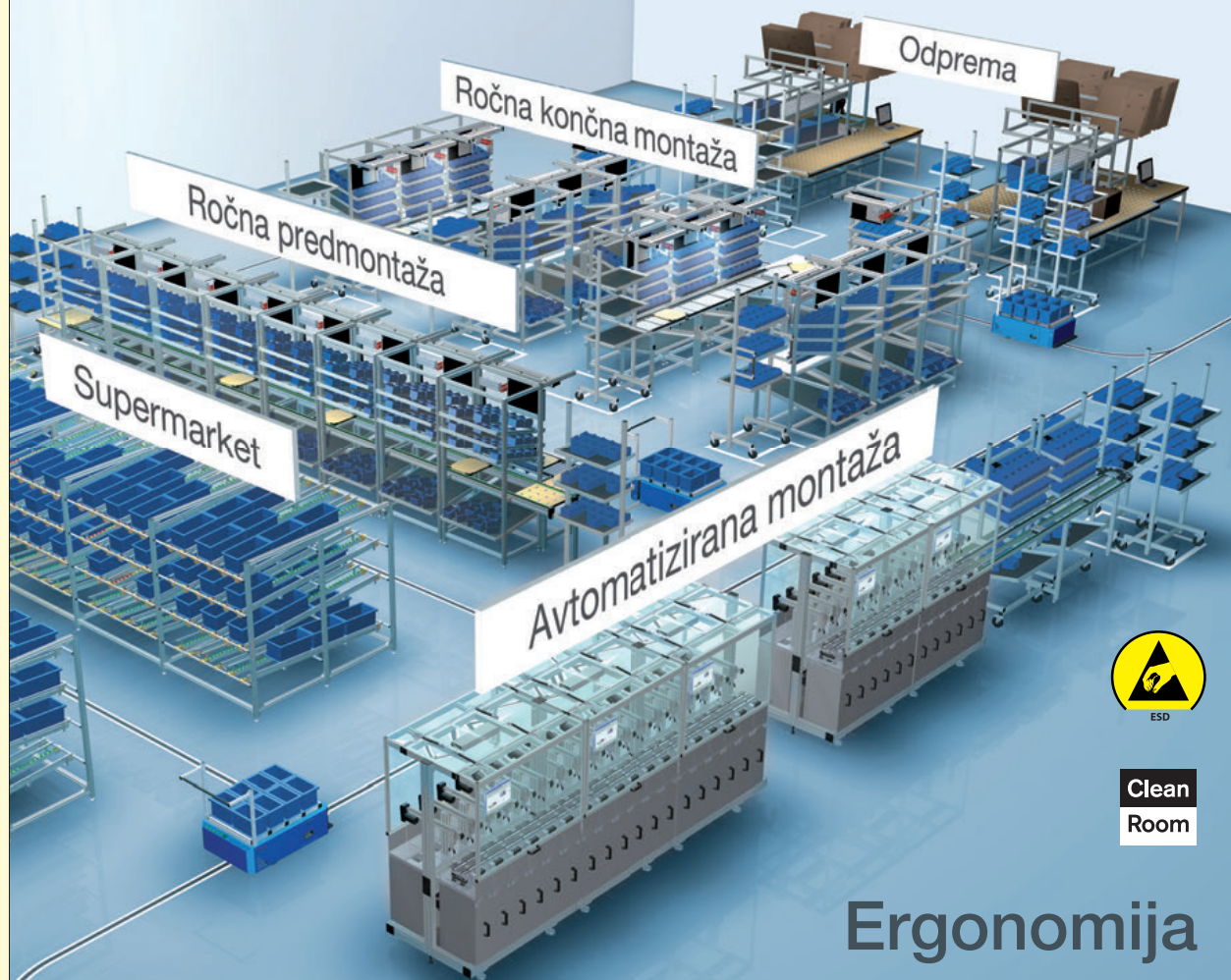
OMEGA
AIR

- Jubilej
- Razvoj visokotlačnega delilnika toka
- Vodenje kompleksnih sistemov
- Navarjanje kovinskih izdelkov
- Letalstvo
- Podjetja predstavljajo
- Aktualno iz industrije

OPL

Rexroth
Bosch Group

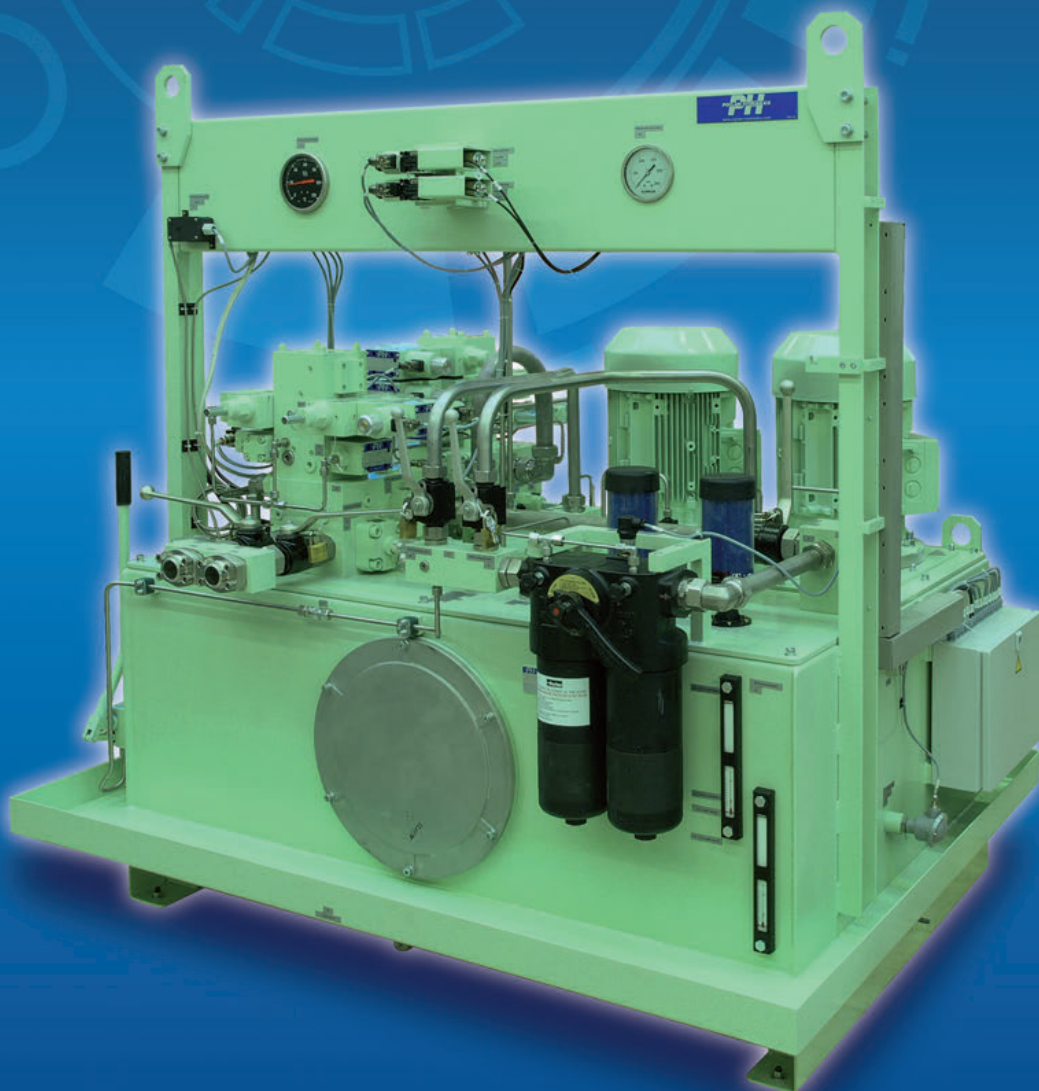
Zastopstvo



Clean
Room

Ergonomija
Vitka proizvodnja
Fleksibilna avtomatizacija

HIDRAVLICNE NAPRAVE



Obdelovalni stroj



Hidromehanska oprema



Ladijski vitel

Impresum	317	■ JUBILEJ	
Beseda uredništva	317	Žirovski Poclairn Hydraulics v zadnjem desetletju še bolj prepoznaven na svetovnih trgih	318
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	330		
■ NOVICE – ZANIMIVOSTI	347	■ DOGODKI	
Seznam oglaševalcev	394	<i>Tomaž KEK, Janez GRUM:</i> Mednarodna konferenca o uporabi sodobnih neporušitvenih metod v tehniki	322

Naslovna stran:

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

FESTO, d. o. o.
IOC Trzin, Blatnica 8
SI-1236 Trzin
Tel.: + (0)1 530 21 10
Fax: + (0)1 530 21 25

Poclairn Hydraulics, d.o.o.
Industrijska ulica 2,
4226 Žiri
Tel.: +386 (04) 51 59 100
Fax: +386 (04) 51 59 122
e-mail: info-slovenia@
poclairn-hydraulics.com
internet: www.poclairn-
hydraulics.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

Parker Hannifin
Ges.m.b.H.
Podružnica v Sloveniji
Velika Bučna vas 7
8000 Novo mesto
Tel.: + (0)7 337 66 50
Fax: + (0)7 337 66 51

IMI INTERNATIONAL, d.o.o.
(PE.) NORGREN HERION
Alpska cesta 37B
4248 Lesce
Tel.: + (0)4 531 75 50
Fax: + (0)4 531 75 55

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

S3C, d. o. o.
Tržaška cesta 116
Tel.: +386 1 423 22 22
Faks: +386 1 423 22 00
www.landefeld.si

VISTA Hidravlika, d. o. o.
Kosovelova ulica 14,
4226 Žiri
Tel.: 04 5050 600
Faks: 04 5191 900
www.vista-hidravlika.si

OMEGA AIR, d. o. o.,
Ljubljana
Cesta Dolomitskega
odreda 10
1000 Ljubljana
T + 386 (0)1 200 68 63
F + 386 (0)1 200 68 50
www.omega-air.si

■ HIDRAVLIČNI VENTILI

Anže ČELIK, Luka PETERNEL: Razvoj visokotlačnega delilnika toka (FD-H2) za mobilne aplikacije – **1. del** 360

■ VODENJE KOMPLEKSNIH SISTEMOV

Marko CORN, Maja ATANASIJEVIČ-KUNC: Načrtovanje modela in regulatorja za dinamični sistem treh povezanih shranjevalnikov z uporabo metod evolucijskega računanja 368

■ VARILSTVO

Damjan KLOBČAR, Janez TUŠEK: Oblikovno navarjanje kovinskih izdelkov z uporabo tehnologije WAAM 376

■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Industrijski krmilnik Omron z vgrajeno umetno inteligenco (*MIEL ELEKTRONIKA*) 382

Generator vakuuma OVEM (*FESTO*) 384

■ NOVOSTI NA TRGU

Hidravlični agregat CytroPac (*La & Co*) 385

Električni aktuatorji VALBIA (*INOTEH*) 386

Sistem za sledenje – Parker Tracking SystemTM (*PARKER HANNIFIN*) 386

Nova rešitev napajanja za velike podatkovne centre (*SCHNEIDER ELECTRIC*) 387

■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO

Grelniki zraka (*OMEGA AIR*) 388

■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA

Literatura – letalstvo 390

■ PROGRAMSKA OPREMA – SPLETNE STRANI

Zanimivosti na spletnih straneh 393

VENTIL
REVIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO
ISSN 1518-7279 OKTOBER/23|2017/5

- Jubilej
- Razvoj visokotlačnega delilnika toka
- Vodenje kompleksnih sistemov
- Navarjanje kovinskih izdelkov
- Letalstvo
- Podjetja predstavljajo
- Aktualno iz industrije

OPL Rexroth Bosch Group
Ergonomija
Vitka proizvodnja
Fleksibilna avtomatizacija



POSVET

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2017 - ASM '17

6. decembra 2017
na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani

Povabilo k sodelovanju na Posvetu ASM '17

Vabimo vas na tradicionalni posvet **Avtomatizacija strege in montaže**, ki bo potekal v sredo, **6. decembra 2017**, s pričetkom ob 9. uri na **Gospodarski zbornici v Ljubljani**. Organizator je **Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani, Laboratorij za strego, montažo in pnevmatiko (LASIM)** in soorganizator **Združenje kovinske industrije na GZS**.

Dogodek vsako leto privabi preko sto udeležencev iz industrije in raziskovalnih organizacij, nekateri s prispevki in razstavami, drugi kot slušatelji, vsi pa izkoristijo dan za prenos dobrih praks in mreženje.

Okvirni tematski sklopi na posvetu **Avtomatizacija strege in montaže 2017** bodo:

1. Inteligentna avtomatizacija in robotika
2. Industrija 4.0 – IIoT, Big Data, Cloud tehnologije
3. Tovarne prihodnosti in pametni gradniki
4. Učinkovitost proizvodnih procesov in sistemov
5. Inovativne rešitve in vitka proizvodnja
6. Podjetja predstavljajo – dobre prakse

Zelo nas bo veselilo, če bo Vaše podjetje/univerza/ inštitut pripravljeno sodelovati na posvetu ASM s strokovnim prispevkom in/ali kot sponzor oz. pokrovitelj ter predstaviti svoje izkušnje in rezultate na tem izredno aktualnem in obsežnem področju.

Vse Vaše predloge in izražen interes za sodelovanje prosim pošljite na elektronski naslov asm.lasim@fs.uni-lj.si, miha.debevec@fs.uni-lj.si ali niko.herakovic@fs.uni-lj.si. Vaš dopis naj vsebuje kontaktno osebo, elektronsko pošto in telefonsko številko, da vas bomo lahko naknadno kontaktirali in se z vami oz. vašimi sodelavci bolj podrobno pogovorili o sodelovanju Vašega podjetja na posvetu ASM '17.

Več novosti o posvetu ASM '17 je objavljeno na: www.posvet-asm.si

Kontaktni e-mail naslov:
asm.lasim@fs.uni-lj.si

Organizacijski odbor ASM '17
Laboratorij LASIM
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
Aškerčeva 6, 1000 Ljubljana



© Ventil 23 (2017) 5, Tiskano v Sloveniji.
Vse pravice pridržane.
© Ventil 23 (2017) 5, Printed in Slovenia.
All rights reserved.

Impresum

Internet:
http://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	23	Volume
Letnica	2017	Year
Številka	5	Number

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

Ustanovitelj:
SDFT in GZS – ZKI-FT

Izdajatelj:
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Glavni in odgovorni urednik:
prof. dr. Janez TUŠEK

Pomočnik urednika:
mag. Anton STUŠEK

Tehnični urednik:
Roman PUTRIH

Znanstven-strokovni svet:
prof. dr. Maja ATANASJEVIČ-KUNC, FE Ljubljana
izr. prof. dr. Ivan BAJSIČ, FS Ljubljana
doc. dr. Andrej BOMBAC, FS Ljubljana
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
prof. dr. Niko HERAKOVIČ, FS Ljubljana
mag. Franc JEROMEN, GZS – ZKI-FT, je upokojen
prof. dr. Roman KAMNIK, FE Ljubljana
prof. dr. Peter KOPACEK, TU Dunaj, Avstrija
mag. Milan KOPAC, POCLAIN HYDRAULICS, Žiri
izr. prof. dr. Darko LOVREC, FS Maribor
izr. prof. dr. Santiago T. PUENTE MÉNDEZ, University of
Alicante, Španija
doc. dr. Franc MAJDIČ, FS Ljubljana
prof. dr. Hubertus MURRENHÖFF, RWTH Aachen,
ZR Nemčija
prof. dr. Gorko NIKOLIČ, Univerza v Zagrebu, Hrvaška
izr. prof. dr. Dragica NOE, FS Ljubljana
dr. Jože PEZDIRNIK, FS Ljubljana
Martin PIVK, univ. dipl. inž., Šola za strojništvo, Škofja Loka
prof. dr. Alojz SLUGA, FS Ljubljana
Janez SKRLEČ, inž., Razvojno raziskovalna dejavnost,
Zg, Poljskava
prof. dr. Brane ŠIROK, FS Ljubljana
prof. dr. Željko ŠITUM, Fakultet strojarstva i brodogradnje
Zagreb, Hrvaška
prof. dr. Janez TUŠEK, FS Ljubljana
prof. dr. Hironao YAMADA, Gifu University, Japonska

Oblikovanje naslovnice:
Miloš NAROBÉ

Oblikovanje oglasov:
Narobe Studio, d.o.o., Ljubljana

Lektoriranje:
Marjeta HUMAR, prof., Andrea POTOČNIK

Računalniška obdelava in grafična priprava za tisk:
Birografika BORI, d. o. o., Ljubljana

Tisk:
PRESENT, 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:
1500 izvodov

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

Revijo sofinancira Javna agencija za raziskovalno
dejavnost Republike Slovenije (ARRS)

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
9,5-odstotni davek na dodano vrednost.

Tuji državljani – naši študenti



Z uvedbo bolonjskega študija in kreditnega sistema obremenitve študentov na univerzah v večini evropskih držav so bili ustvarjeni zelo ugodni pogoji za izmenjavo študentov med univerzami in državami.

Na slovenskih univerzah trenutno študira preko 4000 tujih državljanov iz skoraj stotih držav. Ni pa podatkov, koliko Slovenk in Slovencev študira v tujini. Večina podatkov o mobilnosti študentov se vodi v najpomembnejšem programu mednarodne izmenjave študentov terciarnega izobraževanja Erasmusu, ki omogoča kratkotrajno bivanje in izpopolnjevanje v tujini.

V skoraj 30 letih je Erasmus omogočil opraviti del študija v tujini že več kot trem milijonom študentov po svetu. Veliko študentov iz Slovenije pa se odloči tudi za samostojno pot do tuje univerze, teh podatkov pa ni.

Kaj pravzaprav pomeni izmenjava študentov med univerzami v času študija? Za slovenske univerze in za Slovenijo zelo malo ali pa nič. Za priznane univerze na Zahodu in za bogate države zahodnega sveta pa je to tudi vir pridobivanja najsposobnejših mladih ljudi iz celega sveta za njihovo državo in še posebno za njihovo gospodarstvo.

Prav zato so v merila za ocenjevanje kakovosti univerz uvedli tudi število študentov iz tujih držav na posameznih univerzah.

Zakaj so v Sloveniji tuji študenti prej breme kot prednost? Ta odgovor je zelo preprost, vendar ga številni ne upajo povedati na glas. Na slovenske univerze dobimo premalo sposobnih, ambicioznih, nadarjenih in delovnih študentov iz tujine. K nam pridejo študirat dijaki in študenti iz Španije, Portugalske, Turčije in iz drugih držav Bližnjega vzhoda ter iz držav bivše Jugoslavije. Zelo malo jih pride iz Francije, Nemčije, držav Beneluksa in še manj iz Skandinavije, Slovaške, Češke in Poljske. Večina študentov iz tujine pride k nam za en semester ali tudi več zlasti zaradi opravljanja izpitov, ne pa po znanje. In v tem je težava.

Kako privabiti najsposobnejše tuje študente je večno vprašanje? Prav gotovo je osnovni pogoj predavanje v tujem jeziku – to je angleščini. To pa je sprejemljivo samo, če se predava ista snov v slovenskem jeziku za slovenske študente in v angleškem jeziku za študente iz tujine.

Predavati slovenskim študentom v angleškem jeziku je mogoče sprejemljivo na družboslovnih in nekaterih podobnih fakultetah, nikakor pa to ni sprejemljivo za tehniko in še manj za strojništvo. Tu sta dve težavi. Prva je ta, da je kakovost predavanj v tujem jeziku manjša kot v maternem. Druga, še večja težava je, da s predavanjem v tujem jeziku siromašimo materni jezik. Na tehničnem področju moramo materni jezik stalno razvijati. Če bomo predavali v angleškem jeziku, bo ta razvoj zamrl. Če smo se več desetletij borili s popačenkami, kot so npr. šrauf, švasane, loger, rostfrej, in jih v veliki meri odpravili, se danes spopadamo z novimi tujimi besedami in njihovimi popačenkami, kot so inoks, printanje, fajber lejzer in podobno. Za vse te tuje besede imamo zelo lepe slovenske izraze. Namesto besede inoks moramo uporabiti nerjavno jeklo, za besedo printanje tiskanje. Z uvedbo novih laserjev v slovensko industrijo je prišla tudi popačenka fejber lejzer (angl. Fiber laser – naprava, pri kateri nastane laserski žarek v optičnem vlaknu). V Sloveniji imamo za to napravo že nekaj desetletij slovensko besedo vlakenski laser. Rešitev za izboljšanje razmer glede študentov iz tujine bi bila izmenjava študentov po sporazumih med fakultetami ali univerzami. Slovenske univerze bi morale skleniti dogovor s priznanimi univerzami v Nemčiji, Angliji, državah Beneluksa, Slovaški, Češki in v drugih razvitih državah, da si izmenjajo določeno število študentov za en semester, za eno leto ali tudi več. Na ta način bi prav gotovo dobili bolj odgovorne in delovne študente, naši študenti pa bi študirali na uglednih univerzah. To bi bilo še posebej koristno za tehnične fakultete. Na tehničnem področju bi se v proces izmenjave študentov lahko vključilo tudi gospodarstvo. Slovenska industrija je močno povezana z industrijo v najbolj razvitih zahodnoevropskih državah. Ta čas je to še posebna priložnost, ker povsod v razvitih državah primanjkuje izobraženega tehničnega kadra.

Janez Tušek

Žirovski Poclain Hydraulics v zadnjem desetletju še bolj prepoznaven na svetovnih trgih

Žirovsko podjetje Poclain Hydraulics letos praznuje že desetletnico svojega poslovanja v okviru mednarodne skupine Poclain in v tem času s svojimi francoskimi lastniki ob nenehni rasti beleži vidne uspehe na globalnih tržiščih. S svojimi znanjem, razvojem in širitvijo proizvodnega programa so v zadnjem desetletju v svetu postali eno najprepoznavnejših podjetij na področju ventilov za hidravlične transmisije in so med štirimi vodilnimi pri proizvodnji ventilov za zavore. Slovesnosti, ki je 6. septembra potekala v Žireh, so se poleg najvišjih predstavnikov skupine Poclain iz Francije udeležili tudi dr. Miro Cerar, predsednik Vlade Republike Slovenije, najvišji predstavniki lokalne skupnosti in Gospodarske zbornice Slovenije, predstavniki francoskega veleposlaništva in Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani.



Aleš Bizjak, direktor Poclain Hydraulics, foto Miran Juršič

Žirovski **Poclain Hydraulics**, kjer danes razvijajo, proizvajajo in trži-jo izdelke za ves svet, je po številu zaposlenih med tremi največjimi tovarnami v skupini Poclain. »S ponosom lahko rečem, da smo v podjetju v zadnjem desetletju napredovali na vseh področjih, kar izkazujejo tudi naši poslovni rezultati, ki nas po dodani vrednosti hkrati uvrščajo tudi v sam vrh najuspešnejših žirovskih podjetij,« poudar-

ja direktor **Aleš Bizjak**. »Kot rastoče podjetje s 306 zaposlenimi letos načrtujemo za 31 milijonov evrov prihodkov, od tega jih 90 odstotkov ustvarimo z izvozno dejavnostjo. S svojimi inovativnimi izdelki, ki jih razvijamo tu v Žireh, se uvrščamo med vodilne v svoji dejavnosti. Svojo ponudbo širimo med največje in najzahtevnejše kupce, svoje izdelke aktivno promoviramo skupaj z globalno prodajno mrežo

korporacije, krepimo prisotnost na ameriških in azijskih tržiščih ter v podjetje uvajamo nove proizvodne programe.«

V svojem nagovoru je še poudaril, da praznovanje 10. obletnice zaznamuje skupno zgodbo s francoskimi lastniki, ki so jim z ustvarjanjem novih priložnosti v zadnjem desetletju zagotovili preboj med najboljše, z močno podporo pa omogočili, da lahko v stimulativen mednarodnem okolju urešničujejo načrte razvoja vrhunskih izdelkov in tehnologij ter lastne potenciale: »Poclain Hydraulics je danes uspešno in kompetentno podjetje, ki je ključno pri zagotavljanju sistemske oskrbe na področju hidravličnih pogonov, z odličnostjo v svojem poslovanju pa zaželen partner svojim kupcem. Sodimo v družbo najboljših, zato se zahvaljujem korporaciji Poclain za vlaganja, priložnosti in njihovo aktivno podporo našemu razvoju, prav mi, zaposleni, pa smo tisti, ki lahko podjetju zagotovimo nadaljnji uspeh in rast, zato je naša prihodnost ob zavezanosti dosežkom, odličnosti in stalnim izboljšavam ambiciozna in optimistična.«



Od leve proti desni: Guillaume Bataille, direktor skupine Poclair, dr. Miro Cerar, predsednik Vlade RS, Laurent Bataille, predsednik in izvršni direktor skupine Poclair – foto: Bor Slana, STA

Laurent Bataille, predsednik in izvršni direktor **skupine Poclair**, je ob desetem jubileju pridružitve žirovske tovarne korporaciji Poclair poudaril: »S tovarno v Žireh smo pred desetletjem združili moči in si zadali strateške ter ambiciozne cilje rasti, ki jih bomo uresničevali tudi v prihodnje. Ob vlaganju v digitalizacijo in s podporo razvoju, raziskavam in inovacijam, ki so ključne za naš uspeh, bomo širili obseg poslovanja, ki ga nameravamo do leta 2025 podvojiti. V skupini Poclair izjemno cenimo znanje in sposobnosti naše žirovske enote pri razvoju in proizvodnji ventilov, zato bomo še naprej podpirali pridobivanje kompetentnih vrhunskih kadrov iz lokalnega okolja, obenem pa skrbeli za vključevanje mlajših generacij v te procese. V skupini Poclair gledamo v našo skupno prihodnost z žirovsko tovarno z optimizmom, pri čemer bomo s svojimi konkurenčnimi prednostmi poleg širitve na obstoječih osvajali tudi nova zahtevna tržišča.«



Od leve proti desni: Aleš Bizjak, direktor Poclair Hydraulics, Stéphane Rakotoarivelo, strateški direktor in direktor inovacij, aktualni nadzorni v Poclair Hydraulics, Guillaume Bataille, direktor skupine Poclair, dr. Miro Cerar, predsednik Vlade RS, Laurent Bataille, predsednik in izvršni direktor skupine Poclair – foto Miran Juršič

Na slovesnosti je goste in zaposlene nagovoril tudi **dr. Miro Cerar, predsednik Vlade RS**, ki podpira mednarodno sodelovanje in tuje investitorje, ki Sloveniji omogočajo

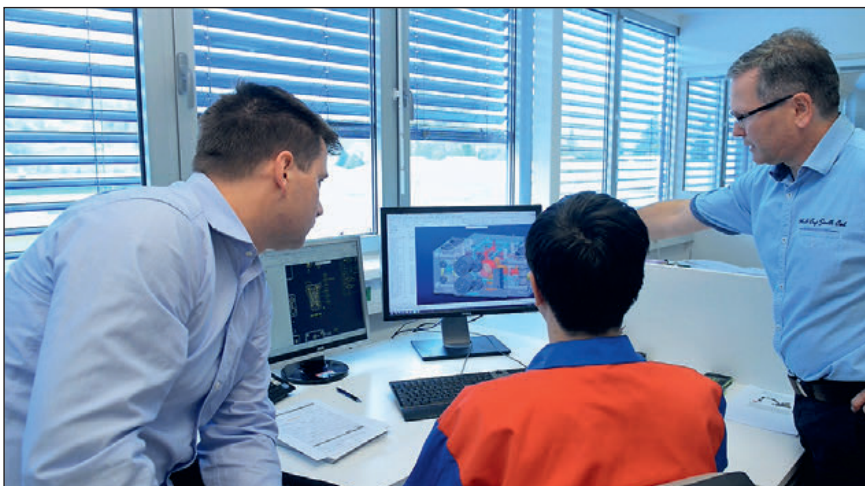
nadaljnji razvoj in ji odpirajo vrata v svet: »Pohvalil bi inovativnost podjetja Poclair Hydraulics, ki ga štejem kot primer dobre prakse. Brez sodelovanja enostavno ne gre, še posebej v sodobnem času, ki terja hitro modernizacijo.« V nadaljevanju je še poudaril, da bo vlada še bolj podpirala gospodarstvo in si pri tem prizadevala za še boljše povezovanje z univerzo in raziskovalnimi institucijami, obenem pa bo razvijala sistem vajeništva in podpirala odpiranje kompetenčnih centrov. Podjetju je zaželel veliko uspehov tudi v prihodnje in zaključil z mislijo, da bo slovensko gospodarstvo v prihodnosti lahko še uspešnejše, če bo sposobno izpeljati nekatere ključne projekte, med katerimi je še posebej izpostavil uresničitev projekta Drugi tir.

Boštjan Gorjup, predsednik **Gospodarske zbornice Slovenije**, je ob izročitvi priložnostnega jubilejnega priznanja podjetju pozdravil vse zaposlene in izpostavil njihove





Predsednik Gospodarske zbornice Slovenije Boštjan Gorjup je ob priložnosti 10. obletnice delovanja v okviru korporacije Poclain direktorju Poclain Hydraulics Alešu Bizjaku predal jubilejno priznanje.– foto: Miran Juršič



Raziskave in razvoj

dosežke, pri tem pa še poudaril, da je podjetje Poclain Hidraulics danes eden od biserov slovenske kovinske industrije, ki lahko v prihodnost zre z velikim optimizmom.

Tovarna v Žireh je danes pomemben kompetenčni center za hidravlične ventile in hidravlične naprave znotraj skupine Poclain, obenem pa tudi tehnološki center za avtomatske preizkuševalne naprave hidravličnih sestavin. Po prevzemu podjetja v letu 2007 je Poclain v Žiri prenesel proizvodnjo vseh ventilov iz drugih tovarn v skupini, kar so spremljale obsežne naložbe v tehnologijo, opremo in človeške vire, ki že dosegajo vrednost 17 milijonov evrov. Za takšno odločitev so bili ključni visoka strokovna usposo-

bljenost in specifična znanja izkušenega ter razvojno usmerjenega kadra, ki so jih zaposleni v takratnem



Montaža in avtomatsko preskušanje

Kladivarju črpali iz svoje dolgoletne tradicije razvoja in proizvodnje hidravličnih ventilov, naprav in sestavin. Danes je žirovska tovarna, ki v zadnjem desetletju beleži nenehno rast in širitev proizvodnje, tudi pomemben proizvajalec sestavnih delov za druge izdelke skupine Poclain. S hidravličnimi tehnologijami, razvojem, znanjem in inovativnimi izdelki, ki prihajajo tudi iz žirovske tovarne, uspešno vstopajo na nove trge in med najpomembnejše svetovne igralce. Kot vodilni proizvajalec hidrostatičnih sistemov na trgu kupcem tako zagotavljajo tehnološke rešitve z visoko dodano vrednostjo, skupina pa vsako leto nameni za razvoj 6 odstotkov vrednosti prodaje.

Celoten proizvodni program podjetja Poclain Hydraulics zajema ventile za zaprte in odprte tokokroge, ventile za zavore ter hidravlične naprave in preizkuševališča, proizvajajo pa tudi bate za motorje in črpalke ter aksialne motorje. Te uporabljajo tudi največji in najzahtevnejši svetovni proizvajalci, kot so Volvo, Mercedes Benz, John Deere, Caterpillar, Renault Trucks, Iveco, Manitou in številni drugi. Z njimi podjetje že prodira na tržišče transmisij, vzporedno pa skrbi za nadgradnjo proizvodnje v smislu avtomatizacije in robotike, da bi se lahko čim bolj približali potrebam svojih kupcev. Pri tem si skladno s politiko skupine Poclain v proizvodnji prizadevajo za boljše učinkovitost, odličnost poslovanja in vrhunsko kakovost svojih izdelkov, z razvojem ključnih znanj pa svoje ambicije uresničuje-

jo ne le na tehnološkem področju, pač pa tudi v trženju in komuniciranju. Med izzivi, ki se jih lotevajo, je tudi pridobivanje novih kadrov, zato skladno s svojimi strateškimi prioritetami v politiki zaposlovanja namenjajo veliko pozornosti tudi boljši prepoznavnosti podjetja na domačem trgu dela.

Skupina Poclain, ki ima sedež v Verberierju v Franciji, za trg razvija in proizvaja visokozmogljive hidravlič-

ne sestavine in sisteme, večinoma za hidravlične hidrostatične pogone. Sem sodijo hidravlični motorji in črpalke, hidravlični ventili, naprave, celotni sistemi in z njimi povezana elektronika. Skupina posluje na treh kontinentih v 20 državah in z 2000 zaposlenimi letno ustvari za 340 milijonov evrov prihodkov.

Skupina Poclain trži tehnološko dovršene, energijsko varčne in okolju prijazne izdelke preko vseh svojih

11 tovarn, 20 lastnih pisarn ter 180 distributerjev po vsem svetu. Hidravlične sestavine in sistemi, ki jih razvijajo v Žireh, tako omogočajo nemoteno obratovanje številnih industrijskih delovnih strojev, zlasti v gradbeništvu, kmetijstvu, rudarstvu, luškem, ladijskem in drugem transportu.

*Poclain Hydraulics, Žiri, Služba za odnose z javnostmi,
www.poclain-hydraulics.com*

POSVET

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2017 - ASM '17

6. decembra 2017

na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani

aktualne novice o posvetu so na voljo na www.posvet-asm.si

SVETOVNI PRVAKI

Roboti MOTOMAN serije MA so podjetju Yaskava priborili prvo mesto na področju obločnega varjenja. Stavite na te robote. Navdušeni boste.



YASKAWA

YASKAWA Slovenija d.o.o. · T: +386 (0)1 83 72 410 · YSL-info@yaskawa.eu.com · www.yaskawa.eu.com

AAA[®]

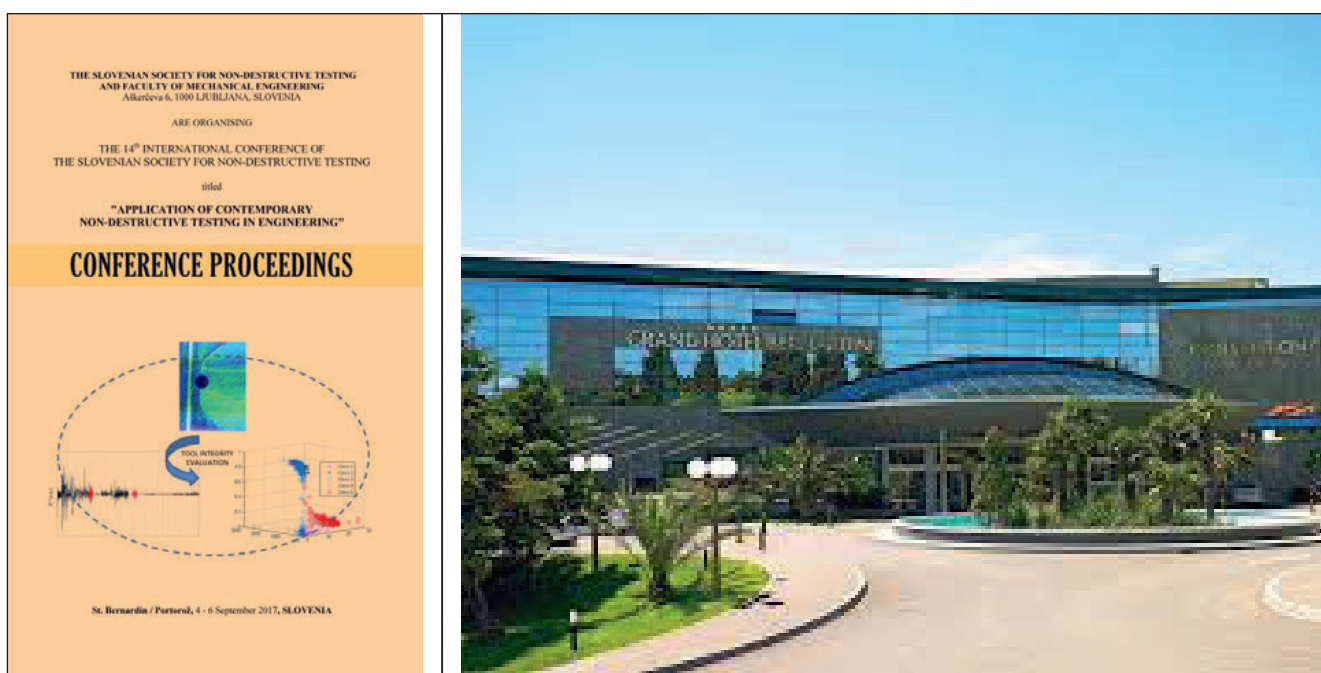
Boniteta odličnosti
2016

A Bispode Solution

Mednarodna konferenca o uporabi sodobnih neporušitvenih metod v tehniki

Tomaž KEK, Janez GRUM

Neporušitvene preiskave (angl. Non-Destructive testing – NDT) vključujejo metode za preiskavo materialov in izdelkov brez okvare materiala. Vloga neporušitvenih preiskav in monitoringa procesov se zelo povečuje v vseh industrijskih panogah, tudi v industriji transportnih sredstev, med katerimi izstopajo avtomobilska, železniška in letalska. Vse večje potrebe po zagotavljanju kakovosti izdelkov zahtevajo preiskavo posameznih delov na površju ali po celotnem volumnu. V ta namen se pogosto uporabljajo standardne metode, redkeje pa je preiskava povezana z namenskim razvojem primerne metode za testiranje specifičnih objektov. Številne raziskave so usmerjene v izboljšanje posameznih metod za preiskavo materialov in konstrukcij kot tudi uvajanje novih preiskovalnih metod. Vse večje potrebe po neporušitvenih preiskavah povečujejo tudi zahtevo po izurjenih inženirjih za tovrstno kontrolo



Zbornik referatov in prizorišče konference – Grand Hotel Bernardin

V Laboratoriju za preiskavo materialov in toplotno obdelavo (LATEM) na Fakulteti za strojni-

Doc. dr. Tomaž Kek, univ. dipl. inž., prof. dr. Janez Grum, univ. dipl. inž., oba Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

štvo imamo številne merilne naprave za izvajanje neporušitvenih preiskav. Izvajamo predavanja in laboratorijske vaje za študente, intenzivne raziskave in nudimo podporo industriji s področja neporušitvenih preiskav in monitoringa procesov. Predstojnik katedre za tehnologijo materialov prof. Janez Grum je bil dva man-

data tudi član upravnega odbora Evropske federacije za neporušitvene preiskave (EFNDT), kar nam je omogočilo lažje vključevanje v evropsko mrežo laboratorijev za izvajanje neporušitvenih preiskav.

Slovensko društvo za neporušitvene preiskave in Fakulteta za strojništvo že tradicionalno orga-



Uvodni govor predsedujočega konference prof. Janeza Gruma

nizirata ločeno slovensko in mednarodno konferenco na temo: Uporaba sodobnih neporušitvenih metod v tehniki. Člani Laboratorija za preiskavo materialov so v Bernardinu od 4. do 6. septembra organizirali že tradicionalno 14. mednarodno konferenco z naslovom: Application of Contemporary Non-destructive testing in Engineering, ki ji je predsedoval prof. Janez Grum. Poleg predsednika konference so imeli pozdravni govor številni ugledni gosti, in sicer rektor Univerze v Ljubljani prof. Ivan Svetlik, predsednik slovenske Inženirske akademije prof. Stanislav Pejovnik, dekan Fakultete za strojništvo prof. Mitjan Kalin in predsednik Zveze inženirjev prof. Igor Golobič. Na konferenci so se zbrali številni raziskovalci iz 20 držav, predvsem iz Evrope in Azije, ki so predstavili svoje zadnje raziskovalne dosežke – okoli 60 znanstvenih prispevkov. Največ prispevkov je zajemalo predstavitve novosti na področju preiskav z akustično emisijo z uveljavljenimi svetovnimi raziskovalci, kot so vabljeni predavatelj Serge Dos Santos (INSA Centre Val de Loire, Francija), Tomoki Shiotanijem (Graduate School of Engineering, Japonska), Michele Carboni (Politecnico di Milano, Italija), Zdenek Prevorsevsky (Institute of Thermomechanics of the Czech Academy of Sciences, Češka republika), Gerhard Mook (Otto von Guericke University, Magdeburg, Nemčija), Rainer Link (Helling GmbH, Hei-

dgraben, Nemčija) in drugi. Na konferenci so bili predstavljeni tudi številni prispevki s področja

ultrazvočnih preiskav, magnetnih preiskav, radiografije, termografije, elektromagnetnih in mikromagnetnih preizkusov, vibrometrije z vabljenim predavateljem Lenom Gelmanom (Cranfield University, Velika Britanija) ter s področja izobraževanja in certificiranja osebja za te vrste preiskav. Imeli smo dve pregledni vabljeni predavanji, in sicer prvo z naslovom: Signal processing for nonlinear NDT and acoustic emission: New trends for future standardization, ki ga je imel prof. Serge Dos Santos, in drugo Novel monitoring technology for rotating machinery and structures prof. Lena Gelmana.

**ICNDT
2017**

**14th International Conference
Application of Contemporary Non-Destructive Testing in Engineering**

■ ■ ■ ■ ■

Home

Accommodation

Registration

Abstract and full paper information

Submission

Useful links

ICNDT 2017

The organising committee invites you to attend the 14th International Conference titled "Application of Contemporary Non-destructive testing in Engineering" in BERNARDIN-Portorož, Slovenia on September 4th - 6th, 2017. The aim of the conference series is to bring together colleagues from academia and industry in all novel NDT related research areas and applications.

To access program please press:


PROGRAM

SUBJECT OF THE CONFERENCE

- Applications of non-destructive methods for constructions testing;
- Control of materials and constructions with various non-destructive testing of materials and constructions;
- Mathematical modelling in non-destructive testing;
- Computer-aided methods for non-destructive examination of materials and constructions;
- Applications of various non-destructive methods for materials testing in manufacturing and operation;
- Automation of non-destructive testing of materials and products in mass production;
- Innovations in non-destructive testing techniques; Evaluation in indications, reliability estimations and estimation of defect acceptability;
- Training, personnel qualification and certification for non-destructive testing
- Facilities and equipment qualification and authorization of non-destructive testing;
- Standards and application of standards in the fields of non-destructive testing.

SCIENTIFIC COMMITTEE

<p>Contact us: tomaz.kek@fs.uni-lj.si + 386 1 4771 430</p> <p style="text-align: center;">SSNDT <small>Slovenian Society for Non-Destructive Testing</small></p> <p style="text-align: center;">University of Ljubljana</p> <p style="text-align: center;"> Faculty of Mechanical Engineering</p> <p style="text-align: center;"> European Federation for Non-Destructive Testing</p>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top; padding: 5px;"> <p>Prof. Dimitrios Aggelis (Belgium) Prof. Gerd Busse (Germany) Prof. Michele Carboni (Italy) Prof. Tomasz Chady (Poland) Prof. Mirko Čudina (Slovenia) Dr. Boro Djordjević (USA) Prof. Gerd Dobmann (Germany) Prof. Serge Dos Santos (France) Prof. John C. Duke (USA) Prof. Antolino Galego Molina (Spain) Dr. Fermin Gomez (Spain) Prof. Eduard Gorkunov (Russia) Prof. Janez Grum (Slovenia) Dr. Nenad Gucunski (USA) Prof. Cemil Hakan Gur (Turkey) Prof. Hajime Hatano (Japan) Prof. Evangelos V. Hristoforou (Greece) Prof. Nikša Krnić (Croatia) Prof. Vjera Krstelj (Croatia) Dr. Rainer Link (Germany) Prof. Pavel Mazal (Czech Republic)</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top; padding: 5px;"> <p>Prof. Janez Možina (Slovenia) Prof. Kanji Ono (USA) Mr. Mario Papponetti (Italy) Prof. Ionnis Prassianakis (Greece) Prof. Zdenek Prevorsevsky (Czech Republic) Dr. Matthias Purschke (Germany) Prof. Emilio Romero (Spain) Dr. Adriana Savin (Romania) Prof. Werner Schmid (Switzerland) Prof. Gongtian Shen (China) Prof. Tomoki Shiotani (Japan) Dr. Yossi Shoef (Israel) Mr. Sze Thiam Siong (Singapore) Dr. Goran Sofronić (Serbia) Prof. Igor Solodov (Germany) Dr. Vaclav Svoboda (Czech Republic) Prof. Peter Trampus (Hungary) Dr. Valentyn Uchanin (Ukraine) Prof. Steve Valanduit (Belgium) Dr. B. Venkatraman (India) Prof. Pedro Vilaca (Portugal) Dr. Andrzej S. Wojtas (Netherlands)</p> </td> </tr> </table>	<p>Prof. Dimitrios Aggelis (Belgium) Prof. Gerd Busse (Germany) Prof. Michele Carboni (Italy) Prof. Tomasz Chady (Poland) Prof. Mirko Čudina (Slovenia) Dr. Boro Djordjević (USA) Prof. Gerd Dobmann (Germany) Prof. Serge Dos Santos (France) Prof. John C. Duke (USA) Prof. Antolino Galego Molina (Spain) Dr. Fermin Gomez (Spain) Prof. Eduard Gorkunov (Russia) Prof. Janez Grum (Slovenia) Dr. Nenad Gucunski (USA) Prof. Cemil Hakan Gur (Turkey) Prof. Hajime Hatano (Japan) Prof. Evangelos V. Hristoforou (Greece) Prof. Nikša Krnić (Croatia) Prof. Vjera Krstelj (Croatia) Dr. Rainer Link (Germany) Prof. Pavel Mazal (Czech Republic)</p>	<p>Prof. Janez Možina (Slovenia) Prof. Kanji Ono (USA) Mr. Mario Papponetti (Italy) Prof. Ionnis Prassianakis (Greece) Prof. Zdenek Prevorsevsky (Czech Republic) Dr. Matthias Purschke (Germany) Prof. Emilio Romero (Spain) Dr. Adriana Savin (Romania) Prof. Werner Schmid (Switzerland) Prof. Gongtian Shen (China) Prof. Tomoki Shiotani (Japan) Dr. Yossi Shoef (Israel) Mr. Sze Thiam Siong (Singapore) Dr. Goran Sofronić (Serbia) Prof. Igor Solodov (Germany) Dr. Vaclav Svoboda (Czech Republic) Prof. Peter Trampus (Hungary) Dr. Valentyn Uchanin (Ukraine) Prof. Steve Valanduit (Belgium) Dr. B. Venkatraman (India) Prof. Pedro Vilaca (Portugal) Dr. Andrzej S. Wojtas (Netherlands)</p>
<p>Prof. Dimitrios Aggelis (Belgium) Prof. Gerd Busse (Germany) Prof. Michele Carboni (Italy) Prof. Tomasz Chady (Poland) Prof. Mirko Čudina (Slovenia) Dr. Boro Djordjević (USA) Prof. Gerd Dobmann (Germany) Prof. Serge Dos Santos (France) Prof. John C. Duke (USA) Prof. Antolino Galego Molina (Spain) Dr. Fermin Gomez (Spain) Prof. Eduard Gorkunov (Russia) Prof. Janez Grum (Slovenia) Dr. Nenad Gucunski (USA) Prof. Cemil Hakan Gur (Turkey) Prof. Hajime Hatano (Japan) Prof. Evangelos V. Hristoforou (Greece) Prof. Nikša Krnić (Croatia) Prof. Vjera Krstelj (Croatia) Dr. Rainer Link (Germany) Prof. Pavel Mazal (Czech Republic)</p>	<p>Prof. Janez Možina (Slovenia) Prof. Kanji Ono (USA) Mr. Mario Papponetti (Italy) Prof. Ionnis Prassianakis (Greece) Prof. Zdenek Prevorsevsky (Czech Republic) Dr. Matthias Purschke (Germany) Prof. Emilio Romero (Spain) Dr. Adriana Savin (Romania) Prof. Werner Schmid (Switzerland) Prof. Gongtian Shen (China) Prof. Tomoki Shiotani (Japan) Dr. Yossi Shoef (Israel) Mr. Sze Thiam Siong (Singapore) Dr. Goran Sofronić (Serbia) Prof. Igor Solodov (Germany) Dr. Vaclav Svoboda (Czech Republic) Prof. Peter Trampus (Hungary) Dr. Valentyn Uchanin (Ukraine) Prof. Steve Valanduit (Belgium) Dr. B. Venkatraman (India) Prof. Pedro Vilaca (Portugal) Dr. Andrzej S. Wojtas (Netherlands)</p>		
<p>CONFERENCE CHAIRMAN</p> <p>Prof. Janez Grum Faculty of Mechanical Engineering Aškerčeva 6, 1000 Ljubljana, Slovenia janez.grum@fs.uni-lj.si</p>	<p>CONFERENCE CONTACT</p> <p>Assist. Prof. Tomaž Kek Faculty of Mechanical Engineering Aškerčeva 6, 1000 Ljubljana, Slovenia tomaz.kek@fs.uni-lj.si</p>		



Izdelaava spletne strani Ozaidej.net

Uradna stran konference – www.fs.uni-lj.si/latem

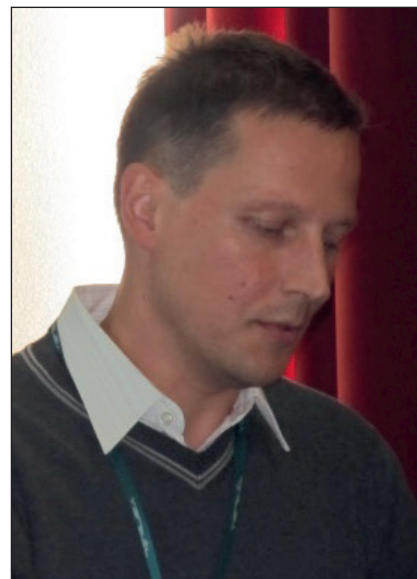


Gosti na otvoritvenem delu konference. Z desne si sledijo: rektor UL prof. Ivan Svetlik, predsednik slovenske Inženirske akademije prof. Stanislav Pejovnik, dekan Fakultete za strojništvo prof. Mitjan Kalin in predsednik Zveze strojnih inženirjev prof. Iztok Golobič.



Predsedujoča prve sekcije konference – z desne dr. Emilo Romero, podpredsednik španskega društva za neporušitvene preiskave, in prof. Michele Carboni, Politecnico di Milano

Prispevki so zbrani v obširnem zborniku referatov (376 strani) z naslovom: Conference proceedings – Application of Contemporary Non-Destructive Testing in Engineering. Urednika zbornika predavanj sta Janez Grum in Tomaž Kek. Zbornik predavanj je dostopen v tehničnih knjižnicah, kasneje pa bo dostopen tudi na spletu: www.ndt.net.



Zaključni govor doc. Tomaža Keka, sourednika zbornika


AX ELEKTRONIKA

PCB parcele

Najcenejša izdelava vašega prototipnega vezja v Sloveniji!







AX elektronika d.o.o
Špruha 33
1236 Trzin
www.svet-el.si
telefon: 01 549 14 00
e-pošta: bojan@svet-el.si

PPTcommerce d.o.o.

PPT commerce d.o.o., Celovška 334, 1210 Ljubljana-Šentvid, Slovenija
tel.: +386 1 514 23 54, faks: +386 1 514 23 55,
e-pošta: info@ppt_commerce.si, www.ppt-commerce.si

HIDRAVLIKA IN PROCESNA TEHNIKA

PRODAJA • PROJEKTIRANJE • SERVIS

www.ppt-commerce.si



EMERSON[™]
Process Management



BETTIS[™]

Dantorque



Shafer[®]



Sejem Varjenje in rezanje (Schweißen und Schneiden) v Düsseldorfu

Janez TUŠEK

■ Uvod

V dneh od 25. do 29. septembra je v Düsseldorfu v Nemčiji potekal tradicionalni sejem Varjenje in rezanje (Schweißen und Schneiden). Sejem na štiri leta organizira društvo za varilno tehniko Nemčije (DVS – Deutscher Verband für Schweißtechnik) že več kot 60 let. V zadnjih desetletjih je bil sejem v Essnu, letos pa v Düsseldorfu.

Naslov sejma je zelo skromen in ne popiše vseh področij, ki so zastopana na njem. Poleg varjenja in rezanja so bile predstavljene še tehnologije metalizacije, lepljenja, mehanskega spajanja, spajkanja, oplasčenja, hibridnega spajanja materialov, 3D-tehnike in drugih tehnik spajanja in toplotnega rezanja in ločevanja materialov po drugih postopkih. Zastopana so bila podjetja, ki izdelujejo dodatne materiale za varjenje, spajkanje, metalizacijo, varilno in pomožno opremo za varjenje, zaščitna sredstva za varno delo in drugi.

Razstavni prostor je obsegal 7 samostojnih, a med seboj povezanih dvoran. V času sejma je bilo organiziranih več strokovnih posvetovanj s področja spajanja materialov. Poseben poudarek je bil dan mladim varilcem, ki jih kljub veliki brezposel-

Prof. dr. Janez Tušek, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

nosti še vedno zelo primanjkuje. V okviru tega so organizirali posebno prireditev Mladina vari.

■ Pregled razstavljalcev

Vseh razstavljalcev je bilo okoli 1030 iz 45 držav, toda le s treh kontinentov. V primerjavi s številom razstavljalcev pred štirimi leti jih je bilo tokrat za okoli 10 odstotkov manj. Slovenija je bila na sejmu dobro zastopana. Razstavljalo je 6 slovenskih podjetij, kar je glede na velikost države in število podjetij ali pa število prebivalcev prav gotovo zelo veliko. Med razstavljalci so bili: Alumet, d. d., iz Slovenske Bistrice, AVP, d. o. o., iz Ljubljane, Elektrode Jesenice, d. o. o., z Jesenic, Iskra varjenje, d. o. o., iz Ljubljane, Kočvar in sinovi, d. o. o., iz Polzele ter OTC Daihen Europe GmbH, v okviru katerega deluje tudi nekdanji Varstroj Lendava.

Če primerjamo število razstavljalcev iz drugih držav, na primer: Norveška je imela le dva predstavnika, Poljska devet, Rusija dva, celotna preostala nekdanja Jugoslavija tudi dva, ugotovljamo, da se je naša varilska industrija resnično zelo dobro predstavila. To pa je še pomembnejše, če povemo, da so naši razstavljalci predstavljali visoko kakovostne in visoko tehnološke produkte

Daleč največje število razstavljalcev – več kot tretjina – je bilo iz Nemčije. Druga najbolj zastopana država je bila Kitajska, na tretjem mestu je bila Italija, na četrtem so bile Združene države Amerike, na petem pa

Japonska. Za njo so se po številu razstavljalcev razvrstile druge večje evropske države. Šest držav je razstavljalo skupaj, na skupnem prostoru. To so bile: Kitajska, Združene države Amerike, Japonska, Južna Koreja, Tajvan in Francija.

Prvo in daleč najboljše tematsko področje so zajemale naprave in oprema za varilne postopke. Več kot 90 odstotkov razstavljalcev je bilo s tega področja. Na sejmu so predstavili enega od varilnih postopkov. Od teh jih je več kot sto razstavljalo opremo za varjenje MAG/MIG. Nekoliko manj je bilo razstavljalcev z opremo za varjenje TIG.

Zanimivo je, da je bilo razstavljalcev opreme za druge varilne postopke in načine varjenja mnogo manj kot na zadnjem sejmu. Zelo malo podjetij je predstavilo opremo za varjenje z mehansko energijo. Ultrazvočno varjenje so npr. predstavljali le štirje razstavljalci, kar je izjemno malo, če vemo, da je samo v Evropi podjetij, ki proizvajajo ultrazvočno opremo, več kot deset in da se postopek uporablja v številnih podjetjih, ki se ukvarjajo z elektrotehniko, z mehatroniko, s solarno tehniko ali pa s termoplasti. Le trije predstavniki so razstavljali opremo za varjenje z gnetenjem.

Drugo večje področje so bile naprave in oprema za navarjanje, narizgavanje in platiranje. Tu smo srečali predstavnike, ki se ukvarjajo z navarjanjem pod žilindro, z laserjem, s plazmo, s trenjem, z eksplo-

zivom in z obločnim navarjanjem v zaščiti plina ali pa pod praškom. Letos je bil opazen napredek pri napravah za lasersko navarjanje s prahom.

Tretje večje področje je bilo spajkanje. Razstavljalci, vseh je bilo prek 100, so ponujali opremo za različne postopke spajkanja, dodatne materiale, talila in celotno tehnologijo. Od postopkov se še vedno veliko uporabljata spajkanje s plamenom in spajkanje v pečeh, od novejših pa spajkanje z elektronskim snopom in z laserjem.

Toplotna rezanja z različnimi viri toplote in za različne namene so bila zbrana v posebnem tematskem sklopu. Podjetja so predstavljala opremo za različne postopke toplotnega rezanja, samo tehnologijo rezanja, žlebljenja, površinskega čiščenja s plamenom, toplotno rezanje s kovinskim in z mineralnim prahom, vrtanje z laserjem in elektronskim snopom, vrtanje s kisikovim kopjem, rezanje z oblokom in ogleno elektrodo in plazemsko rezanje. Največ je bilo razstavljalcev s področja plazemskega rezanja, a mnogo manj kot pred štirimi leti. Druga področja toplotnega rezanja so bila manj zastopana. S področja laserskega rezanja jih je bilo več deset in še nekoliko več s področja obločnega rezanja.

Naslednje, po obsegu peto, področje je obravnavalo varjenje umetnih snovi. Razstavljalcev je bilo malo, a vseeno nekoliko več kot pred štirimi leti. Kaže, da se proizvajalci naprav in opreme ter tehnologije varjenja in spajanja umetnih snovi udeležujejo drugih sejmov.

Šesto področje je pokrivalo naprave in robotizacijo za mehansko spajkanje materialov. Med slednje štejemo kovičenje, spajanje s pogrezom, robljenje, samokovičenje in podobno.

V sedmo tematsko področje je bila razvrščena oprema za specialne postopke, kot je orbitalno varjenje, plamensko čiščenje, reparaturno varjenje, varjenje pod vodo in podobno.

Krmilna tehnika, regulacije, nadzor varjenja s kamerami, vodenje varilnih gorilnikov in varilnih glav in avtomatizacija na varilskem področju so bili zajeti v osmem sklopu. V devetem pa proizvajalci, ki se ukvarjajo z računalniškimi programi s področja spajanja materialov.

Posebno področje (deseto) so predstavljali proizvajalci naprav za proizvodnjo vseh vrst dodatnih in pomožnih materialov: proizvajalci naprav za proizvodnjo varilnih žic, strženskih žic, oplaščenih elektrod, zaščitnih plinov, acetilena, spajk in talil, varilnih praškov, varilnih miz, odsesovalnih naprav, varilnih kabin, grelnih naprav in pripomočkov za predgrevanje varjenecv in sušenje elektrod, zaščitne opreme za varilce, opreme za prostore, kjer se vari, zaščitnih varilnih mask, očal, zaščitnih rokavic, predpasnikov in drugega.

Zelo obsežno enajsto področje je zajemalo vse vrste dodatnih materialov za različne materiale, postopke in namene uporabe. Ti razstavljalci so bili klasificirani še v 34 podskupin. Od teh je bila največja skupina podjetij, ki so predstavljala dodatne materiale za varjenje visoko legiranih jekel. Teh je bilo kar 56.

Nekoliko manj je bilo razstavljalcev za dodatne materiale za nelegirana in malo legirana jekla. Razstavljalcev drugih dodatnih materialov, kot so legirane jeklene litine, barvne kovine in njihove zlitine, in dodatnih materialov za umetne materiale je bilo mnogo manj. Veliko razstavljalcev je predstavljalo dodatne materiale po varilnih postopkih. Na primer: več kot 60 razstavljalcev je ponujalo varilne žice za varjenje MAG/MIG. Približno toliko podjetij je imelo v svojem razstavnem programu oplaščene elektrode za ročno obločno varjenje, nekoliko manj jih je bilo za varjenje TIG in za toplotno nabrizgavanje, še manj za druge varilne postopke. Dodatni materiali pa so se delili še glede na obliko. Tako smo lahko izbirali med dodatnimi materiali, kot so strženske žice, varilne palice, oplaščene elektrode, varilni praški kot dodatni materiali in na kolut navite varilne žice.

Zelo opazno je zmanjšanje razstavljalcev z oplaščenimi elektrodami. Tako nismo zasledili niti enega, ki bi proizvajal in razstavljajal oplaščene elektrode za varjenje sive litine v vročem.

Manjšo dodatno opremo, kot so razna orodja, navadni in magnetni ventili, naprave za pogon varilnih žic, elektrode za uporovno varjenje, kontakte šobe za varjenje MAG/MIG, za varjenje TIG, naprave za brušenje elektrod, hladilni sistemi, jeklenke za pline, razni gorilniki in varilne pištole ter varilne glave, lahko uvrstimo na dvanajsto področje.

Samo dva razstavljalca sta nudila žice za lasersko varjenje.

Dodatni materiali za spajkanje so predstavljali trinajsto tematsko skupino. Podjetij s tem prodajnim artiklom je bilo več kot 200, kar je izjemno veliko. To govori o tem, da se spajkanje v razvitem svetu vedno več uporablja in da smo pri nas na tem področju precej v zaostanku.

Tudi lepila so predstavljala posebno področje, razstavljalcev pa je bilo le 15, kar je presenetljivo malo.

Vsi naslednji sklopi so bili manjši. Na ta področja spadajo: gorljivi plini za varjenje, spajkanje in druge plamenske tehnike, kisik, dušik, talila za spajkanje in za plamensko varjenje, različni, ne prav pogosto uporabljeni varilni pripomočki, številne storitve na področju spajanja materialov, računalniški programi, eksotični kovinski in nekovinski materiali in drugo.

■ Najpomembnejše novosti

Prav veliko revolucionarnih novosti na sejmu ni bilo. Kljub temu je bilo kar nekaj izboljšav naprav, opreme, materialov, zlasti pa krmiljenja in digitalizacije varilnih procesov.

Pri napravah za obločno varjenje MAG/MIG smo opazili napredek pri krmiljenju parametrov, pri zelo natančnem vodenju varilne žice,



Slika 1. Inverterska varilna naprava za ročno obločno varjenje z oplasčeno elektrodo, ki se lahko priključi na omrežje z le 16-ampersko varovalko in tehta 4,2 kg. Z njo se lahko vari z jakostjo varilnega toka do 160 A.

jenju se zoži oblok in v njem skoncentrira energija.

Presenetljivo veliko je bilo naprav za varjenje z oplasčeno elektrodo. Te večinoma delujejo na inverterski tehniki, so lahke in jih priključimo na vsako hišno omrežje (slika 1).

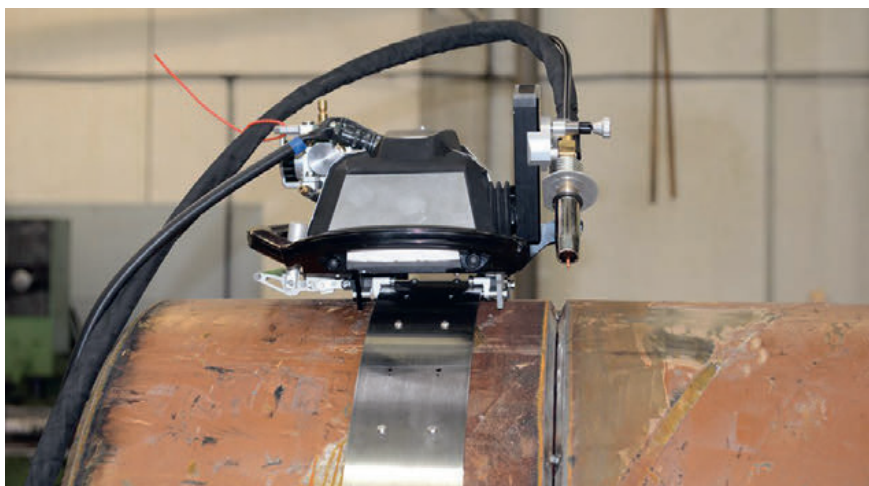
Kar velik napredek je bil viden na področju vodenja varilnih gorilnikov v prostoru. Te na-

nih naprav. Največ je bilo naprav za obločno varjenje MAG/MIG in nekaj za točkovno uporovno varjenje. Poleg različnih robotskih sistemov so bile razstavljene tudi posebne robotske varilne celice, ki omogočajo zelo fleksibilno in varno varjenje.

Posebno področje so dodajni materiali. Na sejmu smo prvič videli strženske žice iz kobaltovih zlitin, ki jih imenujemo steliti. Tudi za trdo navarjanje in navarjanje raznih elementov za delo pri zvišanih temperaturah je mogoče uporabiti številne strženske žice.

Zelo veliko razstavljalcev je predstavljalo varovalno opremo za osebje za varjenje in opremo za odsesavanje in čiščenje dimov, ki nastanejo med varjenjem. Posebnih novosti pa ni bilo. Zelo veliko je bilo novih razstavljalcev za varilne maske z avtomatsko zatemnitvijo varilnega okna. Na sliki je prikazan varilni gorilnik, ki med varjenjem omogoča odsesovanje nastalega dima in plinov.

Kljub izredno velikemu razvoju laserjev v zadnjih letih je bila na sejmu ta nova tehnika relativno skromno predstavljena, prav tako tudi tehnike in tehnologije 3D. Tu moram omeniti razstavljeno lasersko napravo, ki omogoča lasersko navarjanje s prahom v zelo ozkem prostoru v notranjosti ventilov, cevi in drugih votlih elementov (slika 4).



Slika 2. Mobilna in zelo natančno krmiljena varilna naprava za orbitalno varjenje cevi

kar omogoča odtaljevanje žice brez brizganja. Vedno več naprav je zgrajenih na visokofrekvenčni inverterski tehniki, kar omogoča pulzno varjenje z različno oblikovanimi električnimi utripi. Naprave MAG/MIG so vedno bolj fleksibilne, kar omogoča ročno, avtomatsko in robotizirano varjenje. Nekatere naprave MAG/MIG nudijo tudi do 80 menijev za varjenje različnih materialov z različnimi žicami in za različne debeline varjencev. Za sodobno proizvodnjo so naprave opremljene z beleženjem varilnih parametrov, njihovim prikazovanjem in shranjevanjem.

Številne naprave za varjenje TIG delujejo na frekvenčni tehniki s frekvenco 20 kHz. Pri takšnem var-

prave omogočajo orbitalno varjenje večjih premerov debelostenskih cevi, navarjanje v različnih legah in podobno, lahko so programirane vnaprej in krmiljene s posebno ročno krmilno napravo ali preko joysticka. Tak sistem je prikazan na sliki 2.

Zelo obsežno področje je robotika. Na sejmu so razstavljala vsa največja robotska podjetja na svetu. Mnoga od njih so v tesni povezavi s proizvajalci varil-



Slika 3. Varilni gorilnik za varjenje MAG/MIG z odsesavanjem nastajajočega dima



Slika 4. Laserska glava z dodajanjem prahu za notranje navarjanje cevi ventilov in drugih votlih elementov

■ Ocena sejma

Iz seznama razstavljalcev, njihovih razstavnih produktov in posameznih področij, ki so jih podjetja zastopala, se vidi, da je varilstvo resnično izjemno široka dejavnost. Kdor na varilskem področju v svetu kaj pomeni, se takšnega sejma vsekakor mora udeležiti in prav vse razstavne prostore temeljito pregledati.

Po ogledu sejma lahko napravimo nekaj zaključkov:

1. Slovenska varilska stroka je bila na sejmu zelo močno zastopana po številu podjetij in kakovosti razstavljalcev oziroma produktov.
2. Presenetljivo močno zastopano je bilo ročno obločno varjenje, čeprav se opazi trend zmanjševanja.

vanja. To je še vedno neavtomatiziran in zelo nizko produktiven postopek. Čeprav je varilec med delom močno obremenjen, se postopek še vedno zelo množično uporablja. Edini odgovor za to dejstvo je, da postopek zagotavlja visokokakovostno varjenje, zvari pa imajo visokotrnostne lastnosti. Drugi razlog je tradicija, tretji, da je z oplasčeno elektrodo možno variti na prostem in v vseh legah, četrti pa, da je izbira dodatnih materialov na trgu zelo bogata.

3. Prav tako je še vedno zelo močno zastopana plamenska tehnika – od varjenja, nabrizgavanja pa vse do plamenskega rezanja.
4. Zelo malo razstavljalcev je predstavljalo varjenje in spajanje umetnih snovi, keramike in kompozitov.

5. Za varjenje z ultrazvokom so bili na celotnem sejmu le štirje predstavniki. Čeprav vemo, da se ultrazvočno varjenje uporablja za varjenje kovinskih materialov in umetnih snovi. Očitno se proizvajalci teh varilnih postopkov raje udeležujejo sejmov, na katerih so zastopane umetne snovi.
6. Zelo veliko razstavljalcev je v svojem programu predstavljalo spajkanje. To ni presenečenje, če vemo, da spajkanje vedno bolj prodira v avtomobilsko industrijo, industrijo malih gospodinjstvih aparatov, v elektroindustrijo in celo v energetiko ter gradbeništvo.
7. Na sejmu ni bilo nobenega predstavnika za aluminotermično varjenje, za varjenje arc-atomik in podobno. Difuzijsko in eksplozijsko varjenje je predstavljalo le po eno podjetje. Presenetljivo malo je bilo razstavljalcev varjenja z gnetenjem. Celo izumitelja tega postopka in lastnika licence za ta postopek ni bilo.
8. Na sejmu je bilo predstavljenih le malo novosti, veliko pa je bilo izboljšav na področju digitalizacije, krmiljenja in optimizacije, umetnega vida in podobno.

Nov priročnik za projektante in konstrukterje

Nemška revija za hidravliko in pnevmatiko (O + P Fluidtechnik) nadaljuje s tradicionalno letno izdajo priročnika za projektantne in konstrukterje hidravličnih in pnevmatičnih naprav ter snovalce naprav in strojev s tovrstnim pogonom in/ali krmiljenjem. Letošnji almanah je izšel pod naslovom: *O + P (Fluidtechnik) Konstruktions Jahrbuch 2017, Sonderausgabe*.

Priročna publikacija, ki obsega 186 strani, je razdeljena na šest delov, ki obravnavajo naslednje vsebine:

- **Stanje in razvoj branže** (4 str.): v nemški strojni industriji je branža trenutno na prvem mestu s 60 % izvoza hidravlike in 50 % izvoza pnevmatike ter okoli 33.000 zaposlenimi. Trenutna osrednja tema je razvoj industrije 4.0;
- **Zbirka enačb za hidravliko in pnevmatiko** (26 str.). Razdeljena je na dve poglavji: hidravliko in pnevmatiko. Omogoča izračune vseh osnovnih statičnih in dinamičnih lastnosti posameznih sestavin, vezij in kompletnih naprav. Vključeni so tudi izračun hidravličnega udara ter ustrezni toplotni izračuni tako hidravličnih kot pnevmatičnih naprav;
- **Standardi, osnutki standardov in priporočila** (22 str.). Naveden je izčrpen seznam vseh nemških držav-

nih in mednarodnih standardov za obravnavano področje: DIN, DIN ISO, DIN EN, DIN EN ISO, ISO, ISO PRF, ISO DIS, ISO TR, ISO TS, IEC, E DIN EN ISO ter priporočila VDMA;

- **Seznam nemških visokošolskih disertacij** (22 str.) s 148 navedbami;
- **Katalog izdelkov hidravlike in pnevmatike** (92 str.). Predstavljen je v obliki preglednic, razdeljen po osnovanih izvedbah sestavin z navedbo imena in osnovnih lastnosti. Na koncu so ponudbe storitev na obravnavanih področjih, kot so: inženiring, vzdrževanje, programska oprema, raziskave in razvoj;
- **Seznam dobaviteljev** (14 str.). Okoli 550 navedb z logotipi in naslovi posameznih podjetij.

Glej tudi rubriko: Nove knjige – str. 347

Rodoviten 55. Mednarodni kmetijsko-živilski sejem Agra

Ob zaključku 55. sejma AGRA smo kot organizatorji lahko več kot zadovoljni, saj lahko o njem govorimo v samih presežkih: 1820 razstavljalcev iz 36 držav na 72.000 kvadratnih metrih razstavnih površin je največ, kar je bilo predstavljeno na Agri v zgodovini tega sejma. Pa tudi dežela partnerica je bila ena največjih držav na svetu. Ljudska republika Kitajska se je prvič predstavila s kar 24 podjetji. Poleg Kitajske je bilo še nekaj dežel, ki so se na Agri predstavile prvič. To so tiste, ki so sodelovale na mednarodni konferenci srednje- in vzhodnoevropskih držav pobude 16 + 1. Bilo je tudi največ spremljevalnih dogodkov, kar 160, od tega čez 90 strokovnih posvetov, predavanj, okroglih miz o najaktualnejši problematiki v kmetijstvu in vsakdanjem življenju. Podelili smo čez 1200 medalj s šestih mednarodnih strokovnih ocenjevanj kakovosti, kar je 5 odstotkov več kot prejšnja leta.

Sejem AGRA 2017 je potekal v znamenju trajnostnega turizma za razvoj, trajnostnega kmetovanja, hrane iz bližine. Če bi iz vseh vsebin potegnili rdeče niti, ki so prepredale strokovne in druge dogodke, bi lahko rekli, da so bile to trajnostni razvoj in podnebne spremembe.

Pomembno pa je tudi, da na Agri 2017 razstavljalci niso ponujali vsega, pač pa najboljšo kmetijsko in gozdarsko mehanizacijo, opremo in drugo, kar je namenjeno kmetijstvu, ter tisto, kar prihaja iz kmetijstva v obliki vrhunskih pridelkov in izdelkov živilske predelave.

Več kot 120.000 obiskovalcev sejma v šestih dneh, med katerimi jih je bilo preko 15 odstotkov iz tujine, je več, kot smo v teh sušnih avgustovskih dneh lahko pričakovali. Pomembno je, da se je na sejmu razvijal optimizem, ki sloni na zadovoljnih obiskovalcih in razstavljalcih.

Janez Erjavec, predsednik uprave Pomurskega sejma

Osebna izkaznica Agra 2017:

1.820 razstavljalcev
36 sodelujočih držav
24.000 m² razstavnih površin v halah
29.000 m² zunanjih razstavnih površin
3.000 m² razstav živali
15.300 m² vzorčnih nasadov, maneža
skupaj 71.300 m² razstavnih površin
120.000 obiskovalcev

Poslovne predstavitve

Agra je predstavila vrhunsko kmetijsko, poljedelsko, živinorejsko, vinogradniško, sadjarsko in gozdarsko mehanizacijo najvidnejših svetovnih in domačih blagovnih znamk, orodja in opremo, živila in vina, ekoživila, semena in sadike, sredstva za prehrano in varstvo rastlin ter živali, opremo za živilskopredelovalno industrijo, vinarstvo in vinogradništvo, izdelke za trajnostno gradnjo ter uporabo obnovljivih virov energije. Predstavljena so bila tudi transportna sredstva, izdelki umetne in domače obrti ter rešitve za računalniško vodenje kmetij. Slovenska živilska industrija je s skupinskimi nastopi predstavila žitarje, vinarje in sadjarje.



Različne vrste mehanizacije

Strokovne predstavitve

Nepogrešljive s svojimi strokovnimi razstavami, posveti, poslovnimi konferencami in nasveti za obiskovalce so bile najvidnejše institucije, kot so: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, kmetijsko-živilsko šolstvo, Ministrstvo za okolje in prostor, naravni parki Slovenije, Kmetijsko-gozdarska zbornica Slovenije, GZS, Zbornica kmetijskih in živilskih podjetij, Kmetijski

inštitut Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije, Zadrúžna zveza Slovenije, Čebelarska zveza Slovenije, Združenje turističnih kmetij Slovenije, Zveza društev podeželske mladine Slovenije, razvojne agencije, energetske svetovanje za občane mreže ENSVET, Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije, Obrtno-podjetniška zbornica Murska Sobota. Sodelovali so tudi druge najvidnejše lokalne akcijske skupine, ustanove, združenja, društva in posamezniki.



Gozdarska mehanizacija

Sejem so oživele predstavitve avtohtonih živali, govedi, konjev, prašičev in drobnice v hlevih in maneži, predstavitve čebelarstva, malih živali in rib v ribniku. Odlično obiskane so bile zanimive delavnice in vodeni ogledi na osrednjem sejmskem vrtu, na permakulturnem in demonstracijskem vrtu ter v trajnih nasadih hmelja, slovenskega trsnega izbora, starih sort jablan in v gozdno-parkovnem nasadu.

Nagrajenci mednarodnega ocenjevanja kmetijske mehanizacije in opreme pod okriljem sejma Agra 2017

V okviru Dneva kmetijske tehnike na jubilejnem 55. mednarodnem sejmu Agra sta bili v nedeljo, 27. avgusta, razglasitev rezultatov in podelitev medalj mednarodnega ocenjevanja kmetijske mehanizacije in opreme, ki je potekalo 24. in 25. avgusta 2017 na Pomurskem sejmu v Gornji Radgoni.

Strokovno ocenjevalno komisijo so sestavljali predsednik prof. dr. Franci Čuš, Fakulteta za strojništvo, Maribor, ter člani: Franc Fašalek, Gornja Radgona, doc. dr. Marjan Janžekovič, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Maribor, in doc.

dr. Janez Kramberger, Fakulteta za strojništvo, Maribor. Na ocenjevanju je sodelovalo 30 podjetij s 46 prijavljenimi eksponati.

Komisija je soglasno potrdila, da se podelijo **tri šampionska odličja**.



Nagrajenci

Za nov proizvod domače proizvodnje ga je prejel:

TAJFUN LIV, PROIZVODNJA IN RAZVOJ, d. o. o, HIDRAVLICNI ŽERJAV LIV 120 ZK.

Za nov proizvod tuje proizvodnje ga je prejela:

TRISA, d. o. o., HARVESTER PONSSE SCORPION KING.

Za nov proizvod oz. storitev domače in tuje proizvodnje ga je prejel: ROTO SLOVENIJA, d. o. o., SISTEM ZA DALJINSKO NADZOROVANJE DELOVANJA MALIH ČISTILNIH NAPRAV OD 2-10 PE.

Prejemniki zlatih medalj so bili: AGROMEHANIKA, d. o. o., AGROSORŠAK, d. o. o., AVTO-MAT & CO, d. o. o., REINA, d. d., KRANJ, DARKO OPARA, s. p., ELEKTROTEHNIKA, d. o. o., FARMTECH, d. o. o., FUŽINAR, d. o. o., GOMARK, d. o. o., GRAPAK A1, d. o. o., HUSQVARNA AUSTRIA, GmbH, INO BREŽICE, d. o. o., INTEREXPORT, d. o. o., ITRO, d. o. o., KMETIJSTVO POLANEC, d. o. o., KZG SLOGA, d. o. o., PIŠEK – VITLI KRPAN, d. o. o., PROFI KMET, d. o. o., ROBUST, d. o. o., SIP, STROJNA IN-

DUSTRIJA, d. d., ŠEMPETER V SAVINJSKI DOLINI, TAJFUN PLANINA d. o. o., TEKOMA MARGUČ, s. p., TRAKOM, d. o. o., in UNIFOREST, d. o. o.

www.pomurski-sejem.si

Jubilejni 50. MOS v znamenju pozitivnih gibanj v gospodarstvu

Jubilejni 50. MOS je v Celju od 12. do 17. septembra 2017 zaznamovala predvsem pozitivna energija prebujajočega se povpraševanja na zasebni in poslovni ravni. Prva država partnerica v zgodovini sejma Hrvaška je dodatno prispevala k veliki medijski pozornosti. Sejmsko dogajanje pa je ponudilo tudi rekordno število dobro obiskanih spremljajočih prireditev, ki so ponudile številne odgovore na aktualna vprašanja in nove poslovne priložnosti.



Jubilejni 50. MOS izpolnil pričakovanja obiskovalcev in razstavljalcev

V šestih sejmskih dneh je 50. MOS obiskalo približno 120.000 obiskovalcev, kar je podobno kot leto prej. V Celjskem sejmu ob tem poudarjajo, da jih veselijo predvsem pozitivni odzivi tako razstavljalcev – mnogi med njimi so se že med sejmom samim lahko pohvalili s številnimi novimi naročili –, kot tudi obiskovalcev, ki so vse bolj ciljno usmerjeni. Tudi zato se je še izrazitejša segmentacija sejma MOS na pet vsebinskih področij ob njegovem jubileju izkazala za pravo pot razvoja sejma.

50. MOS si je po ocenah več kot 83 % obiskovalcev prislužil najvišji oceni na 5-stopenjski lestvici (odlično 5 je sejmu namenila skoraj tretjina

anketiranih obiskovalcev). Tudi več kot 88 % razstavljalcev je svoj nastop na sejmu ocenilo za uspešen oz. celo zelo uspešen.

Sejem je izpolnil pričakovanja več kot 87 % poslovnih in splošnih obiskovalcev iz Slovenije in tujine. Tudi velika večina razstavljalcev je v raziskavi, ki jo v Celjskem sejmu redno izvajajo, dejala, da je sejem izpolnil njihova pričakovanja. Razstavljalci so bili zadovoljni z obiskom tako splošne kot tudi poslovne javnosti. Poleg poslovnežev iz Slovenije so razstavljalci v svojih razstavnih prostorih gostili podjetnike iz držav nekdanje Jugoslavije (Hrvaška,

Srbija, BiH, Makedonija, Črna gora), Avstrije, Italije, Francije, Portugalske, Nemčije, Madžarske, Poljske, Rusije, Indije in Kitajske. Skoraj 40 % razstavljalcev je tudi potrdilo, da so neposredno na sejmu sklenili nov poslovni dogovor. Dober odziv obiskovalcev se odraža tudi v napovedi razstavljalcev glede ponovnega sodelovanja na MOS-u. Več kot 63 % razstavljalcev je že potrdilo, da se bo predstavilo tudi na 51. MOS-u naslednje leto, večina preostalih pa je dejala, da se bodo odločili kasneje.

Veliko zadovoljstvo obiskovalcev s ponudbo sejma se odraža tudi v napovedi obiska na sejmu 2018. Več kot 80 % obiskovalcev je namreč napovedalo, da bodo obiskali tudi prihodnji MOS, praktično vsi preostali pa se o prihodnjem obisku ta trenutek še ne morejo odločiti.

Gospodarska rast je v interesu vseh

»Sosedje smo, uspeh gospodarstva obeh držav je povezan z uspehom gospodarstva vsake posamezne države. Gospodarska rast je naš skupni cilj,« je na slovensko-hrvaškem poslovnem forumu v okviru 50. MOS med drugim dejala podpredsednica hrvaške vlade in ministrica za gospodarstvo, podjetništvo in obrt dr. Martina Dalić. »Obrtniki in



Oceno odlično je sejmu namenila skoraj tretjina obiskovalcev



Poslovna srečanja na sejmu so znova ustvarila nove poslovne priložnosti

podjetniki se ne spoznajo toliko na politiko, spoznajo pa se na delo, na svoje storitve in s tem bomo tudi nadaljevali. Politiki nam velikokrat zagrenijo življenje, zato želimo, da politiki na obeh straneh predvidijo, da potrebujemo takšno politiko, ki bo dobra za državljane na obeh straneh,« pa je na forumu med drugim poudaril predsednik Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije (OZS) Branko Meh. Tudi predsednik slovenske vlade dr. Miro Cerar si je na otvoritveni dan sejma zaželel v prihodnje več sodelovanja in čim manj metanja polen pod noge.

Sejemsko dogajanje so ponovno pomembno sooblikovale aktivnosti Ministrstva za gospodarski razvoj in tehnologijo, ki je v času sejma znova preselilo številne aktivnosti na sejmišče, s čimer želi svoje delo približati obiskovalcem in predvsem gospodarstvenikom. »Imel bom čas za direktno komunikacijo z gospodarstveniki. Letos pa sem še posebej vesel, da je naša država partnerica Hrvaška, ki je za nas četrti največji gospodarski partner. Je tudi država, kamor največ investiramo in z njo dobro sodelujemo tudi na področju turizma. To je temelj reševanja vseh, tudi najtrših, orehov v odnosih med državama,« je med drugim izpostavil gospodarski minister Zdravko Počivalšek.

Na 50. MOS se je bilo med drugim mogoče udeležiti posveta o nepo-

srednih tujih investicijah, na katerem so bili vsi sogovorniki enotni, da so neposredne tuje investicije nekaj, kar lahko našo državo dvigne na lestvici najbolj uspešnih držav. Hkrati pa poudarjajo, da moramo biti pri izboru tujih investitorjev previdni in preračunljivi, saj moramo državi zagotoviti tisto, kar je najboljše za naše državljane. Osrednja pozornost tradicionalnega mednarodnega srečanja občin na MOS je bila namenjena pametnim mestom in skupnostim. »Pametno mesto ni milijon senzorjev, s katerimi zbiramo podatke, potem pa ne vemo, kaj bi z njimi počeli. Če tečemo v napačno smer, povečanje hitrosti ni prava rešitev. Pametna mesta so predvsem ljudje,« je med drugim poudaril mag.

Jože Torkar, direktor energetskih rešitev v Petrolu.

V okviru mednarodnega poslovnega srečanja, ki sta ga na sejmu organizirala Advantage Austria Ljubljana in OZS, se je letos zgodilo več kot 500 sestankov s 160 podjetniki, ki so utrjevali stike in gradili nove poslovne mostove med državami. Zelo dobro je bila obiskana tudi poslovna delavnica slovenske in hrvaške turistične dejavnosti, na kateri so se udeleženci strinjali, da je na koncu dneva v turizmu pomemben samo zadovoljen gost. Na MOS pa se je znova zbrala tudi slovenska diplomacija. 7. Dneva gospodarske diplomacije na MOS so se udeležili diplomati iz 25 držav, med drugim iz Rusije, ZDA, Brazilije, Irana, Turčije, Slovaške, Avstrije, Albanije, Madžarske, Hrvaške, Nizozemske in Maroka. Med njimi je bilo tudi 16 veleposlanikov. Med razstavljavci pa se je sprehodila tudi evropska komisarka za promet mag. Violeta Bulc, ki je na sejmišču pozdravila tudi projekt Edison (Eco Driving Innovative Solutions and Networking). Gre za inovativno platformo za zeleno mobilnost prihodnosti. V projektu je zbranih več kot 40 strateških partnerjev, podjetij, raziskovalnih institucij, občin in rotary klubov. Z njim Slovenija pospešeno razvija model učinkovitega prenosa dostopnih in uporabniku prijaznih tehnologij zelene mobilnosti na



Na sedmem natečaju za MOS-ove podjetne talente je Celjski sejem omogočil brezplačno predstavitev še 10 mladim podjetjem

trgu in se bo po prepričanju dr. Iztočka Seljaka, koordinatorja Edison in predsednika poslovnega odbora podjetja Hidria, uvrstila med referenčne države na področju zelene mobilnosti v Evropi in po svetu.

Priznanja za najboljše

Na 50. MOS so bila podeljena še sejemska priznanja za najbolj kakovostne in inovativne izdelke ter storitve oz. celovite sejemske predstavitve razstavljalcev. Komisija Celjskega sejma je podelila dve zlati in po tri srebrna, bronasta in posebna priznanja. Komisija Mestne občine

Celje je izbrala štiri nagrajence, OZS pa je podelila po en zlati, srebrni in bronasti ceh ter 18 priznanj.

Priznanja so prejeli tudi trije MOS-ovi podjetni talenti, ki so na razpisu Celjskega sejma prejeli najvišje število točk komisije. Najbolj je komisijo navdušil Žan Menart iz podjetja Smart Optometry, d. o. o., ki je ob podpori prijateljev in specialistov očesne klinike v Ljubljani razvil prvo terapijo za otroke z lenim očesom AmblyoPlay. Na drugo mesto se je uvrstilo podjetje StarkMAT, Sebastjan Štarkel, s. p., ki je razvilo prvi aktivni stol za otroke Mushy, na tre-

tje pa mladi podjetnik David Knez, ki je liniji oblačil InDavidual dodal linijo inovativnih elastičnih vezalk QuickShoelace, ki so navdušile domačo in tujo javnost.

Ob tej priložnosti je Celjski sejem podelil tudi posebno zahvalo za zvestobo in pomemben doprinos k 50-letni tradiciji sejma MOS družinskemu podjetju Ščetkarstvo Boris Žnidar, s. p., iz Vodice, ki je edino podjetje, ki se je predstavilo na vseh sejmih doslej.

*Nataša Vodušek Fras,
Celjski sejem, d. d.*



Ponujamo rešitve za industrijsko avtomatizacijo:

- › PLC krmiljenje, HMI naprave
- › Mehatronika, večosni servo sistemi
- › Industrijska Ethernet omrežja
- › Komponente za avtomatizacijo

Zastopamo podjetja:

- › Rockwell Automation • Allen-Bradley
- › Pentair • Hoffman
- › Molex
- › Panduit
- › Prosoft Technology
- › Kepware



info@tehna.si • www.tehna.si

Tehnološki park 19 • 1000 Ljubljana

10. INDUSTRIJSKI FORUM IRT 2018

NAJVEČJI STROKOVNI DOGODEK INDUSTRIJE ZA INDUSTRIJO

Predstavitve strokovnih prispevkov • Strokovna razstava • Aktualna okrogla miza • Podelitev priznanja TARAS

Forum znanja in izkušenj • Portorož, 4. in 5. junij 2018



Dodatne informacije: Industrijski forum IRT, Motnica 7 A, 1236 Trzin | tel.: 01 5800 884 | faks: 01 5800 803 | e-pošta: info@forum-irt.si | www.forum-irt.si
Organizator dogodka: PROFIDTP, d. o. o., Gradišče VI 4, 1291 Škofjica | Organizacijski vodja dogodka: Darko Svetak, darko.svetak@forum-irt.si

www.forum-irt.si



10. INDUSTRIJSKI FORUM IRT 2018

NAJVEČJI STROKOVNI DOGODEK INDUSTRIJE ZA INDUSTRIJO

Predstavitve strokovnih prispevkov • Strokovna razstava • Aktualna okrogla miza • Podelitev priznanja TARAS

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
- varjenje in rezanje
- vzdrževanje in tehnična diagnostika

Priznanje TARAS

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



Portorož, 4. in 5. junij 2018



Dodatne informacije: Industrijski forum IRT, Motnica 7 A, 1236 Trzin | tel.: 01 5800 884 | faks: 01 5800 803
e-pošta: info@forum-irt.si | www.forum-irt.si | **Organizator dogodka:** PROFIDTP, d. o. o., Gradišče VI 4, 1291 Skofjica
Organizacijski vodja dogodka: Darko Svetak, darko.svetak@forum-irt.si

www.forum-irt.si

Kratko poročilo s sejma MOS 2017, Stičišča znanosti in gospodarstva kot projekta MIZŠ

Na 50. Mednarodnem sejmu obrti in podjetnosti v Celju je bilo letos že drugič organizirano **Stičišče znanosti in gospodarstva**. Obisk je bil izjemno dober. Za našo predstavitev je bilo veliko zanimanja, predvsem mladih ljudi. V okviru Stičišča znanosti in gospodarstva so bila podeljena štiri priznanja Celjskega sejma. Posebno priznanje je prejelo MIZŠ, zlato priznanje podjetje SkyLabs v sodelovanju s FERi Univerze v Mariboru za nanosatelit, drugo zlato priznanje podjetje Saving, d. o. o., skupaj z Institutom Jožef Stefan za prenosni EKG Savvy in bronasto priznanje Naravoslovnotehniška fakulteta (Oddelek za tekstilstvo) za pametne visokotehnološke tekstilije. Največ zanimanja je bilo za prvega bionskega človeka lutko v Evropi, izdelanega za izobraževalne namene bodočih inženirjev bionike. Projekt razvija Janez Škrlec, razvojna raziskovalna dejavnost s partnerji.

V okviru stičišča so svoje delo in znanstvena dognanja predstavile poglavitne raziskovalne inštitucije v Sloveniji: Institut Jožef Stefan, Kemijski inštitut, Nacionalni inštitut za biologijo Univerze v Mariboru, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Oddelek za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje, Center odličnosti Nanocenter, SIS EGIZ, Visoka šola za bioniko na Ptuj, Višja strokovna šola ŠC Ptuj, Fakulteta za informacijske študije Novo mesto, Pisarna za prenos tehnologij in inovacij (CTT – IJS) in visokotehnološka podjetja: SkyLabs, d. o. o., Cosylabs, d. d.,



Utrip sejma MOS na Stičišču znanosti in gospodarstva

EKOSEN, d. o. o., PIPISTREL, d. o. o., RLS, d. o. o., EUREL, d. o. o., Dobre rešitve, d. o. o., PS, d. o. o., iz Logatca, ROTO, d. o. o., Miel Elektronika, d. o. o., DUOL, d. o. o., Makro Team, d. o. o., Nanotul, d. o. o., INTRI, d. o. o., Saving, d. o. o., INEA, d. o. o., FOTONA proizvodnja optoelektronskih naprav, d. d., Inštitut za okoljevarstvo in senzorje, d. o. o., TECES, GZS in mnogi drugi.

Na Stičišču znanosti in gospodarstva so bile predstavljene vrhunske tehnologije z različnih področij, kot

so mehatronika, avtomatika, robotika, profesionalna elektronika, energetika, IT, bionika, biomimetika, nanotehnologija, vesoljske tehnologije in drugo. Poudarek je bil na predstavitvi novih tehnologij, novih tehnoloških procesov, visokotehnoloških inovacij, novodobnih poklicev in sodobnih izobraževalnih programov. Predstavljenih je bilo več kot 40 visokotehnoloških inovacij.

Letošnje Stičišče je bilo usmerjeno predvsem na področje mikro-, bio- in nanotehnologij ter vesolj-



Obisk ministrice dr. Maje Makovec Brenčič



Veliko zanimanja za bionskega človeka lutko za izobraževalne namene bodočih inženirjev bionike

skih tehnologij. Velik poudarek je bil tudi na razvoju bionike, aplikativnosti nanotehnologij, razvoju prvega slovenskega nanosatelita, ki je v zaključni fazi in ga razvijata podjetje SkyLabs in FERI Univerze v Mariboru, na izzivih pametnih tekstilij, energetike (sodobno IR-ogrevanje) in drugem. Predstavljeni so bili tudi novi izzivi za shranjevanje toplote, vodikova celica, razvoj elektro- in nanoelektroklorikov kot materialov za grelno-hladilne naprave naslednje generacije in drugo. Celovito je bil predstavljen razvojni koncept bionskega človeka za izobraževalne namene bodočih inženirjev bionike ter razvoj bionskih protez, vsadkov, vmesnikov in podpornih tehnologij sodobne medicine.

Stičišče je bilo velika priložnost za promocijo slovenske znanosti,

predvsem pa za intenzivnejše sodelovanje med znanstveno in gospodarsko sfero. Na dogodku so bili predstavljeni tudi primeri dobre

prakse sodelovanja med razvojno-raziskovalnimi inštitucijami in podjetji oz. gospodarstvom. Dogodek je potekal s podporo *Ministrstva za izobraževanje, znanost in šport*. Vodja projekta je bil že drugo leto Janez Škrlec, član Sveta za znanost in tehnologijo RS.

Stičišče znanosti in gospodarstva so obiskali tudi predsednik Vlade RS dr. Miro Cerar, minister za gospodarski razvoj in tehnologijo Zdravko Počivalšek, podpredsednica hrvaške vlade, generalni direktor direktorata za znanost mag. Urban Krajcar, državni sekretar dr. Tomaž Boh, direktor Instituta Jožef Stefan prof. dr. Jadran Lenarčič in mnogi drugi ugledni gostje.

*Janez Škrlec, inž.,
Razvojno raziskovalna dejavnost,
Zg. Polskava,
član sveta za
znanost in tehnologijo RS*



Obisk predsednika Vlade RS dr. Mira Cerarja

POSVET

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2017 - ASM '17

6. decembra 2017

na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani

aktualne novice o posvetu so na voljo na www.posvet-asm.si

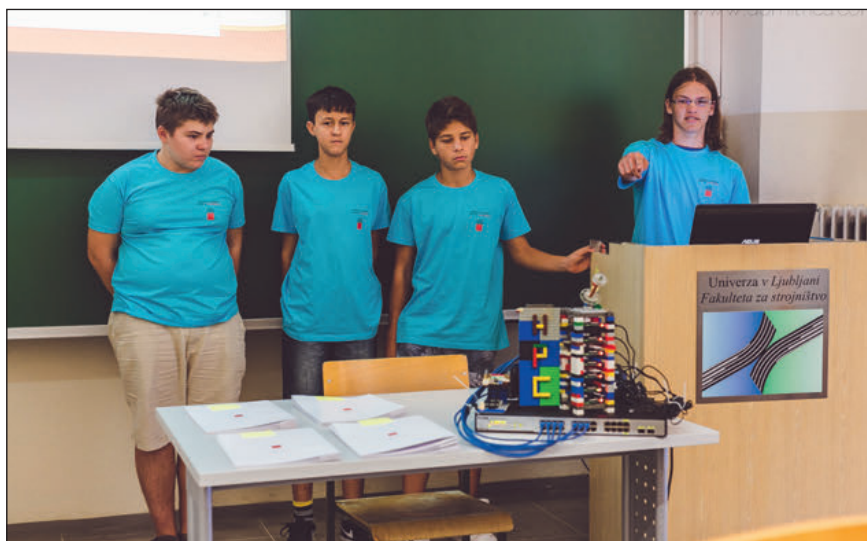
Poletna šola superračunalništva na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani

Visokozmogljivo računalništvo je ena od temeljnih prioritet Evropske komisije v naslednjih 5 letih. V razmerah, ko se je razvoj osebnih računalnikov z vidika računske in spominske učinkovitosti praktično ustavil že pred 10 leti, so visokozmogljivi računalniki, rečemo jim tudi superračunalniki, ključna pot za doseganje vedno večje računske moči in spominske kapacitete.

Evropska unija na tem področju tekmuje z ZDA, Kitajsko in Japonsko. Za svoj cilj si je postavila, da bodo do leta 2022 evropski proizvajalci sposobni sami (tudi na osnovi neevropskih procesorjev) izdelati superračunalnik eksadosega (tj., da bo zmožel več kot računskih operacij na sekundo).

Superračunalniki so predvsem zelo zmogljiv računski stroj, ki pa se ga je potrebno naučiti uporabljati. Inženirstvo je tisto področje, s katerim superračunalniki prodirajo v gospodarstvo, zato je potrebno tudi bodoče inženirje usposabljanje na tem področju.

Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani je pomen superračunalništva spoznala že pred več leti, ko



Slika 1. Superračunalnik iz 8 miniračunalnikov Raspberry Pi, ki so ga izdelali dijaki, položen v ohišje iz lego kock

se je tudi odločila za nakup lastnega superračunalnika. V letu 2016 je moč tega superračunalnika podvojila (trenutno dosega ok. 25 teraflops računske moči, tj. ok. računskih operacij na sekundo). Na njem profesorji, raziskovalci in študentje izvajajo najzahtevnejše simulacije dogajanj v realnem okolju, poleg tega pa tudi druge računsko zahtevne operacije, povezane z razvojem novih izdelkov.

Laboratorij LECAD Fakultete za strojništvo pripravlja različna izobraževanja, s katerimi poleg štu-

dentov strojništva usposablja tudi druge mlade za uporabo superračunalnikov. Mednarodne šole, poletne in jesenske šole, poletne prakse ipd. so stalnica v tem laboratoriju. Konec letošnjega avgusta so organizirali petdnevno poletno šolo, na kateri so dijakom približali superračunalništvo z miniračunalniki Raspberry Pi. Te so povezali med seboj v malce večji superminiračunalnik in mu naredili tudi ohišje iz lego kock (slika 1).

Dijaki so se naučili pisati preproste programe v okolju C, v katerem so si posamezni miniračunalniki izmenjavali podatke, sporočila in vzporedno izvajali računske naloge. Ob koncu delavnice so dijaki preizkusili tudi orodje OPENFoam, s katerim so naredili prve korake v svet računske dinamike fluidov s simuliranjem obnašanja motorja pri velikih hitrostih.

Dijaki so na delavnici pokazali veliko željo po znanju in veliko ustvarjalnosti pri povezovanju novih znanj. Želimo jim uspešno dokončanje srednje šole in veliko uspeha pri študiju in nadaljnji karieri.



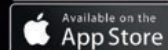
Slika 2. Udeleženci poletne šole skupaj z mentorjema doc. dr. Leonom Kosom in Gregorjem Simičem

Dr. Janez Povh
UL, Fakulteta za strojništvo

SAFETY FIRST

STAINLESS STEEL CONNECTORS FROM PH.

PH catalogue
available as
app for Android
and iPad



PH Industrie-Hydraulik GmbH & Co. KG
Stefansbecke 35-37, 45549 Sprockhövel, Germany
Tel. +49 (0) 2339 6021, Fax +49 (0) 2339 4501
info@ph-hydraulik.de, www.ph-hydraulik.de



EDELSTAHL / STAINLESS STEEL
VERBINDUNGSTECHNIK
FLUID CONNECTORS

Poletna šola strojništva 2017

Na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani smo že četrty zapored izvedli Poletno šolo strojništva, ki je potekala od 22. do 25. avgusta 2017. Njena namen sta popularizacija tehnike in vzbujanje zanimanja za tehnične poklice med mladimi.

Letos smo osnovnošolcem od 8. do 9. razreda in srednješolcem od 1. do 3. letnika ponudili 8 delavnic. Objave za sodelovanje so bile odprte do konca junija, glede na prijave pa so bile izbrane naslednje delavnice:



Slika 1. Delavnica Gradnja letala na daljinsko vodenje



Slika 2. Delavnica 3D tiskanje, 3D skeniranje in programiranje CNC-obdelovalnih strojev

- **Gradnja letala na daljinsko vodenje** v okviru Laboratorija za aeronavtika, ki ga vodi izr. prof. dr. Tadej Koselj;
- **3D tiskanje, 3D skeniranje in programiranje CNC-obdelovalnih strojev** v okviru Laboratorija za odrezavanje, ki ga vodi izr. prof. dr. Franci Pušavec;
- **HPC – High Performance Computing** – v okviru Laboratorija za konstruiranje, ki ga vodi prof. dr. Jožef Duhovnik;
- **Izdelava in modeliranje prenosne vremenske postaje** v okviru Laboratorija za vodne in turbinske stroje, ki ga vodi prof. dr. Marko Hočevar.

Letos se je Poletne šole strojništva udeležilo 30 osnovnošolcev in dijakov.

Zasnuy, izdelaj, preizkusi!

Delavnice so potekale vsak dan od 9. do 17. ure. Udeleženci Poletne šole so na delavnicah snovali, izde-

lovali, programirali in na koncu preizkusili, če stvar res deluje.

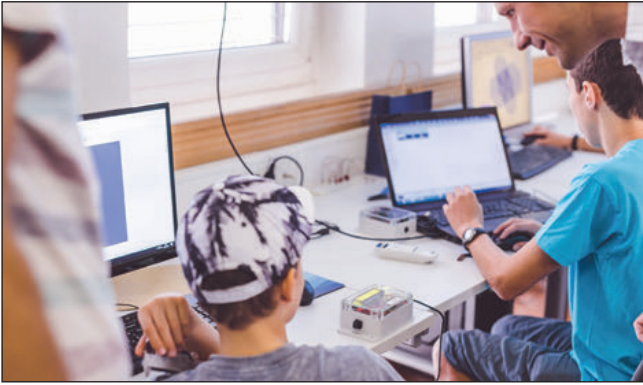
Na delavnici Gradnja letala na daljinsko vodenje so zasnovali letala v programu SolidWorks (izdelava virtualnega 3D modela letala), jih kasneje fizično izdelali in preizkusili na enem od bližnjih travnikov.

Na delavnici 3D tiskanje, 3D skeniranje in programiranje CNC-obdelovalnih strojev so udeleženci generirali kode in nato naredili gravure. S pomočjo 3D tiskalnika so izdelali spinnerje in poskusili 3D skenirati razne figure in osebe.

Na delavnici HPC – High Performance Computing – so usvajali znanje programiranja in izdelali ponostavljeni HPC, ki so ga postavili v ohišje iz lego kock.



Slika 3. Delavnica HPC



Slika 4. Delavnica Izdelava in modeliranje prenosne vremenske postaje

Na delavnici Izdelava in modeliranje prenosne vremenske postaje so spoznali in preizkusili različne tipe senzorjev za merjenje okoljskih parametrov, kot so na primer: senzor za vlago, temperaturo in senzor za merjenje količine osvetlitve. Izdelali so pravo prenosno vremensko postajo in jo tudi preizkusili.

Udeleženci so na delavnicah spoznali veliko novega, se pri tem zabavali in spoznali nove prijatelje. Izdelke, ki so jih izdelali, so odnesli s seboj domov, da jih bodo lahko preizkusili tudi doma in jih pokazali staršem in prijateljem.

Udeleženci, ki so nočevali v Ljubljani, in tisti, ki so se odločili za skupinsko popoldansko in večerno

druženje, so vodeno spoznavali Ljubljano, obiskali Muzej iluzij, si ogledali film in se preizkusili v vožnji s kartingom.

Zaključna prireditev Poletne šole strojništva

Poletna šola strojništva se je zaključila s prireditvijo, ki je potekala 25. 8. 2017 ob 13. uri v predavalnici V/8. Prisotne je najprej pozdravil dekan Fakultete za strojništvo prof. dr. Mitjan Kalin. Sledile so predstavitve vseh delavnic – udeleženci so sami nazorno predstavili aktivnosti na delavnicah ter pokazali izdelke. Ker pa se na Fakulteti za strojništvo ukvarjamo poleg pedagoškega dela tudi z bogatim znanstveno-raziskovalnim delom, je prodekan



Slika 5. Podelitev potrdil udeležencem Poletne šole strojništva

prof. dr. Tomaž Katrašnik na kratko predstavil področja dejavnosti fakultete.

Povsem na koncu so dekan prof. dr. Mitjan Kalin in prodekana prof. dr. Tomaž Katrašnik in izr. prof. dr. Andrej Kitanovski podelili vsem udeležencem potrdila o udeležbi na Poletni šoli strojništva, sledila je še skupna fotografija, ki bo lep spomin na zanimiv in ustvarjalen teden na Fakulteti za strojništvo.

Več informacij o Poletni šoli strojništva je na voljo na spletni strani www.poletnasolastrojnistva.si.

*Doc. dr. Uroš Stritih in
Andreja Cigale
oba UL, Fakulteta za strojništvo*



Slika 6. Skupna fotografija

3. Študentska tehniška konferenca - ŠTeKam 2017

Kvalitetno znanje ni samo tisto, ki ga ponujajo predavanja in učbeniki, pač pa predvsem tisto, ki ga pridobimo z aktivnim raziskovalnim delom, saj vodi k novim spoznanjem in odkritjem. Zato je prav, da sta na vseh stopnjah izobraževanja, še posebej pa na univerzitetnem nivoju, poleg rednega učenja in študija omogočena tako raziskovalno delo kot tudi predstavitev dosežkov raziskav. V ta namen Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani vsako leto pripravi študentsko tehniško konferenco, ŠTeKam, ki je namenjena študentom z vseh stopenj študija. Pri organizaciji konference uredniškemu odboru (doc. dr. Tomaž Berlec, doc. dr. Miha Brojan in doc. dr. Boštjan Drobnič) kot promocijski sponzor pomaga tudi revija Ventil.

Konferenca je potekala v četrtek, 14. septembra, v prostorih Fakultete za strojništvo v Ljubljani. Na otvoritvi je poleg uredniškega odbora navzoče pozdravil tudi prodekan Fakultete za strojništvo za pedagoško dejavnost I. stopnje izr. prof. dr. Matija Jezeršek. Po skupnem uvodu je konferenca potekala v dveh vzporednih sekcijah, v katerih je bilo predstavljenih 28 prispevkov, ki so kljub nazivu tehniška konferenca pokrivali tako tehniška kot tudi netehniška področja študija. Vse



Udeleženci konference ŠTeKam 2017

prispevke so recenzirali mentorji z ljubljanskih fakultet za strojništvo, gradbeništvo in geodezijo, družbene vede, naravoslovnotehniške in filozofske fakultete ter fakultete za turistične študije Univerze na Primorskem. Avtorice in avtorji so v desetminutnih predstavitev prikazali rezultate svojega raziskovalnega dela z dodiplomskega in podiplomskega študija in nekatere predstavitve dodatno popestrili tudi z demonstracijami svojih rezultatov. Predstavitvam so sledila še vprašanja občinstva in zanimive diskusije.

Prispevki so objavljeni v zborniku konference ŠTeKam, ki obsega 225 strani in je skupaj s posameznimi prispevki zaveden v bibliografskem sistemu COBISS.

Prispevki pokrivajo področja, kot so:

- merjenje tridimenzionalnih površin,
- razvoj naprave za preizkušanje uklona,
- politične delitve v evropskem parlamentu,
- optimizacija krmljenja čebel,
- napovedovanje napak pri proizvodnem procesu,
- umetne mišice iz metamateriala,
- uporabnost državnega ortofota,
- merjenje koeficienta zračnega upora,
- izmera GNSS,
- linearni oscilator,
- linearizacija v dinamiki togih teles,
- hitra kamera,
- vpliv turizma,
- piezoelektrični senzorji,
- barvno označevanje z vlakninskim laserjem,
- električna distribucija,
- superhidrofobna korozija,
- dinamske lastnosti termoplastičnega poliuretana,
- krožno gospodarstvo,
- zaščita bombaža pred UV-sevanjem,
- nanoidentifikacija,
- nadzor procesov s sliko,
- prag kavitacije,
- dinamski odziv nosilca.

Konferenca je ponovno pokazala, da mnogi študenti želijo pridobiti znanje in izkušnje z raziskovalnim delom, rezultate svojega dela pa znajo tudi odlično predstaviti javnosti. Poleg tega je konferenca tudi priložnost za navezovanje novih stikov in razvoj novih idej.

Uredniški odbor Študentske tehniške konference ŠTeKam



Otvoritev konference

Dosežen nov rekord na tekmovanju v vodnem raketarstvu – 257 metrov

V soboto, 30. septembra, je ob Velenjskem jezeru potekalo drugo vseslovensko tekmovanje v vodnem raketarstvu, ki se ga je udeležilo 12 ekip. Cilj prijavljenih ekip je čim daljša izstrelitev vodne rakete. Na let vodne rakete vplivajo številni dejavniki, kot so vložena energija v obliki tlaka, kot izstrelitve, tesnjenje, aerodinamika izdelane vodne rakete ter zunanji vplivi, kot je na primer veter. Tekmovanje organizira Društvo vodnih raketarjev, ki je bilo ustanovljeno leta 2015.



Zmagovalna ekipa, katere vodna raketa je dosegla rekord tekmovanja-257 metrov

B6EZdwj1XGvGWw048vhq44WGtM-04tK7mXs/edit#gid=259390344.

-spletni strani: <https://www.facebook.com/search/top/?q=water%20rocket%20competition>.

Več informacij o tekmovanju lahko najdete na spletni strani: <https://wrc146.wordpress.com/> ali na fb-

Ervin Strmčnik,
UL, Fakulteta za strojništvo,
vodja tekmovanja

Letošnjega tekmovanja so se udeležile ekipe iz najrazličnejših institucij iz celotne Slovenije (fakultete, srednje šole, osnovne šole, podjetja). Kar 31 od 36 poletov je preletelo mejo 100 metrov (tabela 1) in kar 10 letov je merilo čez 200 metrov. Najdaljši polet v treh serijah je uspel ekipi v sestavi Ajda Štrumbelj, Špela Štrumbelj in Igor Štrumbelj, ki so raketo Phoenix uspeli izstreliti kar 257 metrov daleč, kar je tudi nov rekord tekmovanja. V treh serijah so največ preletenih metrov (746 metrov) zbrali Katka Štrumbelj, Meta Štrumbelj in Igor Štrumbelj z raketo Katka.

Naslednje tekmovanje v vodnem raketarstvu bo 30. septembra 2018 ob Velenjskem jezeru. Vsi, ki vas to zanima, vljudno vabljeni, da prijavite svojo ekipo na spletnem obrazcu: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1355--q65t->

Tabela 1. Rezultati tekmovanja v vodnem raketarstvu WRC 2017

Ime rakete	Seriya 1	Seriya 2	Seriya 3 (finalna)
Space shuttle 17	171	162	148
Severnokorejska raketa	76	181	203
S-rocket	20	33	x
Phoenix	240	226	257
Katka	250	255	241
Torpedo Eins	247	170	10
Zvezdica	148	146	142
Yellow submarine	126	111	134
Veliki Primož 2	164	159	157
Nine lives	134	130	129
Raketa 2.0	197	209	212
Vilibald	123	122	107



Skupinska fotografija udeležencev tekmovanja WRC 2017

Mednarodna konferenca Fluidna tehnika/Fluid Power 2017

V znamenju IIoT

Mednarodna konferenca Fluidna tehnika/Fluid power 2017, dvodnevni strokovni dogodek s področja hidravlike in pnevmatike, je potekala 14. in 15. septembra v Kongresnem centru Habakuk v Mariboru. Osrednja nit letošnje konference so bile t. i. IIoT-tehnologije (Industrial Internet of Things, prevedeno nekako internet stvari oz. medmrežje stvari), ki vse bolj prodirajo tudi na področje fluidne tehnike. Internet stvari in tehnologije industrije 4.0 predstavljajo evlucijski korak združevanja strojne in programske opreme ter poveztljivosti, ki pomaga podjetjem in ljudem. Sodelovanje z industrijo in prenos naj sodobnejših tehnologij na področje hidravlike in pnevmatike je bilo izpostavljeno tudi v uvodnih pozdravnih govorih, še posebej pa v nagovoru prof. dr. Nenada Gubeljaka, prodekana za sodelovanje z industrijo Fakultete za strojništvo Univerze v Mariboru.

Osrednji, znanstveno-strokovni del programa konference so predstavljala predavanja, tematsko razvrščena v šest skupin. V uvodni sekciji vabljenih predavateljev so bile predstavljene smernice razvoja, sodobne rešitve, razvojni potenciali in



Uvodno predavanje prof.dr Rudolfa Scheidla – Cyber-fizikalni sistemi in fluidna tehnika

nove ideje s področja stroke. Te so predstavili prominentni strokovnjaki z renomiranih univerz, vodilnih inštitutov in vodilnih proizvajalcev, ki delujejo na področju stroke in prihajajo iz tehnološko izredno naprednih podjetij, ki ponujajo povsem nove rešitve – t. i. rešitve za prihodnost.

Prvi uvodni prispevek se je nanašal na vse večjo prisotnost t. i. kiber-fizikalnih sistemov na področju tehničnih sistemov na splošno in prodor tudi na področje fluidne tehnike (prof. R. Scheidl, Johannes Kepler University, Linz). Kiber-fizikalni sis-

tem (Cyber Physical Systems – CPS) je mehanizem, ki ga vodijo in nadzirajo računalniški algoritmi, tesno povezani z internetom in njegovimi uporabniki. Tako sta na ta način povezana realni fizikalni sistem (stroj, robot, naprava ...) in virtualni svet (programska oprema, internet, GPS ...). CPS je tako integracija preračunavanja (simulacija) stanja in napovedovanja dogodkov z izvajanimi fizičnimi procesi. Vgrajeni računalniki in omrežja spremljajo in nadzirajo vse pomembne fizične procese naprave in delujejo v zanki povratnih informacij, v kateri fizični procesi vplivajo na izračune in obratno. Osnova za natančno napovedovanje dogodkov in ukrepov pa je razpolaganje z natančnimi (matematičnimi in simulacijskimi) modeli sistemov. Pri takšni povezavi omejenih sistemov lahko govorimo o »mehatroniki simbioze« (angl.: Symbiotic Mechatronic), o novi paradigmi za mehatronske sisteme, ki si prizadeva za obojestransko korist od interakcije med »partnerji simbioze«, kot so mehatronski sistemi, njihovi elementi, in njihovim fizičnim, digitalnim, človeškim in okoljevarstvenim okoljem.

V drugem uvodnem prispevku smo spoznali prednosti in možnosti uva-



Otvoritev mednarodne konference FT2017

janja digitalne pnevmatike, primerne za uporabo v okviru koncepta industrija 4.0 (gospod M. Miklas, Festo Ges.m.b.H., Dunaj), ki jih ponuja Festo. Ena od vizij, ki se nanašajo na industrijo 4.0, je zmožnost t. i. »plug-in-proizvodnje«. Podobno kot v primeru USB-vmesnikov na računalniških sistemih, ki jih povezani sistemi uporabljajo za neposredno povezavo/delo z glavnim računalnikom in z njim komunicirajo, se načrtuje, da se bodo tako povezovale tudi posamezne komponente v proizvodnem obratu tovarne prihodnosti. Toda vizija gre še korak naprej. Cilj je doseči lokalno inteligenco v sistemu, kar pomeni, da komponente same prevzamejo naloge glavnega računalnika. Na primer: po polnjenju posode bi ena postaja lahko sam »povedala« naslednji, da je sedaj potrebno dati na posodo še pokrov – t. i. komunikacija med stroji (M2M – Machine to machine). Mehatronski sistemi se tako dejansko pretvarjajo v kiber-fizikalne sisteme.

V tretjem, zaključnem vabljenem prispevku smo se seznanili z vlogo in rešitvami uporabe fluidne tehnike na področju robotike (prof. dr. Ž. Šitum, FSB, Zagreb). V ospredju prispevka je bila vloga hidravličnih in pnevmatičnih aktuatorjev na področju robotskih manipulatorjev in primerjava z ostalimi vrstami aktuatorjev. Tudi tukaj je bil poudarek na uporabi sodobnih, izboljšanih tehnologij in inovacij, uvajanju strojne

inteligence in sodobnih načinov komunikacije ter sodobnih konceptov vodenja robotov. Predstavljeno je bilo tudi snovanje namenskih robotov, delo študentov v okviru projektov in zaključnih nalog, pri čemer je uporabljena vsa omenjena sodobna tehnologija.

V duhu osrednje tematike konference, IIoT-tehnologije in signali, smo se tej problematiki posvetili v naslednjih dveh tematskih sekcijah prispevkov. V prvi sekciji so bili v ospredju razpoložljivost informacij in ustrezni senzori ter njihova implementacija v sisteme fluidne tehnike. Prav tako sta bili izpostavljeni problematika filtriranja signalov in občutljivost na motnje. V naslednji sekciji pa so bile v ospredju kot smiselno nadaljevanje obravnave problematike primerne tehnologije vodenja sistemov fluidne tehnike. Izpostavljena sta bila učinkovitost rabe nelinearnih konceptov vodenja in vpliv strojne periferije na delovanje reguliranih, visokodinamičnih aktuatorjev, kot npr. vpliv cevnega omrežja, višina tlaka prednapetja hidravličnega akumulatorja ...

Digitalizacija in virtualizacija sistemov fluidne tehnike je bila tudi osrednja točka okrogle mize, ki je že stalnica ob zaključku prvega dne konference. V pogovoru s strokovnjaki iz industrije in inštitutov na eni strani ter uporabniki opreme oz. storitev na drugi je

bila podrobneje obdelana naslovna tema konference. Tako smo se dotaknili vseh treh vrst komunikacij, ki jih zajema IIoT: komunikacija stvari z ljudmi, komunikacija med stvarmi in komunikacija med samimi napravami. Pri tem je bila izpostavljena sledeča misel: izmeriti in spremljati smo sposobni skoraj vse parametre in veličine na stroju, saj imamo razvite in v ta namen tudi že uporabljamo številne senzore. Pri tem pa se pojavi problem ogromne količine podatkov, ki jih moramo obdelati, »presejati« in arhivirati ter na njihovi osnovi izvesti določene ukrepe – znanost obdelave masovnih podatkov ali velepodatkov (big data system, -management) – ter vprašanje zanesljivosti in varnosti podatkov.

V sledečih sekcijah smo se seznanili še z novostmi z ostalih področij fluidne tehnike. Ena od sekcij je bila posvečena novostim s področja hidravličnih tekočin in upravljanja z njimi. V uvodnem prispevku je bila predstavljena nova specifikacija, namenjena evalvaciji okolju prijaznejših tekočin, v nadaljevanju pa smo se posvetili hidravličnim tekočinam, primernim za uporabo v prehrabni industriji, metodam testiranja posameznih lastnosti tekočin in vplivu novih, malo stisljivih ionskih tekočin, uporabljenih kot hidravlična tekočina, na pulzacijo v hidravličnem sistemu. Vse večji pomen uporabe kiber-fizikalnih in virtualnih sistemov temelji na podrobnemu modeliranju komponent in sistemov. Tej problematiki smo se posvečali v samostojni sekciji drugi dan konference.

Številni primeri naprednih rešitev s področja vodenja sistemov fluidne tehnike in nekatere zanimive rešitve kot tudi mehatronski pristop k reševanju problemov so bili osrednja tema naslednje večje skupine prispevkov, v katerih so uporabniki spoznali nove možnosti reševanja različnih kompleksnih problemov. V zaključni skupini prispevkov je bila osrednja pozornost namenjena problemom pri testiranju tako posameznih komponent kot tudi hidravličnih tekočin.



Utrinek iz avditorija



Pogovor z razstavljavci

Letošnje konference se je udeležilo dobrih osemdeset udeležencev, pri čemer so udeleženci in avtorji prispevkov prišli iz sedmih različnih držav, kar potrjuje njeno mednarodnost. Razmerje med udeleženci iz industrije, neposrednimi uporabniki te tehnike in udeleženci z inštitutov, univerz in razvojnih centrov je bilo tudi letos uravnoteženo. Konferenco je spremljala tudi razstava, prispevki, ki niso prišli v izbor predavanj, pa so bili predstavljeni v obliki sekcije posterjev.

V okviru konference so bili v dveh dneh tako predstavljeni zadnji do-

sežki s področja znanosti in razvoja ter nova spoznanja, ki bodo brez dvoma pripeljala do novih rešitev. Kar je še posebej pohvalno in razveseljivo, pa je dejstvo, da je bilo med prispevki v posameznih skupinah predstavljenih veliko dosežkov slovenskih raziskovalcev plod domačega znanja, kar dokazuje, »da smo zraven«. Tako ne samo spremljamo dogajanje na področju razvoja fluidne tehnike v svetu, temveč tudi sooblikujemo trende in skrbimo za podmladek, ki se ukvarja s tem področjem tehnike. Tudi letos smo podelili zlate diplome fluidne tehnike najboljšim diplomantom, ki so

poslali svoje naloge na natečaj. Letošnja prejemnika zlate diplome sta bila dva. Boštjan Petrič, diplomant Fakultete za strojništvo UM, je dobil nagrado za svojo diplomsko nalogo z naslovom Krmilje hidravlične stiskalnice z vidika varnega delovanja, Matevž Štefane, diplomant Fakultete za elektrotehniko, računalništvo in informatiko UM (študijski program Mehatronika), pa nagrado za magistrsko delo z naslovom Implementacija in prvi zagon elektrohidravlične linearne servoosi. Žrebanije praktičnih nagrad in sklepna misel s kratkim povzetkom predavanj sta ob koncu konference zaokrožila raznoliko dvodnevno konferenčno dogajanje.

Vsi prispevki, predstavljeni na konferenci, so tematsko urejeno zbrani v zborniku konference, ki ga je izdala Univerzitetna založba Univerze v Mariboru.

Več informacij o samem dogajanju na konferenci, podrobnejšem programu in pregledu prispevkov ter nekaj ujetih utrinkov je na voljo na spletni strani konference: <http://ft.fs.uni-mb.si>.

Dr. Darko Lovrec
UM, Fakulteta za strojništvo



SPLAČA SE BITI NAROČNIK

NA VOLJO TUDI
ZA MOBILNE NAPRAVE

ZA SAMO 30€ DOBITE:

- celoletno naročnino na revijo IRT3000 (6 številčk)
- strokovne vsebine vsaka dva meseca na več kot 200 straneh
- vsakih 14 dni e-novice IRT3000 na osebni elektronski naslov
- možnost ugodnejšega nakupa strokovne literature

Vsak novi
naročnik
prejme majico
in ovratni trak



NAROČITE SE! ☎ 01 5800 884 ✉ info@irt3000.si 🌐 www.irt3000.si/narocam

WWW.IRT3000.COM

SAMSON AG je prevzel SED Flow Control

Od 7. septembra letos spada specialist za izdelavo ventilov SED Flow Control GmbH iz Bad Rappenau v koncern Samson. Samson s to potezo razširja svoj portfelj izdelkov z dodajanjem ventilov za farmacevtske, biotehnoške in prehranske trge



»S pridobitvijo SED-a bomo svoj vodilni položaj na področju farmacije in biotehnologije dodatno podkrepili in tudi tukaj vztrajno nadaljevali z digitalizacijo in avtomatizacijo procesov z inteligentno in omreženo ventilsko tehnologijo Samson,« je dejal Andreas Widl, predsednik uprave Samson AG.

S sto visoko usposobljenimi zaposlenimi SED razvija in izdeluje membranske ventile iz kovine za aseptične aplikacije kot tudi membranske in poševno



SAMSON SED

sedežne ventile iz kovine in umetne mase za uporabo v industriji. Poleg tega ima SED v svojem programu tudi krmilnike položaja – pozicionerje, elektromagnetne ventile, dajalnike signalov in merilnike pretoka (rotametre).

Zunaj Nemčije je imel Samson SED že do sedaj nekaj lastnih prodajnih, storitvenih, servisnih in skladiščnih kapacitet, kot npr. v ZDA. Prodajna partnerstva pa so obstajala praktično v vseh drugih državah. Zaradi prevzema ima sedaj Samson SED svetovno prodajno in storitveno mrežo!

Med pomembnejše stranke Samson SED-a spadajo vodilni proizvajalci, kot npr.: Bayer, Roche, Merck Beiersdorf (Nivea), Novartis, Pfizer, Procter & Gamble, GlaxoSmithKline, Colgate, GEA in Bosch.

Prednost pred konkurenco in dodano vrednost za uporabnika predstavljajo

inovativne rešitve, kot npr. edinstven membranski sedež brez »mrtvih« prostorov, kompaktne in fleksibilne konstrukcije ventilov, individualne rešitve, dolgotrajna obremenitev pri zahtevnih procesnih pogojih, spoštovanje svetovnih higienskih standardov in zahteve glede sterilnosti kot tudi preprostost čiščenja procesa.

Kot dolgoletni zastopnik in predstavnik obeh podjetij, tako Samsona AG kot SED-a Flow Control, na slovenskem tržišču smo ponosni in se veselimo novega hčerinskega podjetja Samson SED v družini podjetij koncerna Samson AG.

Vir: GiA-S Industrijska oprema d.o.o., Industrijska 5, 1290 Grosuplje, Tel: +386 1 7865 300, [HYPERLINK "mailto:info@gia.si" info@gia.si](mailto:info@gia.si) [HYPERLINK "http://www.giaflex.com" www.giaflex.com](http://www.giaflex.com)

Novе knjige

- [1] Johnson, J.: **Designer's Handbook for Electrohydraulic Servo and Proportional Systems – 4. izdaja** – Četrta izdaja že uveljavljenega priročnika za elektrohidravlične servo- in proporcionalne sisteme obsega uporabne informacije o naslednjih tematikah:
- kako izračunati in krmiliti padce tlaka v hidravličnih vezjih s poudarkom na priključnih ploščah in blokih;
 - kako analizirati in nadzorovati različne mehanske obremenitve, vključno pri verižnih transporterjih in trakovih ter večsmernih obremenitvah;
 - dinamične lastnosti proporcio-

nalnih in servoventilov, vključno z vprašanji njihovega vključevanja v sisteme;

- praktične informacije o krmilni elektroniki, posebno senzorjih, in kondicioniranju signalov ter
- mobilna oprema električnih naprav, vključno z baterijami in polnilnimi napravami.

Zal.: Hydraulics & Pneumatic; naročilo na spletnem naslovu: www.hydraulicspneumatics.com/bookstore, pisno po faksu ali na naslov revije, obseg: 786 strani, cena: 159,00 USD.

- [2] Pfister, M., ur.: **O + P (Fluidtechnik) Konstruktions Jahrbuch**

2017, Sonderausgabe. – Almanah revije Oelhydraulik und Pneumatik (O + P Fluidtechnik) 2017 je namenjen predvsem projektantom in konstrukterjem hidravličnih naprav ter snavcem naprav in strojev s tovrstnim pogonom in/ali krmiljenjem. – Podrobnejša predstavitev almanaha je na strani 329 te izdaje Ventila.

Zal.: Vereinigte Fachverlage GmbH, Liese-Meitner Strasse 2, 55 129 Mainz, BRD, Postfach 100465; tel.: + 06131/992-0; faks: +06131/992-100; e-pošta: info@engineering-news.net; internet: www.engineering-news.net.

Podelitev lokalnih nagrad »slo manus 2017«

V četrtek, 27. septembra, je podjetje HENNLICH iz Kranja v sklopu Dneva inovativnosti 2017, ki ga je na Brdu pri Kranju organizirala Gospodarska zbornica Slovenije, razglasilo lokalne zmagovalce natečaja slo manus® 2017.

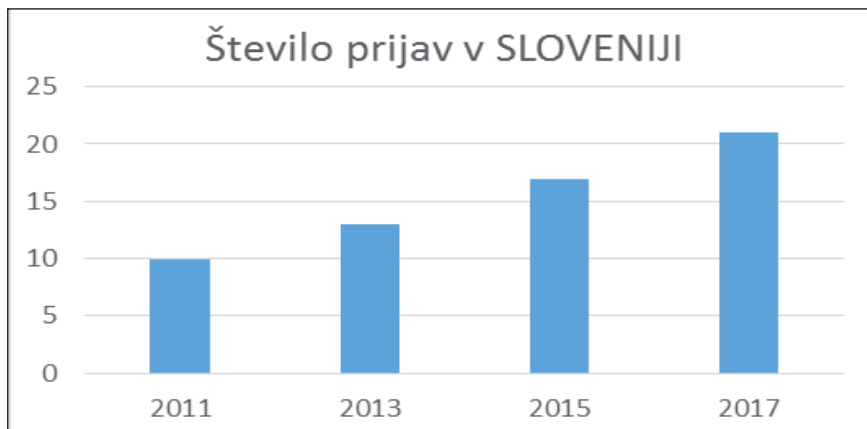


manus® je skupna pobuda podjetja igus®, raziskovalca in proizvajalca polimernih drsnih ležajev iz Kölna v Nemčiji, tehnične publikacije Industrieanzeiger, tehnične fakultete iz Kölna in Inštituta za kompozitne materiale iz Kaiserslauterna.

Prvi natečaj je bil organiziran že v letu 2003, nato pa poteka vsako drugo leto. Število prijavljenih iz leta v leto narašča.

manus® simbolizira pogum in prizadevanja za raziskovanje novih tehnologij, zato se iščejo aplikacije, ki že delujejo z uporabo polimernih ležajev in se razlikujejo po tehničnih in komercialnih parametrih, so plod drznih idej in ustvarjalnosti ter dajejo presenetljive rezultate.

Na srečanje so bili povabljeni vsi sodelujoči na tem natečaju, tudi vsi sodelujoči v predhodnih treh



Iz tabele se vidi, da število udeležencev iz Slovenije narašča. Na prvem natečaju je bilo prijavljenih 10 udeležencev iz Slovenije, na naslednjem čez dve leti 13, predlani 17, letos pa že 21.

natečajih, vsi nagrajenci iz preteklih let, prav tako pa predstavniki podjetja Igus iz Kölna kot organizatorja tega natečaja v svetovnem merilu in predstavniki podjetja HENNLICH, ki zastopa podjetje Igus na slovenskem trgu. To je bila že četrta podelitev, na področju Slovenije je bil ta natečaj prvič organiziran v letu 2011, drugič leta 2013, tretjič v letu 2015, letošnja prireditev je bila že tradicionalna, torej četrta zapored.

Letošnja udeležba je bila izjemno visoka. Skupno je bilo prijavljenih 541 udeležencev iz 35 držav, od tega kar 21 iz Slovenije.

Ni se nam treba bati za prihodnost, ideje so!

Kratko zgodovino podjetja HENNLICH je predstavil direktor Matej Tomšič, podjetje Igus in priznanje manus pa Berit Vierneisel.

Nato so bili na kratko predstavljeni vsi sodelujoči in njihove aplikacije, v katerih so bile vgrajene Igusove puše ali vodila, ki imajo to prednost, da ne potrebujejo mazanja in vzdrževanja, da so neobčutljive za umazanijo in imajo dolgo življenjsko dobo.

Zmagovalec je dobil zlato priznanje manus in nagrado, drugouvrščeni srebrno priznanje manus in nagrado, tretjeouvrščeni pa bronasto priznanje manus in nagrado. Izročeno je bilo tudi posebno priznanje manus.



Nagrajenci in predstavnika podjetja Igus v Sloveniji

Nagrajenci so bili:

zlati manus:

Matic Hribar iz podjetja HILL-STRIKE, d. o. o., za hillstrike snowtrike

Potrebovali so ležaj za izdelek hillstrike snowtrike za gorsko kolesarjenje na snegu. Zasnovan je tako, da se ujema hitrost spusta kolesa in agilnost kolesa BMX.

Ležaji Igus GFM se uporabljajo v paralelogramskem sistemu v gibljivih zglobeh.

Potrebovali so ležaj, ki mora biti lahek, vodoodporen in zaradi narave uporabe odporen proti obrabi. Upoštevati je potrebno tudi temperaturne razlike od +25 °C do -25 °C. Njegova prednost je, da ležaja ni potrebno mazati niti vzdrževati.



srebrni manus:

g. Kristijan Hajnšek iz podjetja SEASCAPE, d. o. o., za krmilni sistem jadrnice

Zasnovali so nagrajeno jadrnico Seascape 24 s krmilnim sistemom, ki temelji na zglobni glavi Igubal KARM-10. Plovilo, opremljeno z dvojnimi krmili, potrebuje zanesljivo povezavo med ročico, pogonskimi gredmi in krmili.

Seascape 24 je hitra jadrnica, zasnovana za "shorthanded" in "singlehanded" jadrnanje. Natančno in zanesljivo krmiljenje je bistveno za nadzor moči čolna, za varno in hitro vožnjo.

Zaradi ergonomije v kokpitu smo potrebovali eno ročico, ki vodi dve krmili, zaradi kinematike pa povezovalni del, ki omogoča 3D-gibanje z minimalnim trenjem in lahko povezavo. Del se uporablja tudi na odprtem morju, zato mora biti enostaven za vzdrževanje, vzdržljiv in še posebej zanesljiv.



bronasti manus:

g. Tomaž Ham iz podjetja HAM, d. o. o., za skiro RollJet

Skiro RollJet ima dve sprednji kolesi, s katerima se lahko krmili. Kolesi potrebujeta ležaje, ki omogočajo gladko vodenje in ne potrebujejo vzdrževanja. Na začetku so uporabili kovinske ležaje, ki pa so rjaveli in blokirali delovanje. Zaradi teh težav so vgradili plastične ležaje, ki ne potrebujejo mazanja in vzdrževanja, ne rjavijo in so lažji. Gibanje pa je vseskozi gladko in brez zatikanja. Pri kovinskih ležajih so pri montaži morali ležaje mazati, z uporabo plastičnih pa je odpadla tudi ta operacija. Podaljšala se je tudi življenjska doba.



posebna nagrada manus:

g. Janez Podobnik in skupina študentov s Fakultete za elektrotehniko

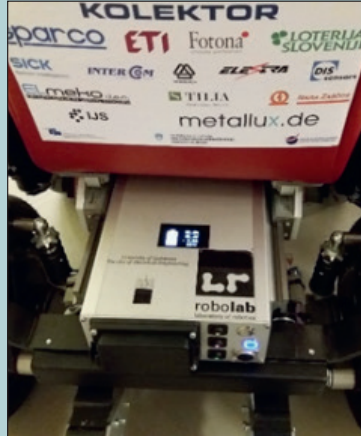
Robotski invalidski vozički izboljšujejo mobilnost invalidov in jim omogočajo, da aktivno sodelujejo v življenju. Mnoge od teh naprav pa ne omogočajo premagovanja niti najpogostejših ovir (npr. stopnic ali robnikov), ki se pojavljajo v vsakdanjem življenju.

Rešitev je koncept hibridnega električnega vozička, ki združuje najboljše lastnosti koles in vodil. Glavni pogonski sistem je sestavljen iz koles, vendar premikanje po strmih, zahtevnih terenih in stopnicah ne bi bilo mogoče brez sistema vodil.

Med kolesi pod šasijo invalidskega vozička sta nameščeni dve neodvisno nadzorovani gumijasti stezi. Višino in položaj naprej/nazaj

lahko spreminjate z mehanizmom vodila. Med vožnjo na kolesih so tiri umaknjeni in dvignjeni od tal. Spuščajo se le pri vožnji po strmih ovirah in grobem terenu. Uporabili smo vodila iz Igusa (vodila in voziček DryLin W, plastične puše iglidur), da bi zagotovili nemoteno gibanje vseh premičnih delov mehanizma. S svojim vozičkom so na svetovnem tekmovanju Cybathlon oktobra lani v Zürichu osvojili tretje mesto

Polimerni ležaji in puše se vse bolj in bolj uveljavljajo v industrijskih rešitvah. Predsodki o plastiki kot slabem in cenenem materialu se počasi umikajo iz stroke. Veliko razvojnikov že prisega izključno na polimerne rešitve. Svoje ideje utemeljujejo z možnostjo izračuna življenjske dobe in z rezultati opravljenih testov, ki jih podjetje Igus vseskozi opravlja v svojem testnem laboratoriju. Rezultati so dostopni, tako se lahko vsakdo prepriča o kakovosti polimerov.



Svetovni manus 2017

Kot vedno je bila podelitev na sejmu v Hannoveru.

V Hannoveru so bile podeljene nagrade za manus® 2017, ki so jih podelili direktor in lastnik podjetja igus® Frank Blase (desno), Gerhard Baus (4. levo) in Tobias Vogel (skrajno levo). Zlati manus® je dobilo podjetje Pathway v sodelovanju z Levitate Technologies iz ZDA. Srebrni manus® je bil dodeljen podjetju Ocean Innovation System iz Francije. Bronasti manus® 2017 je dobil študentski projekt UB-SPACE iz Bremna.



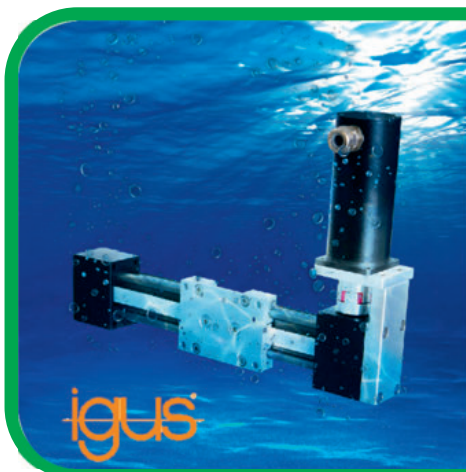
Podelitev nagrad manus® 2017 v Hannoveru

Na koncu smo sklenili, da se čez dve leti zopet srečamo, po vsej verjetnosti v še večjem številu, z novimi in zanimivimi aplikacijami. Želimo si, da bi podelitev slovenskih manusov postala tradicionalna prirediteljev. Z vašo pomočjo

nam bo to tudi uspelo. Vabljeni spet leta 2019.

Več si lahko preberete na www.hennlich.si.

Stojan Drobnič, HENNLICH, d. o. o.



drylin® E

ZLW: linearni pogoni za uporabo pod vodo

Do 10 m globine

Motor NEMA 23 razred IP 68

HENNLICH d.o.o., Ul. Mirka Vadnova 13, 4000 Kranj



Pokličite nas:
04/532 06 05



www.hennlich.si

1. TECH CELJE EXPO

Mednarodni tehnološki sejem

Celjski sejem, 18.-21. april 2018



Energetika



Terotech – industrijsko vzdrževanje in čiščenje



Avtomatizacija, mehatronika in industrijska elektronika



Lesnoobdelovalni stroji, orodja in repromaterial, gozdna tehnologija

RAZSTAVLJAVCI – DOBRO JE VEDETI!
Rok za prijavo: 12. december 2017

Več informacij o sejmu:

Marjana Žgajner, T: 03 54 33 204, M: 041 369 414, E: marjana.zgajner@ce-sejem.si
(Energetika, Terotech – industrijsko vzdrževanje in čiščenje)

Katja Goršek, T: 03 54 33 207, M: 031 323 074, E: katja.gorsek@ce-sejem.si
(Avtomatizacija, mehatronika in industrijska elektronika, lesnoobdelovalni stroji, orodja in repromaterial, gozdna tehnologija)



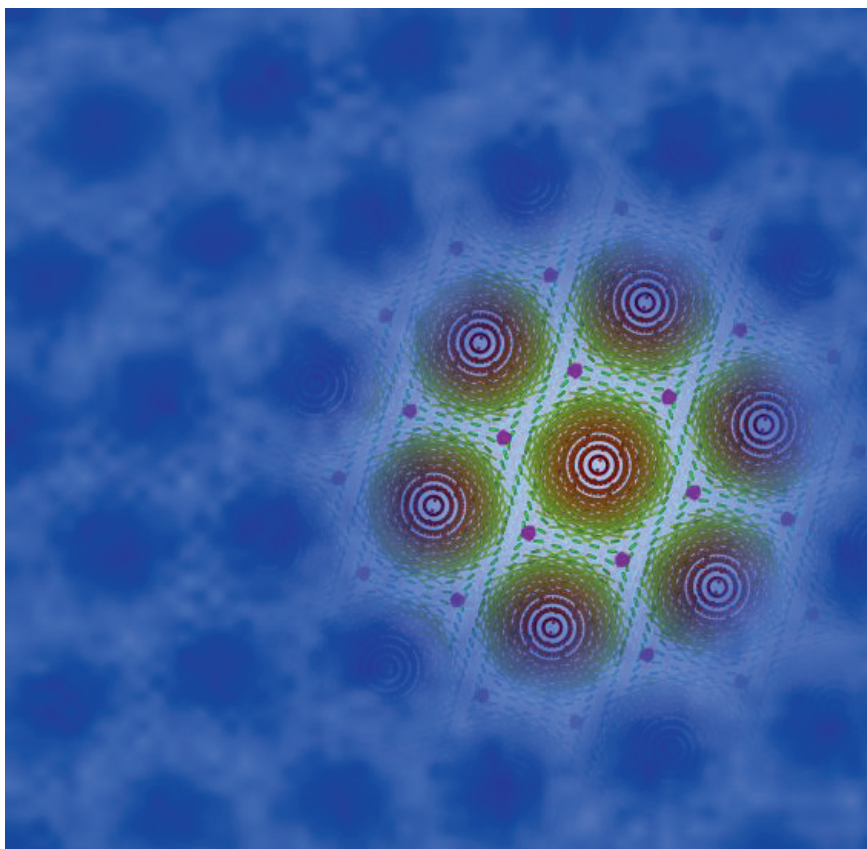
CELJSKI SEJEM

www.ce-sejem.si

Celjski sejem d.d., Dečkova 1, 3000 Celje

Na Institutu Jožef Stefan potrdili pred leti napovedane mreže vrtincev v tekočih kristalih

Mednarodna raziskovalna skupina, ki jo sestavljajo Andriy Nych, Junichi Fukuda, Ulyana Ognysta ter Slobodan Žumer in Igor Muševič z Instituta Jožef Stefan in Fakultete za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani, je v laboratoriju prof. Muševiča na Institutu Jožef Stefan zadnjih pet let z optičnim mikroskopom raziskovala zelo tanke plasti vijačnega tekočega kristala in opazila vrtinčaste strukture, imenovane skirmioni. Z numeričnim modeliranjem so potrdili, da je v tekočem kristalu spontano nastala skirmionska mreža, ki je bil že pred leti napovedana s simulacijami in je bila do sedaj opažena le v tankih plasteh vijačnih magnetov



Mreže vrtincev

Raziskava obeta globlje razumevanje praktične uporabe vrtinčastih magnetnih nanostruktur za shranjevanje informacij, objavljena pa je bila v prestižni reviji Nature Physics.

Vrtinčasta struktura snovi je v fiziki snovi dokaj eksotičen pojav, ki pa je za fizike sila zanimiv, ker povezuje fiziko realnega sveta s posebno vejo matematike, imenovano topologija. Prav zaradi tega so Nobelovo nagrado za fiziko leta 2016 dobili David J. Thouless, F. Duncan Haldane in J. Michael Kosterli za razumevanje narave vrtinčastih struktur v superprevodnikih, superfluidnih in eksotičnih magnetih. V teh snoveh so vrtinci izredno težko opazljivi, saj je potrebno snov ohladiti praktično do absolutne ničle. V tekočem kristalu

pa jih lahko opazimo z optičnim mikroskopom pri sobni temperaturi.

Vrtince pravzaprav poznamo iz vsakdanjega življenja. Vsakdo od nas je že prav gotovo v živo opazoval vrtince v deroči vodi ali iz varne razdalje vrtinčasti lijak tropskega orkana. Tudi pri živih bitjih srečamo vrtinčaste strukture in sorodne topološke nepravilnosti, kot sta na primer vrtinec v človeškem lasišču ali bolj kompliciran vrtinec na koži prstov vsakega od nas. Ravno zato fizike tako zelo zanimata narava in pojavnost vrtinčastih topoloških struktur, saj jih srečamo na tako

različnih področjih – od fizike preko matematike do biologije. Objavljeno delo o vrtincih v tekočih kristalih nudi neposreden vpogled v naravo topološke snovi, kar je trenutno eno od žarišč sodobne fizike. Obeta tudi globlje razumevanje praktične uporabe vrtinčastih magnetnih nanostruktur za shranjevanje informacij.

Dosežek je bil objavljen v prestižni reviji Nature Physics:

<https://www.nature.com/nphys/journal/vaop/ncurrent/full/nphys4245.html>

www.ijs.si

Poletni tabor inovativnih tehnologij na ljubljanski Fakulteti za elektrotehniko

Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani je tudi letos pripravila *Poletni tabor inovativnih tehnologij* s širokim naborom delavnic za mlade tehnološke navdušence. Med 21. in 25. avgustom se je na fakulteti mudilo več kot 180 otrok, razdeljenih v 17 tematskih delavnic z različnih področij elektrotehnike in multimedije. Namen poletnega tabora je mladim omogočiti dostop do sodobnih tehnologij in njihove uporabe na praktičen, inovativen in zabaven način ter jih spodbuditi k samostojnemu ustvarjanju izdelkov, ki jih bodo lahko uporabili tudi doma.

Ko se spoznavanje elektrotehnike in sodobnih tehnologij preplete z zabavo

Delavnice so bile namenjene različnim starostnim skupinam učencev od 5. razreda osnovne šole do dijakov 3. letnika srednje šole, temeljijo pa na skupnem aktivnem učenju, ki udeležence obogati z vsemi potrebnimi temeljnimi znanji. Na sproščen, dinamičen in



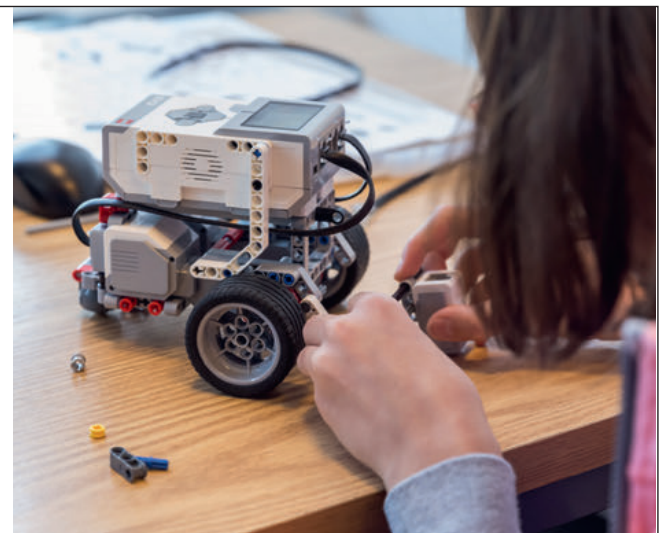
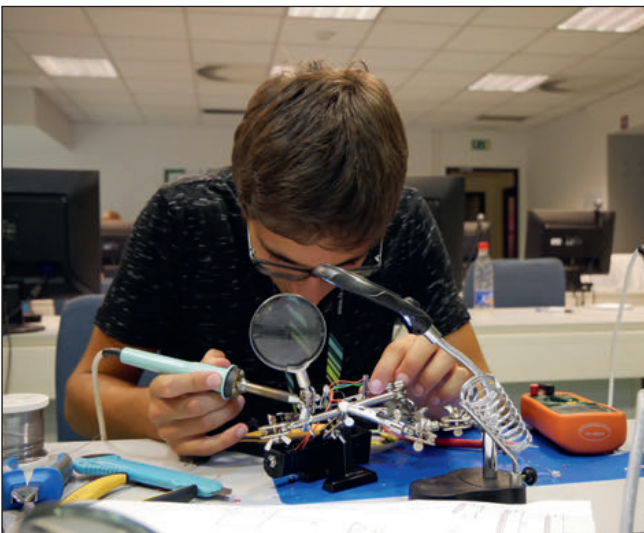
Številčna udeležba Poletnega tabora inovativnih tehnologij

ki so uporabni doma, v šoli ali na zabavi s prijatelji.

Kaj so počeli mladi umi?

V prijetnem vzdušju so udeleženci raziskovali *internet prihodnosti* oz. kako bodo vse stvari za vsakdanjo rabo (avtomobili, gospodinjski aparati, merilniki, ročne ure itd.) v prihodnosti povezane z internetom. V delavnici od *Elektronov do zvezd* so se ukvarjali z elektromagnetnim poljem vse okoli nas in

la *Teslov generator strel*, se pogovarjala o velikem izumitelju Teslu in si izdelala pomanjšano verzijo Teslove tuljave. Raziskovali so tudi tehnologijo samovozečih vozil in robotski sesalnik predelali v inteligentni avtonomni sistem. Ustvarjalnosti in znanju tukaj še zdaleč ni bilo konca, saj so se udeleženci ukvarjali tudi z električnim kolesom, polnilno postajo na sončne celice, robotskimi vojščaki, postali so tehnološki kirurgi in še mnogo drugega.



Udeleženci so ustvarjali v 17 različnih delavnicah

kreativen način so praktični primeri v kombinaciji s samostojnim delom z najsodobnejšo tehnično opremo udeležence delavnic vodili v svet sodobne elektrotehnike in multimedije. Ob pomoči izkušenih mentorjev so vsi sodelujoči v enem tednu ustvarili čisto prave izdelke,

govorili o zvezdah in vesolju, črnih luknjah in gravitacijskih valovih. Ena bolj vohunskih delavnic je bila delavnica *Satelitski vohuni*, v kateri so z izdelanim radijskim oddajnikom prestregli signal satelita in prejeli čisto natančne podatke o vremenu. Ena od skupin je spozna-

Udeleženci poučnih in zabavnih delavnic so se odpravili tudi na nekaj ekskurzij v visoko tehnološka podjetja in ustanove, popoldanski in večerni del pa so si popestrili s športnimi in družabnimi igrami.

UL, Fakulteta za elektrotehniko

Na Elektrofestu letos o elektroenergetiki

Štiri uveljavljene elektroinstitucije: družba ELES, Elektroinštitut Milan Vidmar, ljubljanska Fakulteta za elektrotehniko in družba GEN energija so v petek, 15. septembra, izvedle že 6. Elektrofest. Dogodek je namenjen interaktivnemu in zanimivemu načinu energetskega opismenjevanja dijakov in srednješolcev

Ključno je sodelovanje z gospodarstvom

Dijake in sodelujoče v projektu so uvodoma pozdravili predstavniki elektroinstitucij, ki že 6. leto organizirajo Elektrofest. Mag. Venčeslav Perko iz družbe ELES je poudaril pomen energetske pismenosti, saj sta znanje in razumevanje energije in energetike pomembna podlaga za odgovorno oblikovanje naše energetske prihodnosti. »To je tudi razlog, da vsako leto znova dijake povabimo k nam in jim predstavimo aktualne teme prenosa električne energije. Danes bomo veliko govorili o pametnih omrežjih, saj področje postaja vse bolj kompleksno, prihodnost pa izredno zanimiva,« je še dodal. Dekan ljubljanske Fakultete za elektrotehniko prof. dr. Gregor Dolinar je izpostavil, da fakulteta posveča izredno veliko pozornosti sodelovanju z gospodarstvom: »To je izjemno pomembno za raziskovalno delo, vendar tudi za pridobivanje izkušenj študentov že v času samega študijskega procesa. Prav je, da študenti



Elektrofest tradicionalno pripravljajo družba ELES, Elektroinštitut Milan Vidmar, ljubljanska Fakulteta za elektrotehniko in družba GEN energija

čim prej dobijo vpogled v to, kaj se dogaja v realnem svetu, in ne komaj takrat, ko študij že zaključijo in iščejo službe.«

Štiri »elektropostaje« na temo elektroenergetike

Na letošnjem Elektrofestu so za mlade pripravili štiri »elektropostaje« na temo elektroenergetike. Strokovnjaki družbe ELES so pripravili predavanje, na katerem so dijakom na zanimiv in interaktiven način predstavili, kako deluje slovenski elektroenergetski sistem in kakšna je v njem vloga družbe ELES. Elektroinštitut je udeležence popeljal v visokonapetostni laboratorij, v katerem že več kot petdeset let izvajajo preizkuse naprav, ki obratujejo v

elektroenergetskem sistemu, simulirajo pa tudi pojave strel. Vodja oddelka za vodenje in delovanje elektroenergetskih sistemov na Elektroinštitutu Milan Vidmar mag. Andrej Souvent je ob tem razložil, da živimo v času transformacije elektroenergijskega sistema, ki je bila spodbujena s pasovno integracijo obnovljivih virov energije in novimi načini rabe električne energije. »Novi izzivi zahtevajo pospešeno uvajanje novih tehnologij in novih rešitev, ki bodo zagotavljale stabilno in varno obratovanje sistema. Ključno pri tem pa je, da bomo imeli v naslednji generaciji visoko usposobljene strokovnjake pa tudi uporabnike. Na Elektrofestu mlade s tem seznanimo in zato je ta dogodek še kako pomemben,« je še dejal. Družba GEN energija je dijakom predstavila simulacijo delovanja Nuklearne elektrarne Krško. Na Fakulteti za elektrotehniko UL so dijaki z igro spoznali principe prenosa električne energije od elektrarn do porabnikov.

Zabavno vzdušje

Dogajanje so organizatorji popestrili tudi z zabavnim programom na skupnem parkirišču, kjer so dijake pričakali akrobata Filip in Blaž, jo-jo mojster Vincent Cergolj, plesalec in lanskoletni zmagovalec šova Slovenija ima talent Jernej Zozan ter Birko z Radia Antena.



Na Elektrofestu letos o energetiki

UL, Fakulteta za elektrotehniko

Nanocevke MoS₂ za nanotrenje in nanoobrado

Spojina molibdenovega sulfida (MoS₂) je znano mazivo, ki se uporablja že desetletja. Običajna oblika MoS₂ so tanke ploščice, ki se uporabljajo kot učinkovit dodatek oljem in maSTEM za znižanje trenja pri visokih tlakih in kot trdo mazivo v vakuumskih pogojih mazanja ali pri zelo nizkih temperaturah



Prof. dr. Maja Remškar na enem od nanotehnoških dnevov

Prof. dr. Maja Remškar iz Instituta Jožef Stefan je pojasnila, kaj so dosegli z novo metodo na področju sinteze nanocev:

Na Institutu Jožef Stefan smo leta 2007 odkrili novo metodo za sintezo nanocev MoS₂, za katero so nam podelili ameriški in evropski patent. Prednost cevaste strukture v odnosu do ploščic v tribologiji (veda o trenju, obrabi in mazanju) je v vgrajeni razslojenosti stene cev v tanke valje z debelino 10 nanometrov, kar olajšuje razslojevanje pod obremenitvijo, zmanjša ali povsem odpravi energijo, potrebno za utekanje kontakta, ko še prihaja do glajenja površinskih vršičkov in je največja nevarnost, da pride do poškodb oz. odpovedi naprav.

V zadnjih 5 letih smo testirali torne in obrabne lastnosti nanocev MoS₂ v sodelovanju s strokovnjaki na področju tribologije iz Slovenije in tujine. Testiranje novega materiala za uporabo v industriji je zelo zapleteno, zato potekajo testi najprej v čistih oljih, potem v preprostih kombinacijah aditivov in nato v bolj kompleksnih, t. i. formuliranih mazivih, ki že vsebujejo protikorozijske in protiobrabne aditive.

Glavne ugotovitve so izjemno obetavne. Dodatek 2 ut. % MoS₂ nanocev v čistem sintetičnem polialfaolefinskem (PAO) olju je zmanjšal torni koeficient za jeklo do 65 % in za diamantu podobno prevleko (DLC) do 40 %, zlasti v režimu mejnega mazanja pri majhnih hitrostih, ko se še vzpostavljajo kovalentne vezi med površinama v kontaktu. Primerjalne teste z nanocevkami MoS₂ in s konvencionalnimi ploščicami MoS₂, ki smo jih dodali olju PAO, smo izvedli na CrN, TiN in TiAlN trdih prevlek, pri katerih so nanocevke v vseh primerih zmanjšale trenje (na CrN za 55 %, na TiN za 65 %, na TiAlN za 25 %), medtem ko so bile ploščice manj učinkovite. To je neposreden dokaz, da imajo nanocevke MoS₂ večjo funkcionalno prednost pred običajnimi ploščicami MoS₂.

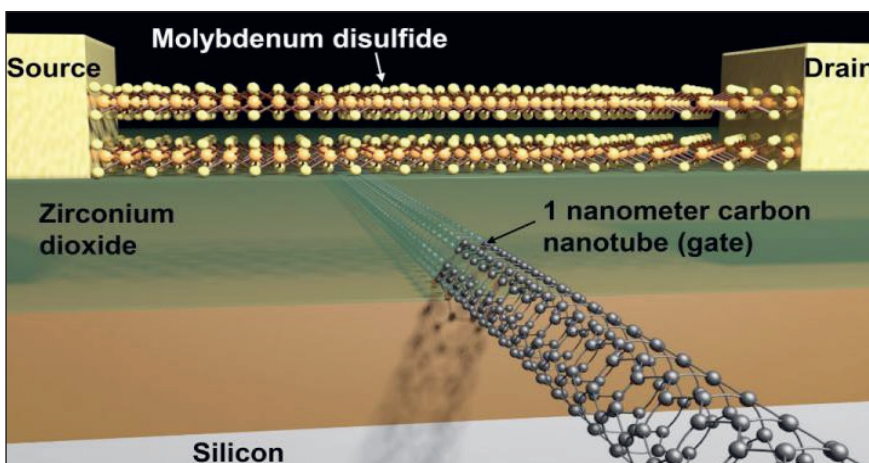
Drugo pomembno vprašanje je, ali nanocevke MoS₂ ustrezno izboljšajo tribološke lastnosti formuliranim oljem. To smo raziskali v sodelovanju s specializiranim inštitutom iz Avstrije (AC2T Research GmbH, Wiener Neustadt), ko smo nanocevke MoS₂ dodali olju PAO, ki je vsebovalo protiobrabno učinkovino cink dialkil dithiophosphate (ZDDP). Dodajanje nekaj utežnih % nanocev MoS₂ je dodatno zmanjšalo trenje za 50 % in obrabo za 10 %.

Nanocevke MoS₂ lahko učinkovito nadomestijo tudi aditive za visoke tlake, ki so strupeni in jih bodo zato v bližnji prihodnosti morali proizvajalci odstraniti iz komercialnih olj.

Testiranja rastlinskih olj brez drugih dodatkov so pokazala 40-odstotno zmanjšanje trenja v sončničnem olju in za 25-odstotno v repičnem, če so bile nanocevke MoS₂ dodane v olji v enem utežnem odstotku. Zato lahko nanocevke MoS₂ predstavljajo pomemben dodatek zeleni tehnologiji na področju mazanja.

Znanje je bilo v celoti razvito na Institutu Jožef Stefan. Pri testiranjih pa je sodelovalo odcpljeno podjetje Nanotul, d. o. o., ki je bilo takoj po odkritju metode za sintezo nanocev MoS₂ ustanovljeno za komercializacijo materialov.

Janez Škrlec, inž.,
Razvojno raziskovalna dejavnost, Zg.
Poljskava,
član Sveta
za znanost in tehnologijo RS

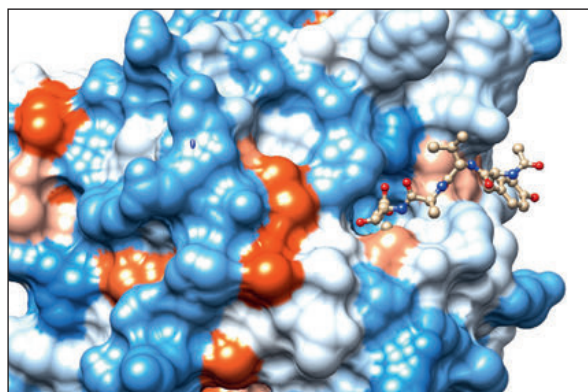


Nanocevke kot gradniki tranzistorjev FET in MOS FET

Nov pristop za hitro določitev specifičnosti proteaz in pripravo biomedicinskih proteaznih testov

Sodelavci Odseka za biokemijo, molekularno in strukturno biologijo Instituta »Jožef Stefan« in centra odličnosti »CIP-KeBiP« Robert Vidmar, Matej Vizovišek, Dušan Turk, Boris Turk in Marko Fonovič so opisali novo proteomsko metodo DIPPS, ki omogoča zelo hitro, učinkovito in zanesljivo določanje specifičnosti proteaz v širokem območju eksperimentalnih pogojev. Proteaze so encimi z veliko uporabnostjo v kliničnih raziskavah in biotehnologiji, zato je poznavanje specifičnosti osnova za razumevanje njihovega delovanja in razvoj novih aplikacij.

Zaradi svoje vsestranskosti je metoda DIPPS (Direct In-gel Profiling of Protease Specificity) izjemno uporabna v farmaciji pri razvoju testov za spremljanje aktivnosti proteaz, v biotehnoških raziskavah pri testiranju biotehnoško uporabnih proteaz v ekstremnih pogojih in v biomedicini pri razvoju molekularnih orodij za študij proteaz. Raziskava je bila objavljena v ugledni znanstveni reviji EMBO Journal.



Proteaza z vezanim peptidom

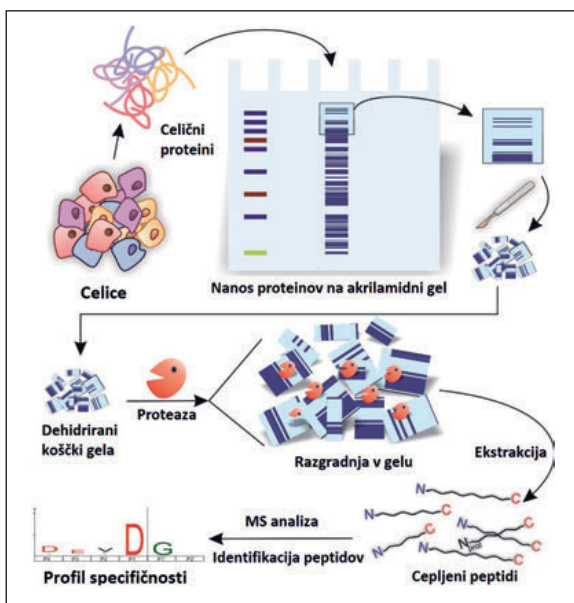
so dolgotrajne in eksperimentalno zapletene, poleg tega pa zaradi različnih tehničnih omejitev pogosto ne dajo dovolj zanesljivega rezultata.

Proteaze so encimi, ki razgrajujejo proteine in s tem vplivajo na različne fiziološke procese. Nepravilno delovanje proteaz je povezano z nastankom številnih bolezenskih stanj, zato farmacevtska industrija inhibitorje proteaz že uspešno uporablja kot zdravila za bolezni, kot so AIDS, hipertenzija, tromboza in nekatere oblike raka, še več pa jih je v različnih stopnjah kliničnih testiranj. Inhibitorji proteaz tako predstavljajo pomemben del proizvodnje zdravil. Za njihov uspešen razvoj so bistvene ga pomena tudi hitri in občutljivi testi aktivnosti tarčnih proteaz, za katere pa je potrebno natančno poznavanje njihove substratne specifičnosti. To dejansko pomeni, da je potrebno določiti, katere peptide proteaza lahko cepi in kakšno zaporedje aminokislin v okolici mesta cepitve prepozna. Trenutne metode, ki so na voljo za takšne študije,

Z uporabo masne spektrometrije je raziskovalna skupina na Institutu »Jožef Stefan« razvila nov pristop, imenovan DIPPS (Direct In-gel Profiling of Protease Specificity), ki omogoča izjemno zanesljivo določevanje substratne specifičnosti proteaz, opraviti pa ga je mogoče v samo dveh dneh. Metoda temelji na proteolitski cepitvi kompleksnega proteinskega vzorca v akrilamidnem gelu, ki ji sledi obogatitev cepljenih peptidov in njihova identifikacija z masno spektrometrijo. Za razliko od vseh primerljivih metod ta ne uporablja kemijskega označevanja in kromatografske ločitve, kar poenostavi delo ter izboljša občutljivost in statistično zanesljivost metode. Metoda DIPPS je tudi edina, ki omogoča določitev specifičnosti proteaz, ki delujejo v ekstremnih razmerah, kot so visoke temperature (50–100 °C), ter v kislem oziroma bazičnem okolju.

Pristop, ki je v celoti plod domačega znanja, je sprožil veliko zanimanje v mednarodnih znanstvenih krogih. Takoj po objavi je raziskovalna skupina kontaktirala tudi ena od vodilnih svetovnih farmacevtskih družb in izrazila interes za njeno uporabo.

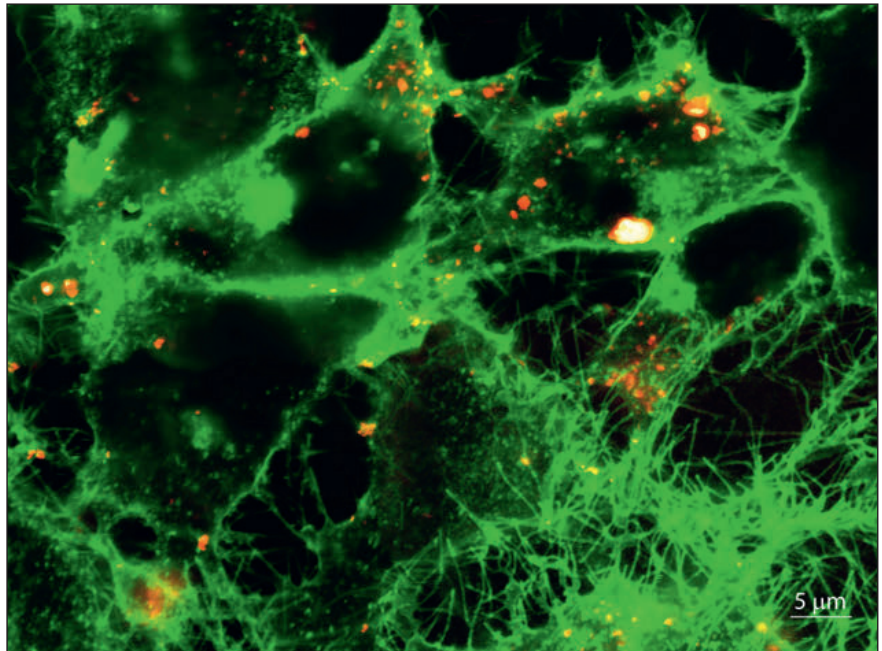
www.ijs.si



Shema metode DIPPS (slika zgoraj) in masni spektrometer (spodaj)

Izjemna uspeha odseka za fiziko trdne snovi

Sodelavci Odseka za biokemijo, molekularno in strukturno biologijo Instituta »Jožef Stefan« in centra odličnosti »CIP-KeBiP« Robert Vidmar, Matej Vizovišek, Dušan Turk, Boris Turk in Marko Fonovič so opisali novo proteomsko metodo DIPPS, ki omogoča zelo hitro, učinkovito in zanesljivo določanje specifičnosti proteaz v širokem območju eksperimentalnih pogojev. Proteaze so encimi z veliko uporabnostjo v kliničnih raziskavah in biotehnologiji, zato je poznavanje specifičnosti osnova za razumevanje njihovega delovanja in razvoj novih aplikacij.



Lipidno ovijanje nanodelcev

Pred kratkim instalirani superločljivi dvofotonski mikroskop STED že daje prve izjemne rezultate. Z njim so raziskovalci Odseka za fiziko trdne snovi Instituta Jožef Stefan zgolj v nekaj mesecih direktno potrdili za zdravje nevarno lipidno ovijanje nanodelcev, kar so sicer prej z različnimi metodami manj učinkovito poskušali razvozlati več kot šest let.

V pljučih so celice našega telesa od zraka ločene s surfaktantskim slojem, ki omogoča raztezanje pljuč brez pretiranega navora. Ko nanodelci iz okolja (npr. v proizvodni hali) vstopijo v pljuča, tako najprej pridejo v stik s tem surfaktantskim slojem. Po letih raziskav so zdaj neposredno potrdili, da lahko nekateri nanodelci iz omenjenega sloja iztrgajo lipide. To pomeni, da lahko

ob večji izpostavljenosti ustreznim nanodelcem surfaktantski sloj razpade in je dihanje močno oteženo. Odkritje v prvi vrsti prinaša razumevanje možnih nadaljnjih zdravstvenih zapletov, hkrati pa omogoča razvoj terapevtskih postopkov, ki bi tako razgradnjo ustavili oz. po izpostavitvi nanodelcem celo povrnili prvotno stanje pljuč.

Ob tem velja poudariti tudi to, da je omenjeni mikroskop, ki je prva tovrstna komercialna naprava na svetu, postavil prav Odsek za fiziko trdne snovi s pomočjo evropskih podjetij Aberrior, Coherent in B & H.

V okviru evropskega projekta H2020 SmartNanoTox pa so v Laboratoriju za biofiziko raziskovalci Odseka za fiziko trdne snovi v živem pljučnem epiteliju identificirali molekularni dogodek, s katerim lahko nekateri nanomateriali v pljučih poškodujejo dele tkiva in sprožijo različne zdravstvene zaplete. Do zdaj so bili dogodki na osnovi lipidnega ovijanja zgolj teoretično napovedani, tokrat pa prvič opaženi v živo in kot taki pomenijo preboj v razumevanju interakcije nanomaterialov s človeškim organizmom.



Superločljivi dvofotonski mikroskop STED

www.ijs.si

Novo vodstvo aachenskega inštituta za hidravliko in pnevmatiko

Z novim letom, natančneje s 1. marcem 2018, bo predstojništvo Inštituta za hidravliko in pnevmatiko na aachenski tehniški univerzi (RWTH Institut für fluidtechnische Antriebe und Steuerungen) in katedre za fluidno tehniko prevzela dr. Katharina Schmitz, trenutno tehnična direktorica uveljavljenega podjetja *Hunger Maschinen GmbH*. Zamenjala bo sedanjega predstojnika inštituta in profesorja dr. inž. Hubertusa Murrenhoffa. Dejansko bodo primopredajo opravili takoj po 11. Mednarodnem fluidnotehniškem kolokviju (IFK), ki bo zasedal

od 19. do 23. marca 2018. S tem bo RWTH Aachen kot ena najbolj uveljavljenih tehniških univerz v svetu zagotovila uspešno nadaljevanje raziskav in študija na področju fluidne tehnike. Katedro in raziskovalna postrojenja bodo zaradi v prihodnost usmerjenih raziskav verjetno preimenovali. Podrobnosti o tem bodo predstavljene na 11. IFK in v reviji O + P 61(2017)11–12. Več na spletnih straneh: www.ifas.rwth-aachen.de.

Vir: O + P Fluidtechnik 61(2017) 7–8, str. 13



Povečajte svojo delovno varnost

V industriji se pogosto pojavljata dva pomembna dejavnika, to sta visok tlak in visoke temperature. Predvsem je pomembno, katero opremo uporabljamo in kako, da bosta naše delovno mesto in samo delo varni. Pri nas imamo na voljo različne segmente opreme, ki se uporabljajo v industriji. Mednje sodijo: varnostni ventili, varnostne spojke, ročni zasuni in krogelne pipe z izpustnimi ventili – torej varnostne naprave v najnovejši izvedbi.

Sem pa spadajo tudi ognjevarne cevi, odporne na zunanje vplive visokih temperatur, loma, puščanja medija. Vse to pa pripomore, da je vaše delovno mesto ustrezno zavarovano in varno. Hitre spojke s pomočjo izpustnega ventila pri razdvojitvi preprečujejo udarni sunek. Cev za zaščito kablov oziroma hitro montažo gibkih cevi preprečuje poškodbo cevi, kabla in spoja. Preprečuje, da bi se gibka cev začela v veliki meri nekontrolirano gibati oz. premikati in s tem nastane večjih poškodb.



Varnostni ventili so predpisani zaradi varovanja pred previsokim tlakom v visokotlačnih posodah ali ceveh. Pri nas so vam na voljo že prednastavljeni na zelen tlak. Namenjeni so za zračne in vodne sisteme in tudi za sisteme s plinom. Sistemi Futura za pripravo zraka so dopolnjeni z varnostnim sistemom. Narejeni so tako, da med razdvojitvijo po posebnem ventilu izpustijo tlak in s tem preprečijo tlačni sunek.

Varnostna oprema na enem mestu

Vsakodnevno uporabljano varnostno opremo, kot so delovne roka-



vice, zaščitna očala, zaščita sluha, izdelki za zaščito in nego kože, najdete v naši e-trgovini. Tu so na voljo tudi samolepilni protizdrsni trakovi, kompleti za prvo pomoč, opozorilne table. Vse skupaj vam dostavimo na vaš naslov v treh delovnih dneh. Zelo enostavno: z enim samim klikom.

Registrirajte se v spletno trgovino še danes: www.s3c.si

Za podporo pokličite: 01 423 22 22

Robotics

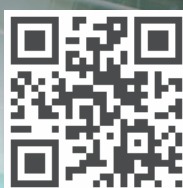
IFAM
international trade fair of
automation & mechatronic

INTRONIKA

13.-15.02.2018

Ljubljana, Slovenija

Gospodarsko razstavišče, www.icm.si



Mednarodni sejmi za avtomatizacijo, mehatroniko, robotiko, industrijsko in profesionalno
elektroniko ter elektrotehniko
International Trade fairs for automation, mechatronic, robotics, professional & industrial
electronics, electrotechnics

Razvoj visokotlačnega delilnika toka (FD-H2) za mobilne aplikacije

- 1. del

Anže ČELIK, Luka PETERNEL

Izveček: Delilnik toka se skupaj s hidromotorjem v mobilnih aplikacijah najpogosteje uporablja za pogon koles. Pri tem delilnik toka zagotavlja vzporedno (sinhrono) delovanje koles v eni osi kakor tudi med več osmi. V normalnem režimu delovanja delilnik toka ni v funkciji (tj. olje teče preko obtočnega ventila, mimo delilnika toka). V primeru zdrs pogonskih koles pa se delilnik toka aktivira in posledično sinhronizira hitrost vrtenja pogonskih koles, kar omogoča nadaljnjo vožnjo vozila.

V prispevku je prikazan postopek razvoja visokotlačnega delilnika toka (FD-H2) za mobilne aplikacije. Slednje praviloma pogojujeta visok delovni tlak (do 500 barov) in visok pretok (do 200 l/min). Predvsem pa sta pri tovrstnih aplikacijah želeni stabilnost delovanja in točnost delitve/združevanja na čim širšem tokovnem območju.

Uvodoma je predstavljen osnovni princip delovanja batnega delilnika toka. Nadalje so prikazane razvojne aktivnosti na ključnih detajlih in koraki do njihove optimizacije. Razvoj delilnika toka je plod uspešnega (mednarodnega) sodelovanja razvojne skupine podjetja Poclain Hydraulics. Podporo pa nam je nudil tudi Laboratorij za fluidno tehniko (LFT) Fakultete za strojništvo v Ljubljani.

Eksperimentalno izmerjene karakteristike delilnika toka so v nadaljevanju primerjane s hidravličnimi meritvami konkurenčnih izdelkov drugih proizvajalcev. Delilnik toka FD-H2 izstopa glede kompaktnosti, točnosti in stabilnega delovanja tako v načinu deljenja kot tudi združevanja.

Na osnovi uspešnega razvoja osnovne funkcije visokotlačnega delilnika toka je bila slednja nadalje nadgrajena oz. vgrajena v končni večfunkcijski ventil za mobilne aplikacije.

Rezultat večletnega razvoja je nova družina kataloških izdelkov podjetja Poclain Hydraulics, več patentnih prijav, kopica pridobljenega znanja na področju konstruiranja hidravličnih komponent, njihovih medsebojnih interakcij ter procesa potrjevanja (tj. validacije) končnega izdelka.

Ključne besede: delilnik toka, deljenje, združevanje, primerjalna analiza, tlačni padec, točnost, simulacije

■ 1 Uvod

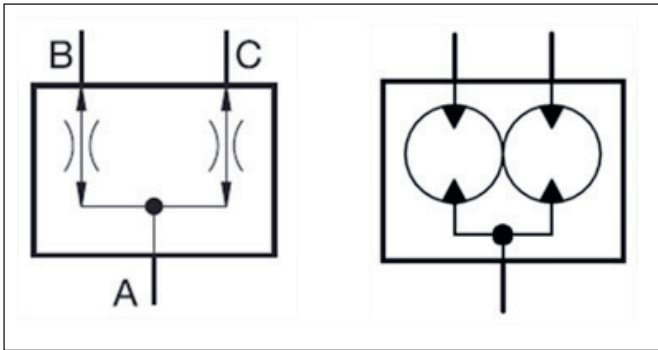
Delitev toka tekočine¹ na dve ali več hidravličnih vej oz. linij je mogoča z uporabo enega ali več delilnikov (pri tem se predpostavlja enakomerna oz. proporcionalna delitev

toka). Najpreprostejši primer takšne rešitve je t. i. T-kos. Takšna rešitev deluje le v primeru, ko so hidravlične razmere v vseh linijah enake (npr. enake tlačne izgube). V nasprotnem primeru je delitev toka neenakomerna. Pomanjkljivost enostavne rešitve s T-kosom je mogoče odpraviti z integracijo tokovnega ven-

tila v hidravlični sistem, ki zagotavlja konstantnost delitve toka ne glede na (tlačne) razmere v posamezni liniji. Takšen tip tokovnega ventila se imenuje delilnik toka. Omenjeni ventil deli tok v predpisanem razmerju na dve liniji. Za deljenje toka na več linij je potrebno uporabiti več delilnikov [6].

Mag. Anže Čelik, univ. dipl. inž.,
Luka Peternel, univ. dipl. inž., oba
Poclain Hydraulics, d. o. o., Žiri

¹ Zaradi preglednosti bo besedna zveza »tok tekočine« v nadaljevanju nadomeščena z besedo »tok« oz. »pretok«.



Slika 1. Hidravlični simbol delilnika toka: batni tip (levo) in zobniški tip (desno) [5]

V splošnem obstajata dva tipa delilnikov toka: batni in zobniški. Slika 1 prikazuje hidravlična simbola obeh tipov delilnika toka.

Če ima omenjeni tokovni ventil tudi funkcijo združevanja toka, se navadno imenuje delilnik/združevalnik toka. V nadaljevanju bo obravnavan le batni tip delilnika, pri čemer bo zaradi preglednosti in enostavnosti delilnik/združevalnik toka imenovan le delilnik toka.

Tipičen delilnik toka ima, kot je bilo že omenjeno, funkcijo deljenja in združevanja toka. Ventil deli tok fluida v smeri priključka A proti priključku B in C in združuje tok v smeri priključkov B in C proti priključku A (slika 1). Razmerje deljenja/združevanja je navadno 50 % : 50 % (možna je poljubna delitev), in sicer ne glede na razmere v posamezni liniji (B ali C). Tipičen primer delilnika toka sestavljajo: ohišje (4), zunanji bat (3), dva notranja bata (2) ter tri šibke vzmeti (1). Omenjeno konfiguracijo prikazuje slika 7.

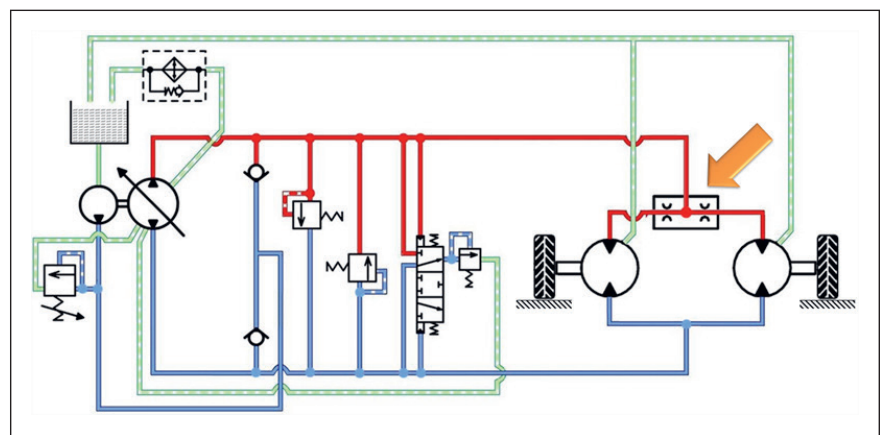
Deljenje toka: deljenje toka poteka v smeri priključka A proti priključkom B in C. Tok na priključku A se razdeli in teče čez dušilko konstantnega preseka (t. i. fiksna dušilka) kakor tudi čez dušilko spremenljivega preseka (t. i. spremenljiva oz. variabilna dušilka) na priključek B oz. C.

Združevanje toka: olje teče iz smeri B in C proti A. Princip združevanja je podoben principu deljenja.

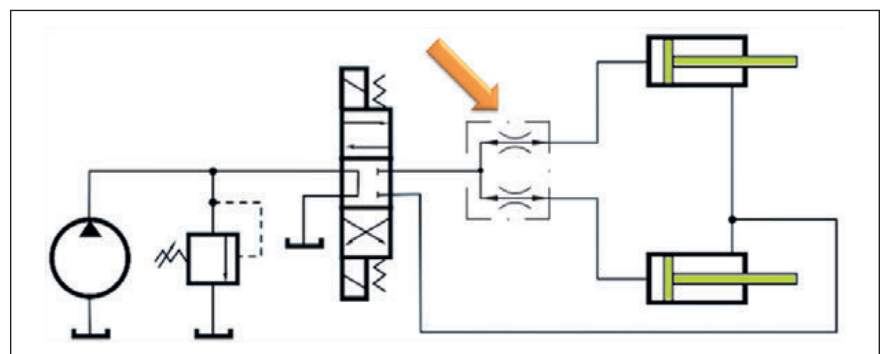
Delovanje delilnika toka je pogojeno s tlačnimi razmerami v ventilu,

na slednje pa vpliva nivo pretoka. Z oziroma na omenjeno velja upoštevati, da delilnik toka deluje optimalno le v določenem tokovnem območju. Omejitev maksimalnega pretoka vpliva na velikost tlačnega padca skozi ventil, omejitev minimalnega pretoka pa neposredno vpliva na točnost delitve oz. združevanja [1].

Tipičen primer vgradnje delilnika toka v zaprtem hidravličnem tokokrogu prikazuje slika 2. Vhodni tok iz črpalke je enakomerno razdeljen med oba (tj. leva in desna) hidromotorja in zagotavlja vzporedno (sinhrono) delovanje koles v eni osi kakor tudi med več osmi. Če v hidravličnem sistemu ni vgrajenega delilnika toka in eno izmed koles izgubi stik s podlago (oz. se spremenijo kotalne razmere), potem se



Slika 2. Primer vgradnje delilnika toka v zaprtem hidravličnem tokokrogu [5]



Slika 3. Primer vgradnje delilnika toka v odprtem hidravličnem tokokrogu [5]

takšno vozilo ne more več poma kniti naprej. Razlog je v tem, da bi ves tok tekel skozi hidromotor, katerega kolo je izgubilo stik s podlago (olje namreč teče tam, kje ima »lažjo« pot).

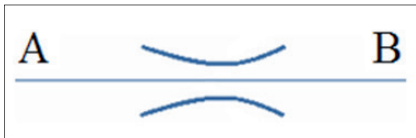
Slika 3 prikazuje vgradnjo delilnika toka v odprtem hidravličnem tokokrogu (poenostavljen prikaz). Tudi v danem primeru se vhodni tok iz črpalke enakomerno razdeli na oba hidravlična cilindra in posledično zagotavlja vzporedno gibanje obeh cilindrov. Če v hidravličnem sistemu ni vgrajenega delilnika toka in breneni obeh cilindrov nista identični, bo končno lego prej dosegel cylinder z manjšim bremenom.

1.1 Osnovni princip deljenja/združevanja

Ker je princip deljenja podoben principu združevanja, bo v nadaljevanju obravnavan le princip deljenja. Za lažje razumevanje bo predpostavljeno, da je razmerje delitve (ali pa združevanja) 50 % : 50 %.

1.1.1 Hidravlična dušilka

Osnovni princip delovanja delilnika toka je pretok fluida po vzporedno vezanih dušilkah. Delitveno razmerje je odvisno od konfiguracije para fiksnih dušilk. Hidravlični simbol fiksne dušilke prikazuje *slika 4*.



Slika 4. Hidravlični simbol fiksne dušilke (konstanten premer)

Tok tekočine skozi (fiksno ali variabilno) dušilko popisuje Bernoullijeva enačba, ki povezuje tok fluida in tlačni padec:

$$Q = A \cdot v = C_q \cdot A \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}} \quad (1)$$

pri tem se koeficienti v , A , C_q , Δp in ρ nanašajo na hitrost fluida, presek dušilke, koeficient pretoka, tlačni padec in gostoto fluida.

- **Presek dušilke**, A , je lahko fiksni (torej nenastavljiv $\rightarrow A = konst.$) oz. spremenljiv (nastavljiv $\rightarrow A \neq konst.$). V prvem primeru je dušilka fiksna, v drugem primeru pa je spremenljiva. *Slika 5* prikazuje primera obeh dušilk na obstoječem delilniku DTP podjetja Poclairn Hydraulics.

- **Koeficient pretoka**, C_q je brezdimenzijsko število in predstavlja hidravlični izkoristek komponente; C_q je odvisen od lokalne geometrije. Koeficient pretoka ima v turbulentnem področju (večinoma) konstantno vrednost (tj. pri visokih tokovnih številih λ); v področju laminarnega toka pa se linearno povečuje s povečevanjem tokovnega števila. *Slika 6* prikazuje odvisnost koeficienta pretoka v odvisnosti od tokovnega števila, in sicer za tri različne tipe dušilk (tj. a, b in c).

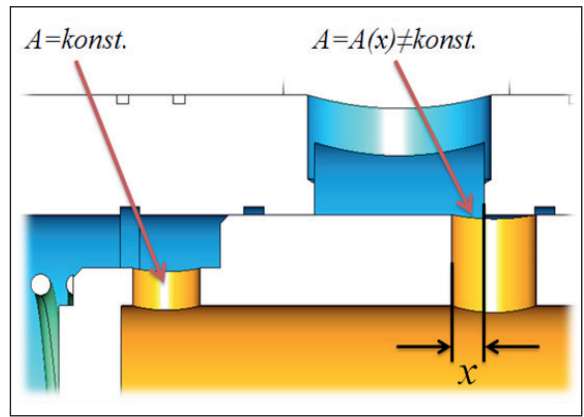
- **Tlačni padec**, Δp , se nanaša na razliko tlakov med dvema po-

ljubnima točkama. Če je torej smer pretoka $A \rightarrow B$ (*Slika 4*), potem je tlačni padec enak . Potrebno je omeniti, da se za maksimalni tlačni padec po enačbi (1) vedno upošteva minimalna pretočna površina A (oz. presek).

Z ozirom na enačbo (1) imata dve dušilki z enakim pretokom (Q) enak tlačni padec (Δp), če so njuna preseka (A) in oblika geometrije (C_q) enaki.

1.1.2 Princip deljenja – osnovni (središnji) položaj bata

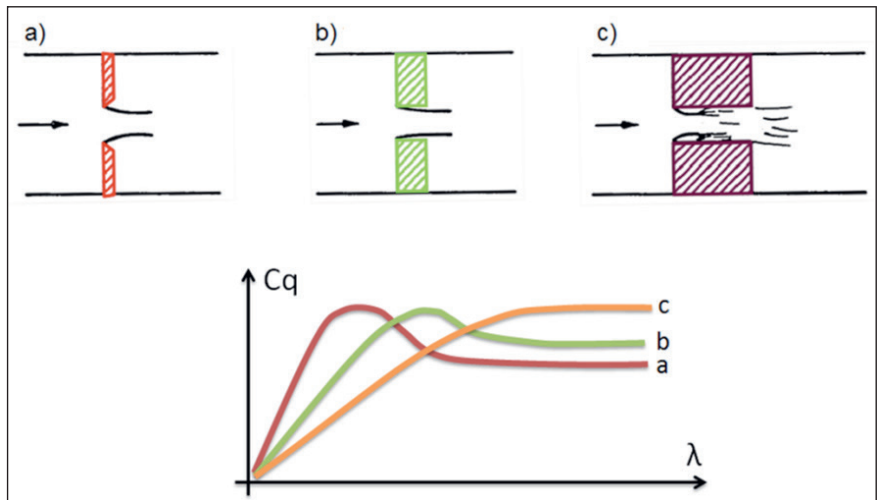
Za funkcijsko delovanje delilnika pretoka (DTP) podjetja Poclairn Hydraulics sta uporabljeni fiksna in



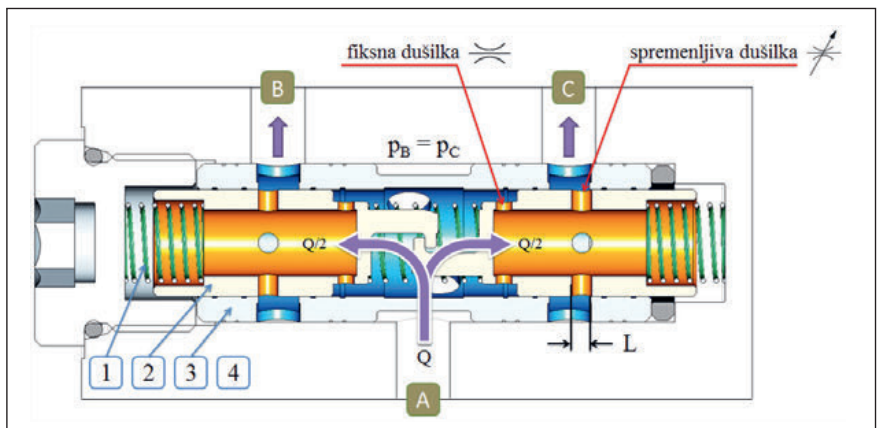
Slika 5. Primer fiksne (levo) in spremenljive dušilke (desno)

spremenljiva dušilka. Slednja je posledica posebne konstrukcije »bata v batu«, pri kateri se presek dušilke spreminja glede na relativno pozicijo obeh batov.

V danem primeru je predpostavljeno, da se vhodni tok (Q) enakomerno razdeli na liniji B in C (torej



Slika 6. Karakteristika $C_q - \lambda$ [3]



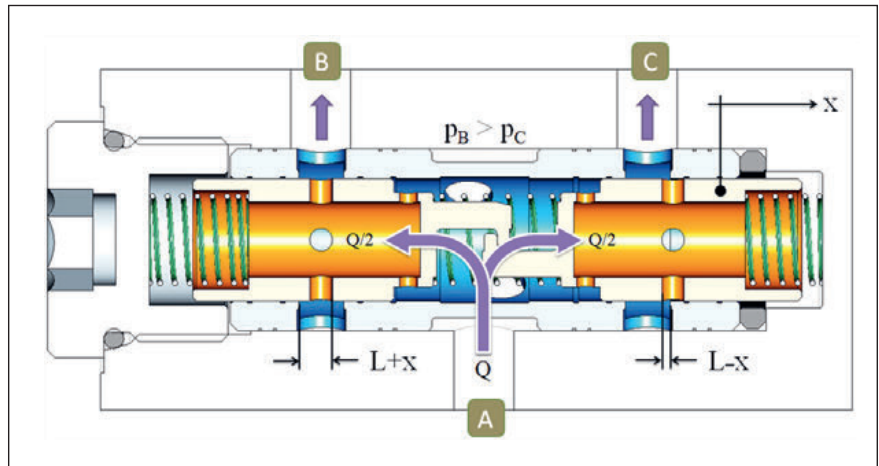
Slika 7. Presek delilnika toka (DTP) z notranjima batoma v osnovni (središnji) legi

$p_B = p_C \rightarrow Q_B = Q_C$ in da imata fiksni dušilki enak presek. Posledično se lega obeh notranjih batov pri pretoku olja skozi fiksno dušilko in posamezni bat ne spreminja (slika 7). Navadno je konstrukcija notranjega bata takšna, da je spremenljiva dušilka v popolnoma odprti legi, kar pa ni pravilo.

V tej osnovni legi, pa tudi sicer v katerikoli drugi, imata fiksni dušilki v notranjem batu bistveno vlogo pri zagotavljanju enakega tlačnega padca, kar posledično vpliva tudi na enakost pretokov.

■ 1.1.3 Princip deljenja – izsredna pozicija bata

Neenakost tlakov p_B in p_C povzroči neenakost aksialnih sil (oz. porušitev ravnotežnega stanja v srednji legi), kar ima za posledico premik notranjih batov v smeri delovanja rezultante sil. Presek spremenljive dušilke (oz. pozitivno prekritje) se pri notranjem batu z višjim tlakom povečuje, na strani nižjega tlaka pa zmanjšuje (slika 8). Posledično se pri notranjem batu z nižjim tlakom ustvarja dodatni tlačni padec, ki zmanjšuje pretok skozi spremenljivo dušilko. Ravnotežno stanje je zagotovljeno, ko sta tlaka na obeh straneh notranjih batov enaka oz. ko sta tlačna padca skozi fiksni dušilki enaka. Slednje pa zagotavlja tudi enakost pretokov na obeh linijah [8].



Slika 8. Presek delilnika toka (DTP) z notranjima batoma v izsredni legi

Pri zgoraj opisani situaciji so vse dušilke (fiksne in variabilne) izrednega pomena, saj zagotavljajo enakost pretokov na obeh linijah ventila (tj. B in C). Spremenljivi dušilki torej vseskozi prilagajata svoj položaj zaradi izenačitve tlakov v notranjih batih, kar pa v sodelovanju s fiksni dušilkama posledično pomeni enakost pretokov na obeh linijah.

■ 2 Področje obravnave

V zadnjih letih se na področju ventilov za zaprte tokokroge (t. i. Power transmission valves oz. ventili VPT) pojavljajo vse višje potrebe in zahteve tržišča. Ventili VPT se večinoma uporabljajo na mobilnih aplikacijah. Zaradi omejenega vgradnega prostora in omejitve dopustne teže se od tovrstnih ventilov zahteva oz. pri-

čakuje visoka gostota moči. Zaradi strogega režima delovanja ventilov (tj. visoki pretoki, visoki tlaki) se posledično pojavlja tudi neželena posledica povišanih energijskih izgub.

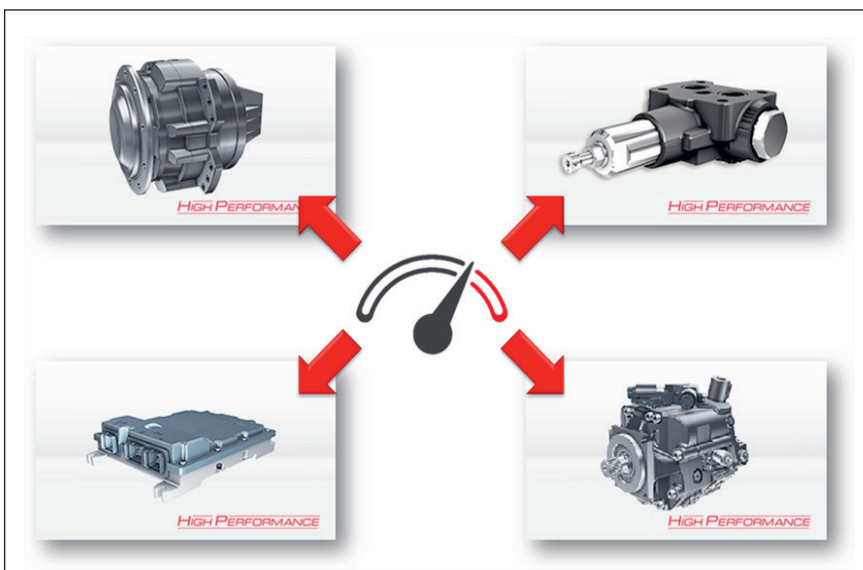
Poclain Hydraulics si prizadeva, da bi ponudil celovito rešitev hidrostatičnega pogona za visokotlačne aplikacije. Zaradi zadovoljivih potreb tržišča je bila odprta povsem nova linija motorjev, črpalk, ventilov in elektronike, imenovana »High Performance«, ki se nanaša na obratovalne tlake do 500 barov (slika 9).

Nova generacija delilnika toka (FD-H2) je bila razvita prav z namenom zadovoljiti potrebe po visoko zmogljivih ventilih zaprtega tokokroga.

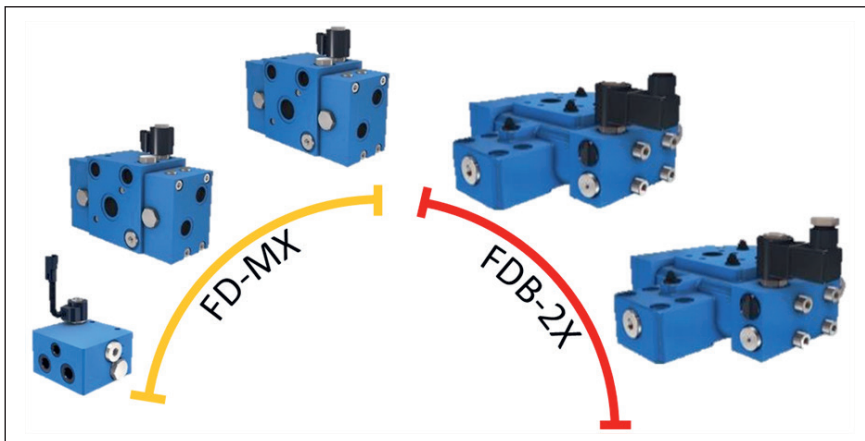
■ 2.1 Obstoječe rešitve

Podjetje Poclain Hydraulics je pred razvojem nove generacije delilnika toka (FD-H2) že ponujalo rešitve za vzporedno (sinhrono) delovanje koles v eni osi kakor tudi med več osmi (slika 10). Obstoječe rešitve so sledeče:

- delilnik toka tipa FD-MX (FD-M2, FD-M3, FD-M4) za srednje zahtevni razred mobilnih aplikacij (tj. za tlake do 420 barov). Omenjeni tip delilnika toka omogoča deljenje/združevanje toka v do štiri hidravličnih linijah;
- delilnik toka tipa FDB-2X (FDB-20, FDB-25) za visoko zahtevni razred mobilnih aplikacij (tj. za tlake do 450 barov). Za ta ventil ima podjetje Poclain Hydraulics zunanjega dobavitelja.



Slika 9. Portfelj podjetja Poclain Hydraulics za visoke tlake



Slika 10. Obstoječe rešitve delilnikov toka

2.2 Potrebe po novem izdelku

Obstoječe rešitve za visoko zahtevni razred mobilnih aplikacij ne izpolnjujejo več potreb tržišča v celoti. Na osnovi preteklih izkušenj in raziskave tržišča so bile postavljene sledeče zahteve oz. potrebe glede novega delilnika toka:

- visoke zmogljivosti (tj. tlaki do 500 barov, pretoki do 200l/min v načinu deljenja/združevanja),
- dobra točnost v načinu delitve/združevanja v celotnem tokovnem območju,
- stabilnost delovanja (brez oscilacij),
- kompaktna oblika,
- modularnost,
- višja dobičkonosnost,
- hitrejša dobava kupcu.

Poleg omenjenih zahtev so bile postavljene tudi številne druge, kot na primer: lasten razvoj, proizvodnja in montaža komponent s ciljem zadovoljiti potrebe kupca, boljša kontrola nad kakovostjo, doseči boljšo donosnost proizvoda ter ne nazadnje tudi hitrejša dostava končnega produkta (sistema) kupcu.

3 Primerjalna analiza

Primerjalna analiza zajema šest različnih delilnikov toka drugih (konkurenčnih) proizvajalcev. Vsi analizirani ventili se uporabljajo na mobilnih aplikacijah in pri vseh so bile zasledovane sledeče spremenljivke:

- tlačni padec (Δp),
- točnost v načinu delitve in združevanja.

ventila. Spodnje slike prikazujejo povprečne vrednosti točnosti, in sicer izračunane po enačbi (2):

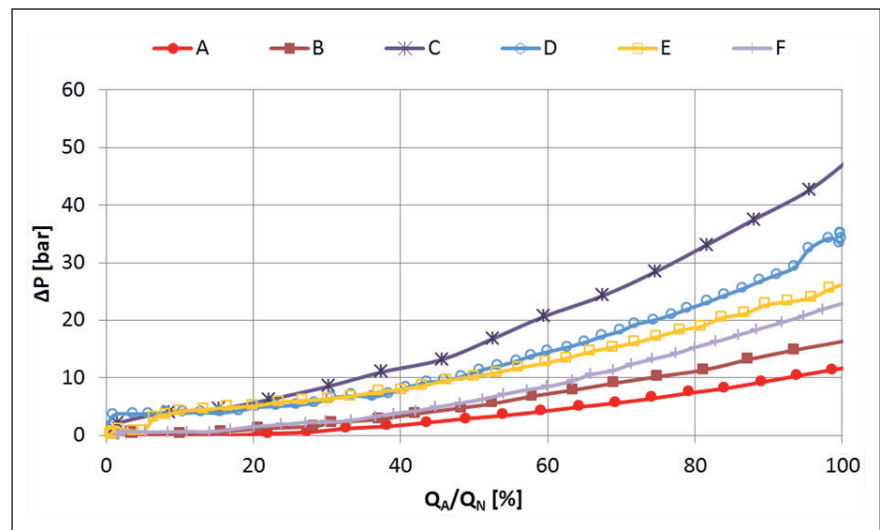
$$T [\%] = \frac{\sum_{i=1}^6 \frac{Q_{Ai} - Q_{Bi}}{Q_{Ai} + Q_{Bi}}}{6} \cdot 100 \% \quad (2)$$

pri čemer se oznaki A in B nanašata na izhodni veji ventila (tj. B in C v primeru ventila DTP, slika 7).

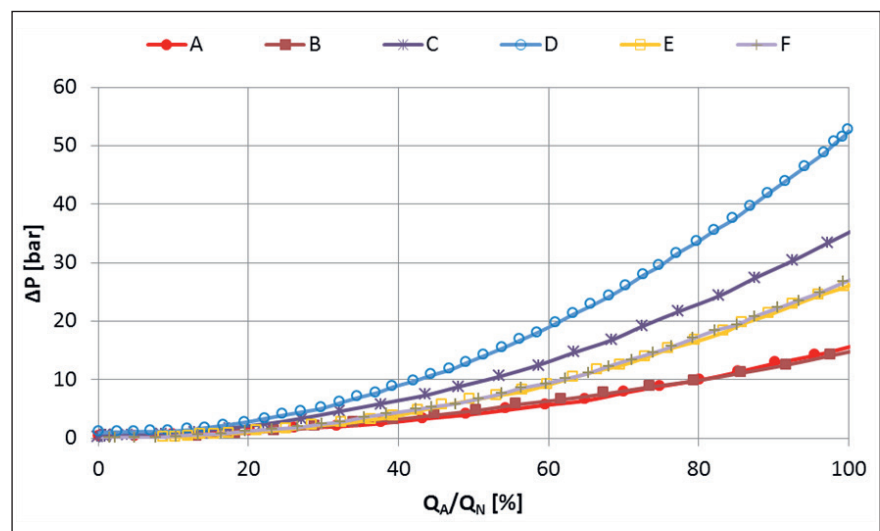
3.1 Hidravlične meritve konkurenčnih ventilov

3.1.1 Tlačni padci

Analiza tlačnih padcev je pokazala številne razlike pri nazivnih vrednostih pretokov. Slika 11 prikazuje tlačne padce v načinu deljenja glede na razmerje med dejanskim



Slika 11. Tlačni padci v načinu deljenja



Slika 12. Tlačni padci v načinu združevanja

pretokom (Q_A) in nominalnim pretokom (Q_N). Tlačni padci imajo pri nominalnem pretoku v načinu deljenja vrednosti med 12 barov in 48 barov. Na omenjeni sliki je razvidno znatno odstopanje med konkurentom A in konkurentom C.

Razlike so vidne tudi pri tlačnih padcih istega proizvajalca, in sicer primerjajoč način deljenja in združevanja. Na primer: ventil konkurenta D ima 19 barov razlike med načinom deljenja in načinom združevanja. Slika 12 prikazuje tlačne padce v načinu združevanja.

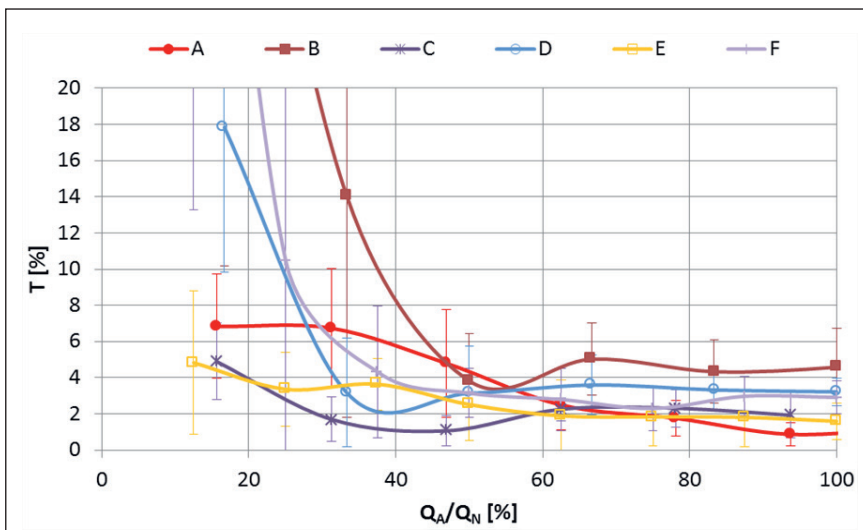
3.1.2 Točnost

V načinu deljenja so vsi analizirani ventili delovali stabilno (tj. brez opaznih oscilacij). Razlike v točno-

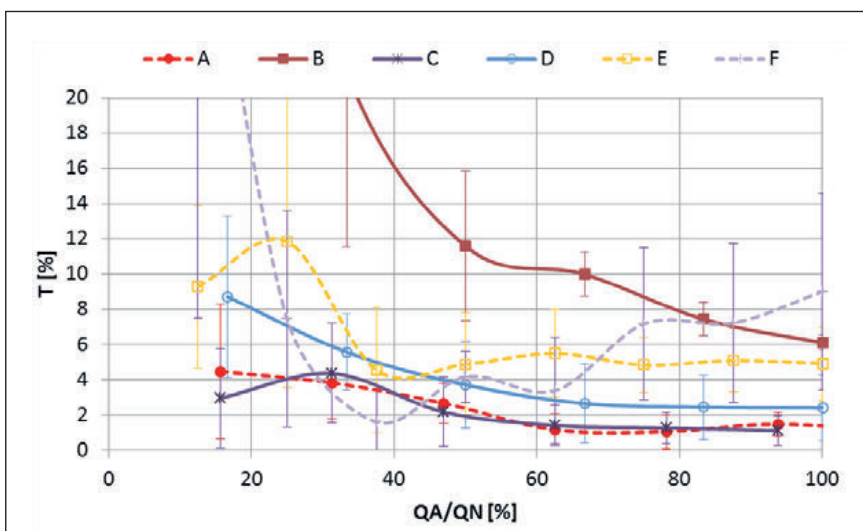
sti so opazne predvsem pri nižjih pretokih (slika 13). Kot je bilo že omenjeno, je pri mobilnih aplikacijah zelena konstantna točnost v čim širšem tokovnem območju.

Slika 13 in 14 prikazujeta točnost v odvisnosti od tokovnega razmerja; vrednosti se nanašajo na povprečne vrednosti, pri čemer vertikalne linije predstavljajo standardni odklon.

Razlike med analiziranimi ventili pa postanejo očitne v načinu združevanja. V omenjenem načinu so bile izmerjene najslabše točnosti, pri treh od šestih ventilih pa so bile opazne tudi precejšnje oscilacije (slika 14). Ventili, pri katerih so bile zaznane oscilacije, so te označene črtkano.



Slika 13. Točnost v načinu deljenja



Slika 14. Točnost v načinu združevanja

3.2 Zaključki

Primerjalna analiza konkurenčnih ventilov je pokazala, da je način združevanja najbolj kritičen z ozirom na točnost delovanja in stabilnost delovanja. Na začetku izvajanja primerjalne analize se je pojavil dvom v korektnost merilnega protokola podjetja Poclain Hydraulics. Razlog je bil v tem, da so se oscilacije pojavljale tudi pri priznanih proizvajalcih. Korektnost merilnega protokola se je, med drugim, pokazala tudi na osnovi odziva tržišča – nekateri ventili priznanih in uveljavljenih znamk dejansko oscilirajo tudi na terenu.

Literatura

- [1] Poclain Hydraulics: Flow control valves; Hydraulic components: 2017.
- [2] Merrit, H. E.: Hydraulic control system, John Wiley and Sons, New York, 1967.
- [3] AMEHelp, rev. 15 SL1.
- [4] Peternel, L.: Optimizacija delilnika/združevalnika toka, diplomsko delo, Ljubljana, 2012.
- [5] Izobraževalni center Poclain Hydraulics (različna literatura).
- [6] <http://www.hydraulicspneumatics.com/other-technologies/book-2-chapter-11-flow-divider-circuits>; nazadnje obiskano 27. 7. 2017.
- [7] http://www.sunhydraulics.com/sites/default/files/media_library/tech_resources/TT_US_FlowDivider-New.pdf; nazadnje obiskano 26. 7. 2017.
- [8] http://www.eaton.com/ecm/groups/public/@pub/@eaton/@hyd/documents/content/pct_273379.pdf; nazadnje obiskano 27. 7. 2017.
- [9] <http://www.poclain-hydraulics.com/en/products/valves/flow-divider>; nazadnje obiskano 1. 8. 2017.
- [10] <http://www.poclain-hydraulics.com/en/high-performance>; nazadnje obiskano 27. 7. 2017.
- [11] <https://www.google.com/patents/US3554213>; nazadnje obiskano 17. 7. 2017.
- [12] <https://www.google.com/patents/US20160223091>; nazadnje obiskano 17. 7. 2017.

Vaša sigurna pot do tržišča v Srbiji



**Promovišite svoj posao i predstavite
Vašu kompaniju.**

**Najnovije vesti, intervjui, reportaže
sa sajmova u Srbiji i regionu,
predstavljanje kompanija, sve na
jednom mestu.**

www.industrija.rs
www.facebook.com/casopis.industrija

Pokličite nas:

ČASOPIS INDUSTRIJA
Lazara Kujundžića 88,
11030 Beograd, Srbija

tel/fax. + 381 11 305 88 22
mob. + 381 60 344 84 28
e-mail: office@industrija.rs

Development of the heavy-duty flow divider (FD-H2) for mobile applications

Abstract: A two-way heavy-duty flow divider (FD-H2) assures parallel operation of wheels of the same axle and/or between different axles by dividing or combining flow. It can be operated in open or closed loop circuits. In normal operating mode, the flow divider is not in function (i.e. oil passes the flow divider thanks to an integrated by-pass valve). As soon as skidding on the driving wheels appears, the flow divider activates and synchronises the rotational speed of the driving wheels which allows for the vehicle to move ahead.

The paper shows the development procedure of a heavy-duty flow divider (FD-H2) for mobile applications. The latter normally refers to high pressure (up to 500 bar) and high flow rates (up to 200 l/min in by-pass mode). For such applications it is highly desired to establish stable valve operation as well as dividing/combining accuracy in the widest possible flow range.

Initially, the basic principle of a flow divider of a spool type is introduced and explained. Furthermore, development activities are presented on the key details as well as their optimization workflow. The new heavy-duty flow divider is the result of successful (international) cooperation of the development teams within Poclairn Hydraulics. Support has been provided also from the Laboratory for Fluid Power and Controls (LFT) from the Faculty of Mechanical Engineering in Ljubljana.

Hereafter, the experimentally obtained characteristics of the flow divider are compared with the hydraulic measurements of the competitor's products. The heavy-duty flow divider (FD-H2) at this point stands out in terms of compactness and especially in terms of accuracy and stable operation in dividing/combining mode.

Based on the prosperous developments of the flow divider basic function (i.e. dividing/combining), the latter was further upgraded (integrated) into the multi-function valve for mobile applications.

The results of the intensive development are a new family of catalogue products, several patents pending, a lot of acquired knowledge in the field of hydraulic components design and their interactions as well as on the validation procedure of the end product.

Keywords: flow divider, dividing, combining, benchmark analysis, pressure drop, accuracy, simulations

*Drugi del prispevka bo predstavljen v naslednji številki
revije Ventil.*

Načrtovanje modela in regulatorja za dinamični sistem treh povezanih shranjevalnikov z uporabo metod evolucijskega računanja

Marko CORN, Maja ATANASIJEVIĆ-KUNC

Izvleček: Delo predstavlja primerjavo rezultatov testiranja različnih evolucijskih algoritmov pri problemih modeliranja in vodenja sistema treh povezanih shranjevalnikov. Izpostavili smo tri različne probleme. Prvi je t. i. identifikacija po metodi »sive škatle«, pri čemer iščemo karakteristiko določenega elementa znotraj celotnega sistema, v našem primeru je to karakteristika izhodnega ventila. Drugi problem je identifikacija po metodi »črne škatle«, pri čemer iščemo opis celotnega sistema na podlagi odzivov sistema. Tretji problem pa je načrtovanje regulatorja za vodenje sistema. Vse probleme smo reševali z uporabo naslednjih evolucijskih metod: genetski algoritmi, diferenčna evolucija, evolucijske strategije, genetsko programiranje in novejši pristop –algoritem AME-BA. Vse metode so se izkazale pri reševanju problematike identifikacije po metodi sive škatle in pri problematiki načrtovanja vodenja sistema, posebej pa se je izkazala metoda AMEBA, saj je generirala tudi uporaben model po metodi identifikacije s črno škatlo, ki je v tem primeru med obravnavanimi najzahtevnejši problem.

Ključne besede: evolucijski algoritmi, AMEBA, modeliranje, identifikacija, regulacija, dinamični sistemi

■ 1 Uvod

Evolucijski algoritmi so optimizacijske metode, ki posnemajo proces naravne evolucije. Njihova stohastična narava ponuja velikansko prednost v primerjavi s t. i. klasičnimi algoritmi, predvsem pri reševanju kompleksnejših optimizacijskih problemov.

V splošnem lahko evolucijske algoritme razdelimo v dve večji skupini: na parametrične in strukturne algoritme. Parametrični algoritmi optimizirajo parametrično definirane

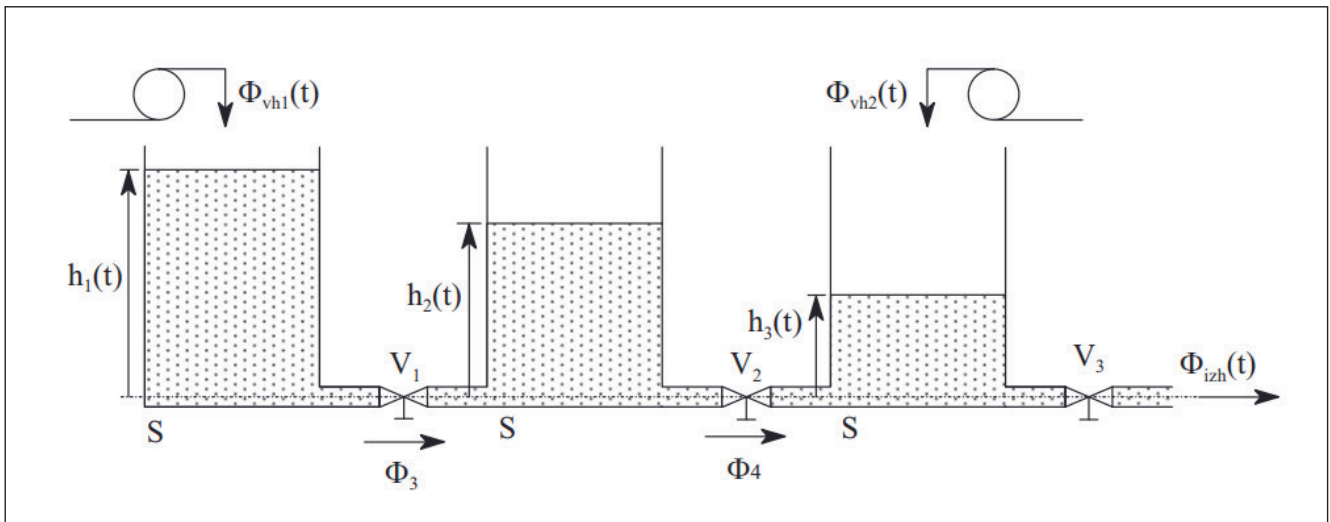
probleme, medtem ko strukturni algoritmi optimizirajo probleme, katerih rešitve so podane v obliki funkcij. Če prikazemo razliko na primeru načrtovanja regulacijskega sistema za poljuben dinamični proces, lahko rečemo, da parametrični algoritmi iščejo parametre regulatorja, strukturni algoritmi pa oblikujejo rešitev v celovit regulacijski zakon. Posledično strukturni algoritmi ne potrebujejo vnaprej predpostavljene strukture oz. funkcije, saj v evolucijskem procesu razvijejo lastno.

Najbolj uveljavljeni parametrični algoritmi so genetski algoritmi (GA) [1], evolucijske strategije (ES) [2], diferenčna evolucija (DE) [3] in še nekateri drugi [4]. Najbolj uveljavljeni strukturni algoritmi pa so genetsko programiranje (GP), ki pozna več različnih implementacij, med

drugimi drevesno [5] in gramatično [6], ter evolucijsko programiranje, ki je usmerjeno v razvijanje rešitev v obliki računskih avtomatov [7].

Kot smo že omenili, so evolucijski algoritmi zelo uporabni predvsem pri reševanju kompleksnejših problemov, med katere lahko uvrstimo tudi načrtovanje regulacijskih sistemov za multivariabilne dinamične sisteme. Tako so v tem delu predstavljeni in primerjani različni pristopi k načrtovanju regulacijskih sistemov s pomočjo metod evolucijskega računanja, s katerim smo skušali podrobneje analizirati relativne prednosti posameznih pristopov. Iz skupine parametričnih metod smo izbrali GA, ES in DE, iz skupine strukturnih metod pa GP na osnovi dreves in algoritem AME-BA [8–10]. Opravili smo primerjavo tako znotraj posamezne skupine

Dr. Marko Corn, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo; prof. dr. Maja Atanasijević-Kunc, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko



Slika 1. Sistem treh povezanih shranjevalnikov

kot tudi med skupinami parametričnih in strukturnih metod.

Delo je organizirano na naslednji način: V razdelku 2 je kratek opis dinamičnega sistema treh povezanih shranjevalnikov, v katerem smo prikazali delovanje algoritmov. V razdelku 3 sta predstavljena matematični model in koncept regulacijskega zakona, ki smo ga predvideli za načrtovanje vodenja. V četrtem razdelku so ilustrirani rezultati identifikacije po principu sive škatle, identifikacije po principu črne škatle in rezultati načrtovanja regulacijskih sistemov, ki smo jih generirali z uporabo prej omenjenih metod evolucijskega računanja. V sklepnem razdelku pa smo podali zaključke in izhodišča za nadaljnje delo.

■ 2 Sistem treh povezanih shranjevalnikov

Sistem treh povezanih shranjevalnikov je prikazan na *sliki 1*. Sestavljajo ga trije identični cilindrično oblikovani vodni shranjevalniki s prečno površino S , ki so medsebojno povezani z dvema ventiloma V_1 in V_2 . Ventil V_3 je izhodni ventil iz zadnjega shranjevalnika. Aktuatorja sistema sta dve vodni črpalki, ki dovajata vodo v prvi in tretji shranjevalnik s pretokoma Φ_{vh1} in Φ_{vh2} . Vodni nivoji v posameznem shranjevalniku so merjeni z ustreznimi senzorji. Razlika v nivoju vode prvega in drugega shranjevalnika vpliva na vodni pre-

tok Φ_3 skozi ventil V_1 , razlika v nivoju vode med drugim in zadnjim shranjevalnikom pa povzroča vodni tok Φ_4 skozi ventil V_2 . Pretok vode Φ_{izh} skozi ventil V_3 je odvisen samo od nivoja vode h_3 v zadnjem shranjevalniku.

■ 2.1 Koncept modela sistema

Pri načrtovanju modela sistema je smiselno vključiti čim več znanja o obravnavanem sistemu, saj si s tem povečamo možnosti ustrezne interpretacije. Teoretični pristop k modeliranju, ki temelji na ravnotežnih zakonih, opisuje osnovne mehanizme delovanja sistema. Realni sistemi pa vsebujejo tudi druge, praviloma nelinearne pojave, ki lahko bolj ali manj izrazito vplivajo na njegovo obnašanje. Gradnjo modela obravnavanega sistema treh povezanih shranjevalnikov smo pričeli z zapisom ravnotežnih enačb za vsakega od shranjevalnikov, kot kažejo enačbe (1).

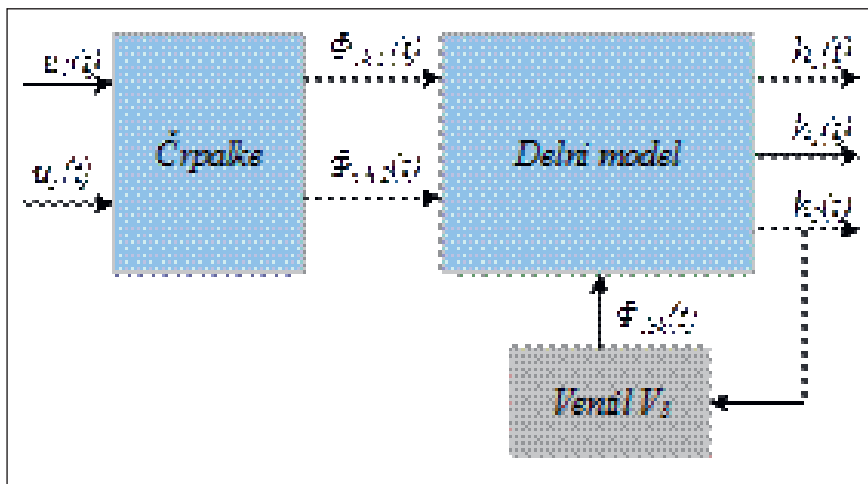
$$\begin{aligned} \Phi_{vh1}(t) - \Phi_3(t) &= S \cdot \dot{h}_1(t) \\ \Phi_3(t) - \Phi_4(t) &= S \cdot \dot{h}_2(t) \\ \Phi_4(t) + \Phi_{vh2}(t) - \Phi_{izh}(t) &= S \cdot \dot{h}_3(t) \end{aligned} \quad (1)$$

Gradnjo modela smo nadaljevali z vključevanjem nelinearnih elementov, kot sta črpalki in ventili. Dotok vode v sistem Φ_{vh1} in Φ_{vh2} določata vgrajeni vodni črpalki. Dotoka sta sorazmerna napetostima signalov vzbujanja črpalk u_1 in u_2 . Povezava

med napetostjo na črpalki ter pretokom je nelinearna, kar smo potrdili z meritvami. V model smo omejeno povezavo vključili v obliki statičnih karakteristik. Z ustreznimi eksperimenti smo potrdili še povezavi, kot ju opisuje enačba (2).

$$\begin{aligned} \Phi_3(t) &= k_1 \sqrt{h_1(t) - h_2(t)} \\ \Phi_4(t) &= k_2 \sqrt{h_2(t) - h_3(t)} \end{aligned} \quad (2)$$

Pretok vode skozi ventila V_1 in V_2 je korenska funkcija tlačne razlike na obeh ventilih. Eksperimenti pa so nadalje razkrili, da izhodni ventil V_3 ne sledi korenski karakteristiki preostalih dveh ventilov. Čeprav bi lahko karakteristiko ventila izmerili, podobno kot za prva dva ventila, smo se odločili, da bomo poiskali njegovo karakteristiko s pomočjo metode sive škatle [11, 12]. Za ta postopek smo se odločili, ker želimo prikazati uporabnost te metode identifikacije tudi za sisteme, za katere direktnih meritev podsistemov sistema ni mogoče izvesti. Identifikacija po metodi sive škatle je postopek, pri katerem najprej izvedemo meritve sistema, s katerimi zaobjamemo obnašanje sistema. Nato zgradimo matematični model in vanj vključimo čim več podatkov, ki so na voljo, manjkajočo informacijo pa določimo tako, da je obnašanje modela čim bolj podobno obnašanju opazovanega sistema. Primer identifikacije po metodi sive škatle je za sistem treh shranjevalnikov ilustriran na *sliki 2*.



Slika 2. Model sistema treh povezanih shranjevalnikov

Model, pripravljen za identifikacijski postopek po metodi sive škatle za sistem treh shranjevalnikov, je sestavljen iz modela črpalk, ki smo ga pridobili z meritvami, delnega modela sistema, ki ga sestavljajo ravnotežne enačbe in karakteristiki dveh ventilov, ter neznanega modela izhodnega ventila V_3 . Iskanje modela izhodnega ventila predstavlja naš optimizacijski problem. Naloga optimizacije je iskanje modela izhodnega ventila tako, da je napaka med meritvami sistema in odzivom modela na enake vhodne signale celotnega sistema minimalna. Če se meritve sistema in odziv modela dobro ujemajo, smo

merjenega signala in signala, generiranega z modelom (h_1, h_2 in h_3 so meritve, h_1', h_2' in h_3' so signali, generirani z modelom).

Meritve, ki smo jih pridobili za namene identifikacije, sestavljajo osem parov vhodno-izhodnih podatkovnih nizov. Šest od teh smo uporabili pri gradnji modela, dva pa smo uporabili za kasnejše vrednotenje. Slika 3 prikazuje primer vzbujevalnih signalov črpalk in odziv sistema na vzbujevalne signale.

Iz odziva sistema so jasno razvidne križne povezave vplivov med nivoji

tekočine v shranjevalnikih. Sprememba nivoja v prvem shranjevalniku vpliva na spremembo nivoja tako v drugem kot tretjem in, obratno, sprememba nivoja v tretjem shranjevalniku vpliva na nivo vode v prvih dveh shranjevalnikih.

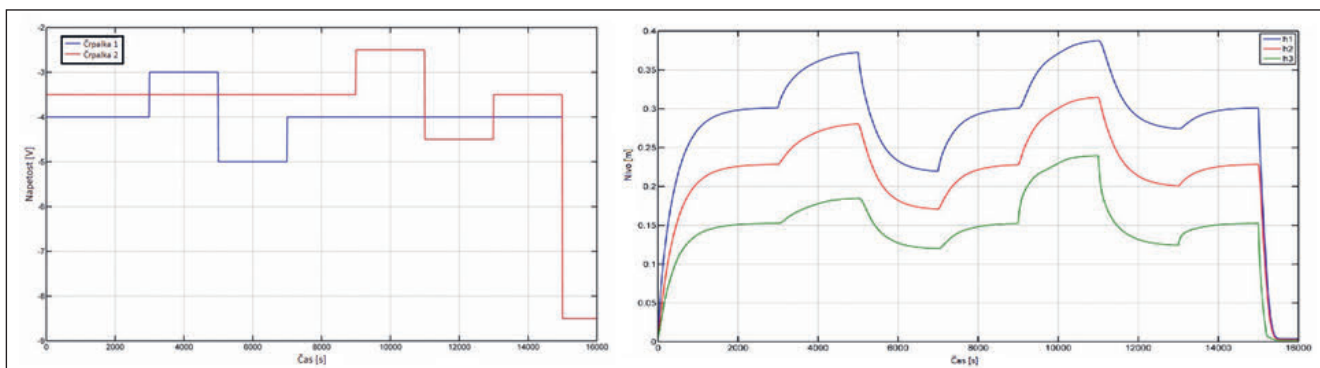
2.2 Načrtovanje regulacijskega sistema

Regulator za sistem treh povezanih shranjevalnikov mora uspešno regulirati nivoja v prvem in tretjem rezervoarju z uporabo črpalk, kot je prikazano na sliki 4.

Naloga algoritma vodenja je generiranje ustreznih signalov vzbujanja obeh črpalk tako, da nivoja h_1 in h_3 čim bolj sledita referenčnim signaloma h_{1ref} in h_{3ref} . Kriterijsko funkcijo, s pomočjo katere smo ocenjevali kvaliteto regulatorja, določa enačba (4).

$$f_{fit} = w_{opt} \int (|e_1(t)| + |e_2(t)|) dt + (1 - w_{opt}) \int (|u_1(t)| + |u_2(t)|) dt \quad (4)$$

Kriterijska funkcija je enaka integralu vsote absolutnih vrednosti signalov pogreška e_1 in e_2 ter ustrezno uteženih regulirnih signalov u_1 in u_2 .

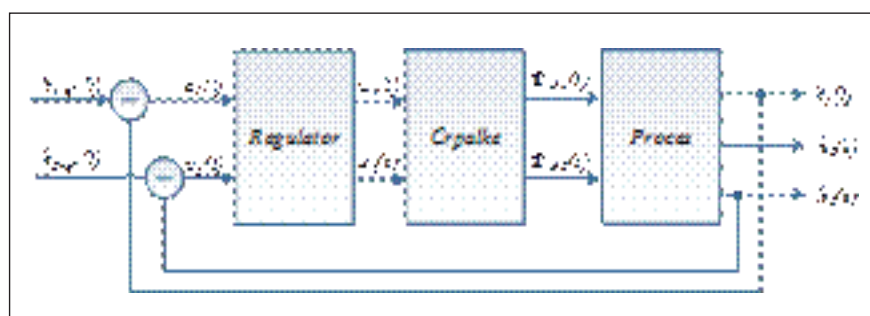


Slika 3. Vzbujevalni signali črpalk (levo) in odzivi sistema (desno)

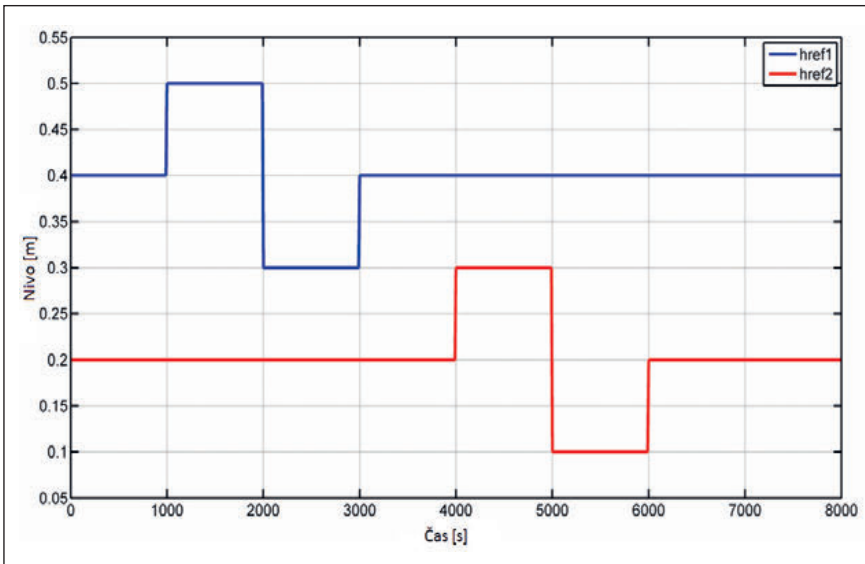
našli primeren model izhodnega ventila. Uporabljeno kriterijsko funkcijo, ki določa razliko med modelom in meritvami, definira enačba (3).

$$J = \int |h_1(t) - h_1'(t)| dt + \int |h_2(t) - h_2'(t)| dt + \int |h_3(t) - h_3'(t)| dt \quad (3)$$

Kriterijska funkcija je enaka številu absolutnih razlik nivojev tekočin



Slika 4. Vodenje sistema treh povezanih shranjevalnikov



Slika 5. Referenčna signala pri testiranju uspešnosti načrtanega vodenja

Prvi del kriterijske funkcije vrednoti kvaliteto regulacije, medtem ko drugi del vrednoti aktivnost obeh črpalk, ki jo regulator potrebuje za vodenje. Regulacijski sistem smo preskusili na referenčnih signalih, ki ju prikazuje slika 5.

Glede na to, da obravnavamo multivariabilni sistem, mora regulator zagotoviti ustrezno sledenje obema referenčnima signaloma, kar implicitno zahteva tudi hkratno zmanjševanje vpliva križnih interakcij (razstavlanje) zaprtozančnega sistema.

3 Rezultati modeliranja

Rezultate modeliranja smo razdelili v dve skupini glede na uporabljene metode evolucijskih algoritmov. V prvi skupini smo predstavili uspešnost parametričnih metod, v drugi pa izbranih strukturnih metod evolucijskih algoritmov.

3.1 Parametrične metode evolucijskih algoritmov

Parametrične metode lahko uporabimo samo, kadar optimizacijski problem definiramo kot spreminjanje parametrov iskane rešitve. Glede na dosedanje rezultate raziskav smo predpostavili, da bi bilo lastnosti ventila V_3 mogoče predstaviti s polinomsko matematično funkcijo tretjega reda, kot jo opisuje enačba (5).

$$f_{V_3}(t) = a_0 + a_1 h_3(t) + a_2 h_3^2(t) + a_3 h_3^3(t) \quad (5)$$

Z uporabo parametričnih optimizacijskih metod torej iščemo parametre a_0, a_1, a_2 in a_3 tako, da bo odziv modela čim bolj podoben meritvam sistema. Uporabili smo algoritem GA, implementiran v okolju Matlab oz. Matlabovem orodju Optimization Toolbox [8], algoritem DE, ki ga je v Matlabu implementiral Markus Buehren, [9] in algoritem ES, ki ga je v Matlabu implementiral Gilberto A. Ortiz [10]. Pri vseh testiranih evolucijskih algoritmi smo uporabili enake izhodiščne nastavitve, da bi bili rezultati primerjave čim bolj objektivni. Rešitve s posameznimi metodami smo generirali po 1000 generacijah in z uporabo 30 osebkov na eno generacijo. Razmerje

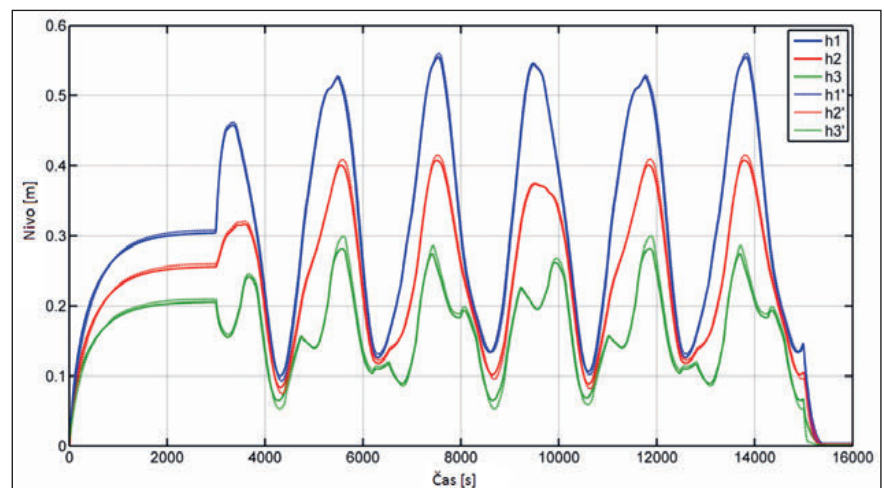
med mutacijami in križanji je bilo pri vseh metodah enako in je bilo na nastavljen na ena proti ena. Rezultate, dobljene s parametričnimi metodami, smo predstavili dvo-delno. Prvi del predstavlja kvaliteto modela, drugi del pa tudi uspešnost posamezne metode, ki jo merimo z njeno konvergenco. Kvaliteta rešitev je predstavljena v tabeli 1.

Tabela 1. Rezultati modeliranja z uporabo parametričnih algoritmov

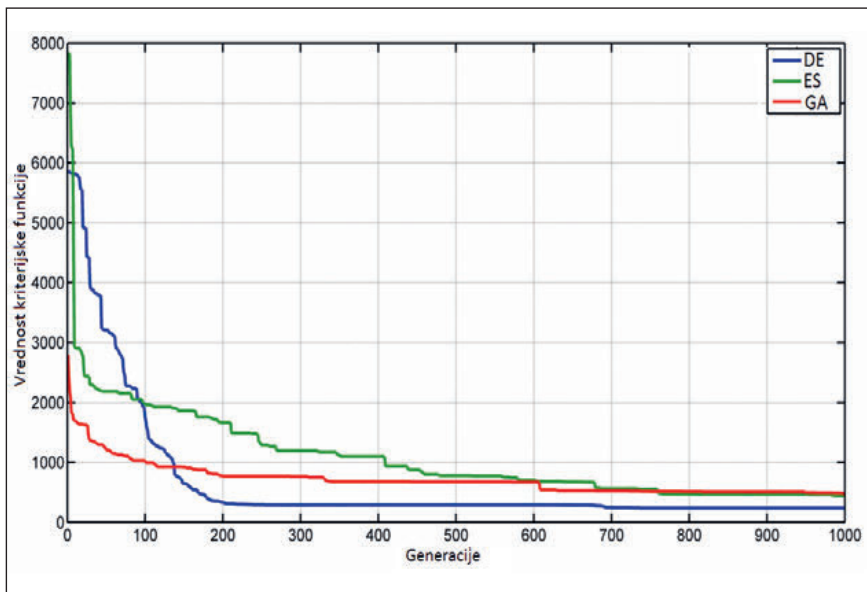
Metoda	Napaka [%]	Vrednotenje [%]
DE	0,77	2,27
ES	0,79	2,58
GA	0,88	3,57

Drugi stolpec predstavlja relativno vrednost kriterijske funkcije pri uporabi identifikacijskih signalov, tretji pa relativno napako na signale v fazi vrednotenja. Rezultati so si precej podobni, kar povečuje verjetnost, da smo našli rešitev, ki predstavlja globalni minimum za izhodni ventil glede na predpostavljeno funkcijo. Za najboljša algoritma sta se izkazala DE in ES. Slika 6 prikazuje primer najboljše rešitve, ki smo jo generirali z algoritmom DE (h_1, h_2 in h_3 so meritve, h_1', h_2' in h_3' so signali, generirani z modelom).

V drugem delu smo primerjali konvergenca posameznih algoritmov, torej hitrost približevanja končni rešitvi.



Slika 6. Primerjava meritev z odzivi modela, ki ga je generiral algoritem DE



Slika 7. Povprečna konvergenca rezultatov pri uporabi izbranih parametričnih algoritmov

Slika 7 prikazuje povprečno vrednost desetih potekov za vsakega od opazovanih algoritmov.

Statistična analiza konvergence posameznih algoritmov kaže na učinkovitost algoritma za reševanje obravnavanega problema. DE ima za naš primer najhitrejšo konvergenco, poleg tega pa v povprečju generira tudi najkvalitetnejšo rešitev.

3.2 Strukturni evolijski algoritmi

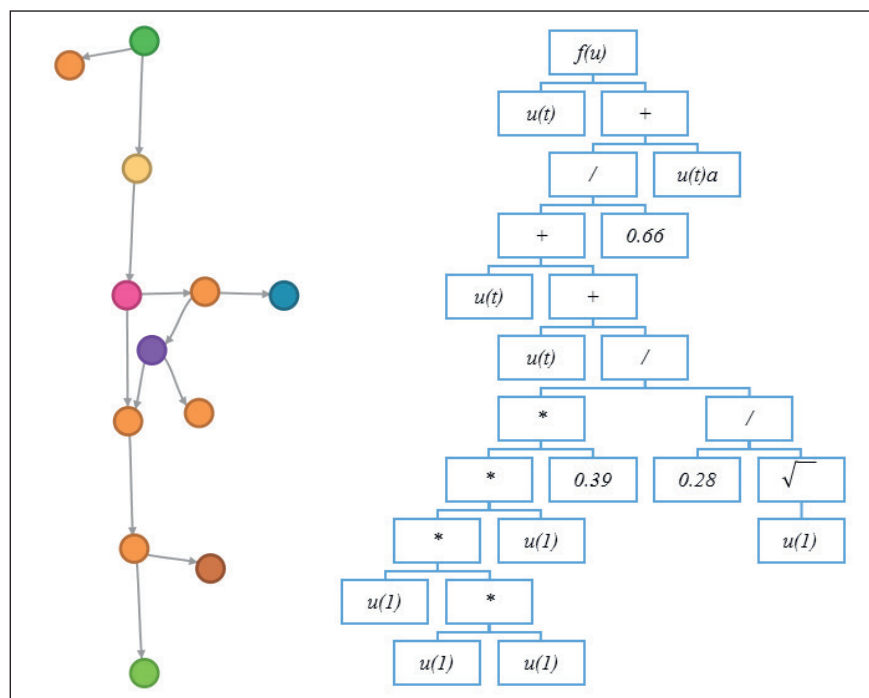
Določanje karakteristike izhodnega ventila smo testirali tudi z dvema strukturnima evolijskima algoritma, in sicer z GP na osnovi dreves in z algoritmom AMEBA. Algoritem AMEBA pa smo še vrednotili na procesu modeliranja s postopkom identifikacije po metodi črne škatle, pri kateri je algoritem na podlagi meritev sistema generiral celoten model, in ne samo model izhodnega ventila. Za ta korak smo se odločili, ker algoritem AMEBA omogoča modeliranje multivariabilnih sistemov, ki jih algoritem GP na osnovi dreves v svoji osnovni obliki ne omogoča. S tem smo prikazali dodatno funkcionalnost algoritma AMEBA.

Pri procesu identifikacije z metodo sive škatle je za parametrične algoritme potrebno predpostaviti strukturo oz. funkcijo, katere parametre nato

podvržemo optimizaciji. Pri uporabi strukturnih algoritmov se ognemo temu delu, saj algoritmi sami generirajo tako strukturo kot parametre

Tabela 2. Rezultati optimiranja s strukturnima metodama

Algoritem	Napaka [%]	Vrednotenje [%]
GP	0,62	2,12
ventil AMEBA	0,51	1,91
celoten model AMEBA	2,67	3,76






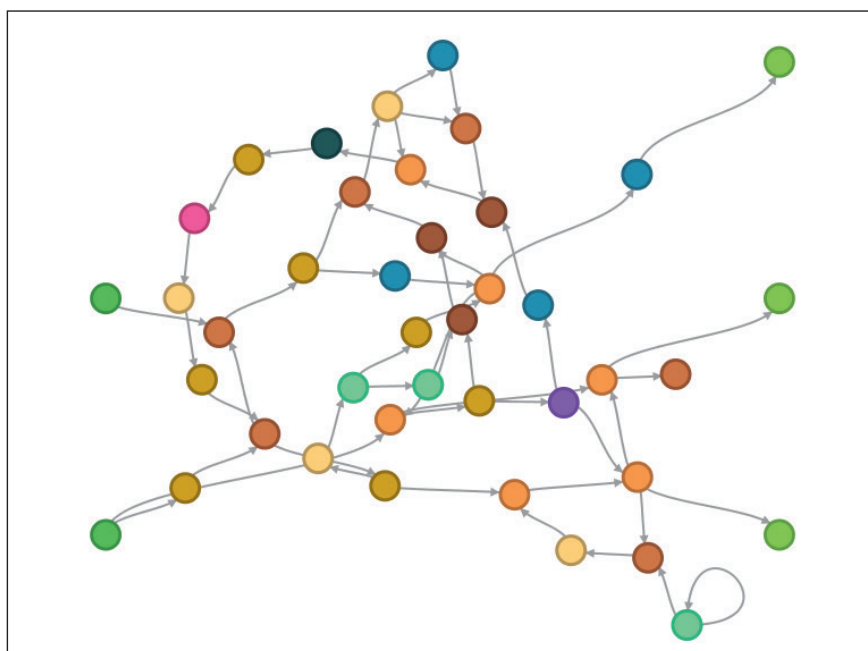
Slika 8. Primer rešitve, generirane z algoritmom AMEBA (levo) in z algoritmom GP (desno)

iskane transformacije oz. funkcije. Nastavitve obeh algoritmov so bile enake s stališča evolucije. To pomeni, da smo v obeh primerih definirali enako število generacij, enako število osebkov v populaciji in razmerja med mutacijami in križanji. Strukturne metode gradijo strukturo z uporabo vozlišč in povezav med njimi. Pri testiranju algoritma GP smo uporabili implementacijo v Matlabu avtorja [11]. Pri uporabi GP-metode smo izbrali naslednja vozlišča: ojačevalno, seštevalno, odštevalno, množilno, delilno, konstantno in potenčno. Enaka vozlišča smo uporabili tudi pri algoritmu AMEBA. Ker pa ta algoritem omogoča gradnjo dinamičnih funkcij, smo dodali tudi naslednja vozlišča: zakašnitev, integral, odvod in visokoter nizkoprepustni filter. Rezultati optimiranja so prikazani v tabeli 2.

Kot vidimo, se je v tem primeru dobro odrezal algoritem AMEBA. Tako

Tabela 3. Legenda vozlišč za algoritem AMEBA

Barva	Vozlišče	Barva	Vozlišče
	vhodno		ojačevalno
	izhodno		potenčno
	nizkoprepustni filter		zakasnilno
	visokoprepustni filter		odvajalno
	množilno		integralno
	delilno		seštevalno



Slika 9. Grafični prikaz dinamičnega modela celotnega sistema treh povezanih shranjevalnikov, kot ga je določil algoritem AMEBA

AMEBA kot GP sta poleg tega generirala boljše rešitve kot parametrični algoritmi, kar je bilo mogoče pričakovati, saj nista omejena s strukturo predpostavljene funkcije, ki je lahko tudi omejujoča. Slika 8 prikazuje primer najboljše rešitve, generirane z algoritmoma AMEBA in GP.

Tabela 3 predstavlja legendo za interpretacijo rešitve AMEBA.

Kot lahko vidimo iz primera rešitve, je algoritem AMEBA generalni dinamični model ventila, medtem ko je algoritem GP generalni statični in nelinearni model.

Algoritem AMEBA pa smo testirali še pri identifikaciji po metodi črne škatle, pri čemer smo poskušali generirati model celotnega sistema. Slika 9 prikazuje rezultirajoči generirani model.

Generirani model celotnega sistema je dokaj kompleksen, sestavljen je iz vozlišč različnih tipov in povratnih zank, ki izkazujejo dinamično obnašanje sistema. Kljub večji zahtevnosti problema je algoritem AMEBA uspel generirati rešitev, ki je primerljiva z rešitvijo, ki smo jo dobili s kombiniranim modeliranjem (kombinacija teoretičnega in eksperimentalnega pristopa).

4 Rezultati načrtovanja vodenja

Tudi načrtovanje regulatorja smo razdelili v dva dela. V prvem delu smo prikazali rezultate, generirane s parametričnimi metodami, v drugem pa rezultate, generirane s strukturnimi metodami. Pri optimizaciji regulacijskega sistema smo uporabili model sistema, ki ga je generirala DE-metoda.

4.1 Parametrični evolucijski algoritmi

Ker uporaba parametričnih evolucijskih algoritmov zahteva, da definiramo problem v obliki iskanja parametrov izbrane rešitve, smo se glede na lastnosti sistema odločili za testiranje uspešnosti multivariabilne, proporcionalno-integrirne oblike regulacijskega zakona [13, 14]. Predlagana struktura regulatorja ima torej dva vhoda, dva izhoda in obe križni povezavi. Strukturo regulatorja opisuje enačba (8).

Matriki K_p in K_i vsebujeta 8 parametrov, ki smo jih podvrgli optimizaciji. Rezultati načrtovanja regulatorja s parametričnimi metodami so predstavljeni v tabeli 4. Drugi stolpec predstavlja integral razlike

$$\bar{u}(t) = K_p \bar{e}(t) + K_i \int \bar{e}(t) dt$$

$$\begin{bmatrix} u_1(t) \\ u_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_{p11} & K_{p12} \\ K_{p21} & K_{p22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1(t) \\ e_2(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} K_{i11} & K_{i12} \\ K_{i21} & K_{i22} \end{bmatrix} \int \begin{bmatrix} e_1(t) \\ e_2(t) \end{bmatrix} dt \quad (6)$$

$$\begin{bmatrix} e_1(t) \\ e_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{1ref}(t) - h_1(t) \\ h_{3ref}(t) - h_3(t) \end{bmatrix}$$

med referenčnim in izhodnim signalom, normiranim s časom trajanja simulacije. Tretji stolpec v tabeli pa predstavlja integral napetosti črpalk, normiran s časom trajanja simulacije in maksimalno napetostjo črpalk. Vrednost 100 % pomeni, da sta bili napetosti črpalk ves čas trajanja simulacije maksimalni, in obratno za vrednost 0 %, da sta bili črpalke, celoten čas trajanja simulacije izključeni.

Tabela 4. Rezultati načrtovanja regulatorja ob uporabi parametričnih metod

Algoritem	Pogrešek	Regulirni signal
DE	1,04 %	33,9 %
GA	1,04 %	34,5 %
ES	1,48 %	33,3 %

Rezultati so si medsebojno precej podobni, za malenkost ponovno izstopa algoritem DE, saj zahteva pri enaki kvaliteti regulacije manjšo aktivnost regulirnih signalov.

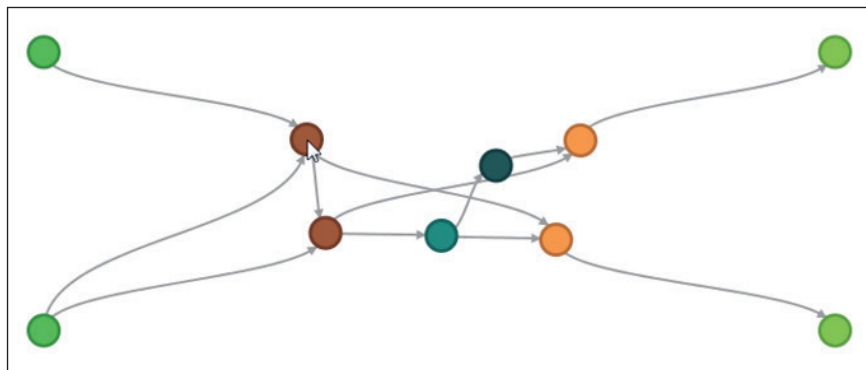
4.2 Rezultati načrtovanja regulatorja s strukturnimi metodami

Strukturni algoritmi ne potrebujejo vnaprej definirane regulacijske strukture, ker jo zgradijo sami med postopkom evolucije. Rezultati, ki smo jih dobili z uporabo strukturnih metod, so prikazani v tabeli 5.

Tabela 5. Rezultati načrtovanja regulatorja ob uporabi strukturnih metod

Algoritem	Pogrešek	Regulirni signal
AMEBA	2,8 %	34 %
GP	9,3 %	35 %

Rešitev, generirana z algoritmom GP, se je izkazala za najslabšo, kar smo tudi pričakovali, saj ne omogoča generiranja dinamičnih sistemov, ker ne vsebuje dinamičnih vozlišč.



Slika 10. Grafični prikaz regulatorja, generiranega s pomočjo algoritma AMEBA

Rešitev, generirana z metodo AMEBA, je precej boljša, saj izhoda sledita referenčnima signaloma precej bolje od situacije, ko uporabljamo regulator, generiran z metodo GP. Regulator, ki ga je generiral algoritem AMEBA, je grafično prikazan na sliki 10.

Regulator smo zapisali tudi v matematični obliki in ga določa enačba (9).

Algoritem AMEBA je generiral boljši regulacijski sistem kot metoda GP, vendar ni dosegel rezultatov parametričnih algoritmov. Slabši rezultat pripisujemo temu, da algoritem AMEBA ni vključil dinamičnih vozlišč v rešitev. Kje je vzrok, bomo raziskovali v prihodnje, saj je algoritem AMEBA še v zgodnji fazi razvoja.

5 Zaključek

V delu smo prikazali primerjavo uporabnosti algoritmov evolucijskega računanja na treh različnih problemih: na identifikaciji po metodi sive škatle, identifikaciji po metodi črne škatle in pri načrtovanju regulacijskega sistema. Predstavili smo tudi ključne razlike med parametričnimi in strukturnimi optimizacijskimi metodami, ki vplivajo na obliko rešitve in s tem na možnosti, ki jih posamezna skupina metod ponuja pri reševanju problemov. Parametrični algoritmi so generirali zadovoljive rešitve pri obeh skupinah problemov, tako pri modeliranju kot načrtovanju regulatorja. Prav tako so strukturne metode generirale dokaj učinkovite rešitve pri problemih modeliranja, pri načrtovanju pa je še precej prostora za izboljšave. Največja prednost struk-

turnih metod je generiranje rešitev brez vnaprej podane strukture, kar pa seveda lahko predstavlja tudi potencialno težavo. Ta lastnost pride v poštev predvsem pri obravnavi kompleksnih sistemov ali pa sistemov, za katere so informacije pomanjkljive, težave pa skušamo premostiti z eksperimentiranjem. To potrjujejo rezultati uporabe algoritma AMEBA, ki je generiral zadovoljiv model celotnega sistema treh povezanih shranjevalnikov brez upoštevanja predhodnega znanja o sistemu. Ocenjujemo, da ima metoda potencial na področju reševanja problemov dinamičnih sistemov, velja pa poudariti, da na uspešnost optimiranja tudi pri tej metodi ključno vplivajo: definirana kriterijska funkcija (oziroma funkcije), definicija samega optimizacijskega problema, ustreznost izbire testnih signalov in preiskovalni prostor. Ker velik preiskovalni prostor praviloma zelo podaljša čas iskanja ustrezne rešitve, bomo v prihodnje posvetili posebno pozornost možnosti vključevanja teoretičnih znanj v obravnavane metode – z drugimi besedami: pametni optimizaciji.

Reference

- [1] David Goldberg, *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*, 1st ed. Massachusetts: Addison Wesley, 1989.
- [2] H. G. Beyer, *The Theory of Evolution Strategies (Natural Computing Series)*. Springer, 2010.
- [3] R. Storn and K. Price, "Differential Evolution – A Simple and Efficient Heuristic for Global Optimization over Continuous Spaces," *J. Glob. Optim.*, vol. 11, pp. 341–359, 1997.

- [4] J. Brownlee, "Clever Algorithms: Nature-Inspired Programming Recipes," Swinburne University in Melbourne, Australia, 2011.
- [5] J. R. Koza, D. Andre, F. H. Bennett, and M. A. Keane, *Genetic Programming III: Darwinian Invention & Problem Solving*, 1st ed. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1999.
- [6] A. Nohejl, "Grammatical Evolution," Charles University in Prague, 2010.
- [7] L. J. Fogel, A. J. Owens, and M. J. Walsh, *Artificial Intelligence through Simulated Evolution*. John Wiley, 1966.
- [8] "Global Optimization Toolbox User's Guide R2014b," vol. 49, no. D. MathWorks, p. 6221, 2000.
- [9] M. Buehren, "Differential Evolution," 2008. [Online]. Available: <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/18593-differential-evolution>.
- [10] G. A. O. Garcia, "Evolutionary Strategies," 2012. [Online]. Available: <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/35801-evolution-strategies--es->.
- [11] S. Silva, "GPLAB," 2014. [Online]. Available: <http://gplab.sourceforge.net/index.html>.

Model and Control Design for Dynamic Three-Coupled Tank System Using Evolutionary Computation Methods

Abstract: This paper presents the comparison of testing results when using various evolutionary algorithms for solving modelling and control design problems connected with a dynamic three-coupled tank system. Three different problems were addressed. The first problem is the so-called »gray box« identification method, where the characteristic of a certain element within the entire system is under observation. In our case, this was a characteristic of the output valve. The second problem is the »black box« identification method with which the description of the whole system is under investigation. The third problem is the controller design. All problems have been addressed by the following evolutionary computation methods: genetic algorithms, differential evolution, evolution strategies, genetic programming, and a newer approach – the AMEBA algorithm. All mentioned methods have proved to be successful in solving the problem of identification by the gray box method and the control design, while the AMEBA method has been specifically efficient since it has also generated a useful model using the black box identification method, which in this case is the most demanding problem among the discussed.

Keywords: evolution algorithms, AMEBA, modelling, identification, control design, dynamic systems

 **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



Jakša d.o.o., Šlandrova 8, 1231 Ljubljana

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

Oblikovno navarjanje kovinskih izdelkov z uporabo tehnologije WAAM

Damjan KLOBČAR, Janez TUŠEK

Izvleček: Prikazan je pregled aditivnih tehnologij, ki omogočajo izdelavo kovinskih izdelkov. Poudarek je na obločnih tehnologijah navarjanja, pri katerih kot dodajni material uporabljamo varilno žico (WAAM – wire arc additive manufacturing). Gre za tehnologije varjenja TIG, varjenja MIG/MAG in plazemskega varjenja. Njihova osrednja prednost v primerjavi z uporabo laserja ali elektronskega snopa so nižji investicijski stroški in stroški obratovanja. Imajo pa te tehnologije nekoliko slabšo natančnost izdelave. Prednosti tehnologije WAAM se kažejo pri izdelavi večjih izdelkov, pri katerih se nadomešča izdelava z odrezovanjem, ko je potrebno iz velikega in dragega surovca odvzeti večje količine materiala. S tehnologijo WAAM smo ob uporabi varilnega robota in tehnologije CMT izdelovali tanke stene v različnih legah. Uporabljali smo varilno žico VAC 60. Na izdelanih zvarih smo izmerili trdoto in pregledali mikrostrukturo. Ugotavljali smo vpliv varilnih parametrov na stabilnost gradnje tankih sten. S pomočjo programa SprutCam smo izdelali program za krmiljenje robota in izdelali vzorčni izdelek.

Ključne besede: robotsko varjenje MIG/MAG, trdota, aditivne tehnologije z uporabo obloka in varilne žice (WAAM), SprutCAM

1 Uvod

Ameriško društvo za testiranje in materiale (ASTM – American Society for Testing and Materials) je definiralo postopke aditivnih tehnologij kot postopke spajanja materialov za izdelavo 3D-izdelkov z nanašanjem (navarjanjem) plasti za plastjo. Te tehnologije se močno razlikujejo od tehnologij z odvzemanjem materialov. Postopke lahko poimenujemo z različnimi izrazi, kot so: aditivna proizvodnja, aditivni procesi, aditivne tehnologije, 3D- tiskanje, hitro prototipiranje, hitra izdelava prototipov, hitra izdelava orodij [1].

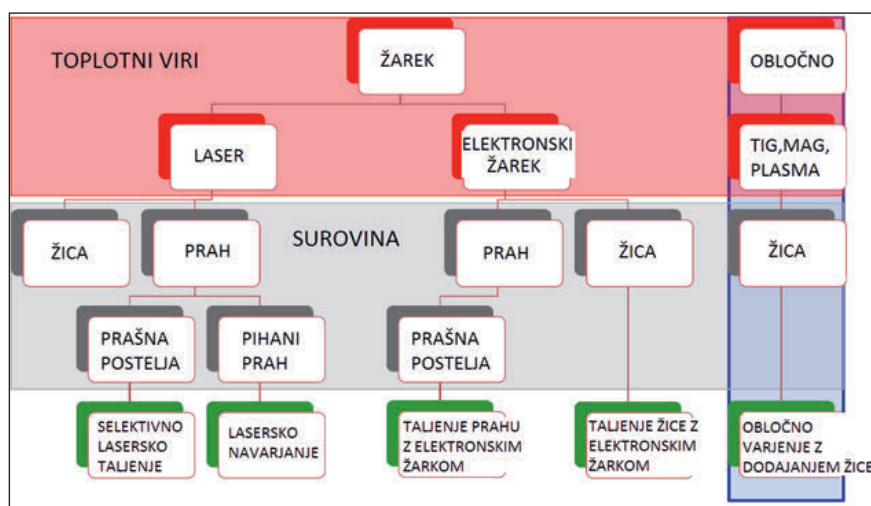
Razvoj aditivnih tehnologij na področju izdelave izdelkov na osnovi polimerov v primerjavi s kovinami poteka različno hitro. Področje hitre izdelave izdelkov iz polimerov je že zelo uveljavljeno. Na trgu obstaja-

jo različne rešitve, ki omogočajo izdelavo kompleksnih izdelkov v ozkih tolerancah. Cena izdelkov je običajno odvisna od natančnosti in kakovosti izdelave. Temu primerne pa so tudi cene naprav. Na trgu obstajajo tudi nizkocenovne naprave, t. i. 3D-tiskalniki, ki so že na voljo za domačo uporabo. Prednosti teh sistemov sta enostavna uporaba in cena izdelka, medtem ko je včasih njihova uporabnost omejena [2].

Na področju izdelave kovinskih materialov se razvijajo različne tehnologije. Baker je leta 1926 patentiral »uporabo električnega obloka kot vira toplote za izdelavo 3D-objektov z navarjanjem materiala v plasteh«. Ujiiie (Mitsubishi) je leta 1971 izdeloval tlačne posode z uporabo postopkov varjenja EPP, uporabnega varjenja pod žlindro, varjenja TIG, pri tem pa je uporabljal tudi več žic iz različnih dodajnih materialov za izdelavo sten s funkcionalno porazdeljenimi lastnostmi. Kussmaul je leta 1983 uporabil »oblikovno varjenje« za izdelavo velikih in visoko kakovostnih strukturnih izdelkov za nuklearno indu-

strijo iz jekla 20MnMoNi5 5, pri čemer je bila produktivnost 80 kg/h, posamezen izdelek pa je tehtal 79 ton. Leta 1993 sta Prinz in Weiss patentirala kombinacijo navarjanja izdelka s CNC-frezanjem, ki sta jo poimenovala »Shape Deposition Manufacturing« (SDM) [3], [4]. Med leti 1994 in 1999 so na Univerzi Cranfield razvili postopek »Shaped Metal Deposition« (SMD) za podjetje Rolls Royce za navarjanje ulitkov motorjev. Ocenjeni in razviti so bili različni procesi in materiali, postopek pa je še vedno v proizvodnji. Leta 2006 so podjetja izrazila željo po postopku hitre izdelave izdelkov iz titanovih zlitin. Ideja je bila zamenjati klasično izdelavo izdelkov z odrezovanjem iz blokov ali odkovkov, ki ni trajnostna. Predvideva se, da bi v naslednjih 20 letih letalska industrija potrebovala preko 18 milijonov ton titanovih zlitin, pri čemer je razmerje »buy to fly« (volumen surovca glede na volumen materiala v končnem izdelku) 5. To pomeni, da bo 15 milijonov ton titanovih zlitin predstavljalo odpadni material [5–7].

Doc. dr. Damjan Klobčar, univ. dipl. inž., prof. dr. Janez Tušek, univ. dipl. inž., oba Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo



Slika 1. Razdelitev postopkov aditivnih tehnologij za izdelavo kovinskih izdelkov [5]

Aditivne tehnologije na področju izdelave kovinskih materialov lahko v grobem razdelimo na tehnologije z uporabo žarkov in tehnologije z uporabo varilnega obloka. Za gradnjo izdelkov z uporabo žarka uporabljamo elektronski snop in laserski žarek. Pri obeh postopkih lahko kot dodajni material uporabljamo material v obliki prahu ali v obliki žice. Pri laserskih sistemih lahko dodajni prah dovajamo s plinom (pihanjem). Takrat govorimo o postopku laserskega navarjanja (Laser Cladding). Če pri laserskih sistemih uporabljamo prahove v posodi (powder bed), govorimo o postopku selektivnega laserskega taljenja (Selective Laser Melting), pri uporabi elektronskega snopa pa o taljenju z elektronskim snopom (Electron Beam Melting). Pri laserskih sistemih lahko varilno žico dodajamo s strani ali pravokotno na mesto dodajanja materiala, pri elektronskem snopu pa je poznan Sciakyjev sistem. Med obločnimi sistemi se uporabljajo tehnologije varjenja TIG, MIG in plazma. V vseh primerih se uporablja dodajni material v obliki žice. Te postopke skupno imenujemo postopki aditivne tehnologije z uporabo varilne žice in obloka (ang. Wire + arc additive manufacturing – WAAM) [5].

Če primerjamo tehnologije z direktnim dodajanjem prahu in žice med sabo, lahko ugotovimo, da je cena prahov visoka, njihova kakovost variira, dodajanje prahu je

zapleteno, razen če se lahko dovaja s strani. Izkoristek prahu je med 40 in 60 %. Prah se lahko reciklira, potrebno je pazljivo ravnanje s stališča varnosti in varstva pri delu. Pojavijo pa se tudi težave z rotacijo glave, če prah dovajamo s strani. Pri dodajanju materiala v obliki žice je cena žice srednje visoka, kakovost materialov je visoka (Ti, Fe, Ni) in variira pri uporabi aluminijevih zlitin. Izkoristek dodatnega materiala je blizu 100 %, sistemi za dodajanje žice so razviti, recikliranje materiala ni potrebno, dodajni material lahko nanese tudi izven želenega mesta, težave pri rotaciji glave se pojavijo pri navarjanju s plazmo in TIG-om, ne pa tudi pri postopku MIG [5].

Investicijski stroški na vneseno energijo so pri laserskih sistemih zelo visoki, pri uporabi plazme ali navarjanja MIG pa so nizki. Obratovalni stroški laserskega sistema so srednje visoki, medtem ko so pri obločnih sistemih nizki. Skupen izkoristek vira energije in izkoristek energije pri spajanju materiala znaša pri uporabi laserja okoli 10 %, pri uporabi varilnega obloka pa kar okoli 80 %. Varnostno tveganje je pri uporabi laserskih sistemov visoko (poškodbe oči, strupeni in eksplozivni prahovi, ...), medtem ko je relativno nizko pri uporabi varilnega obloka. Produktivnost laserskega sistema je srednja do visoka, najmanjša debelina nanosa znaša od 0,2 mm naprej. Produktivnost

obločnega sistema je visoka do zelo visoka, najmanjša debelina sloja znaša od 1 mm naprej [5].

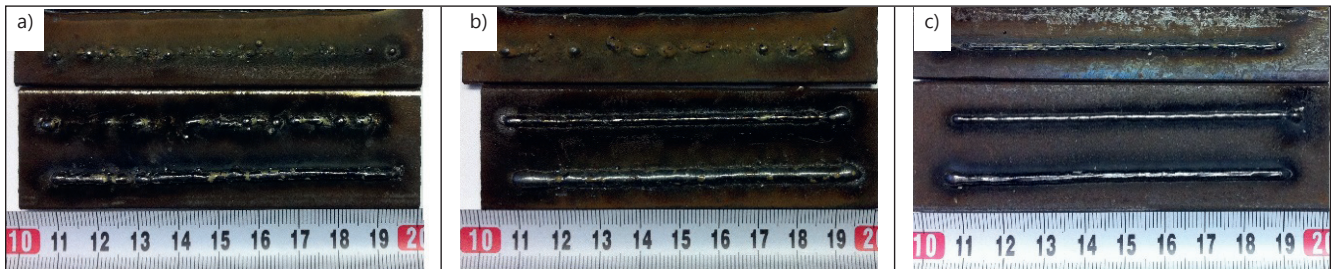
Primerjava med višinami posameznega sloja ter produktivnostjo in horizontalno resolucijo kaže, da imajo postopki s prahom v posodi najmanjšo produktivnost, dosejajo pa visoko resolucijo izdelave. Dodajanje prahu s pihanjem poveča produktivnost in zmanjša horizontalno resolucijo, medtem ko imajo tehnologije WAAM še večjo produktivnost in še manjšo horizontalno resolucijo. Ugotovljeno je bilo, da je pri enojnem osno simetričnem viru energije pri maksimalni talilni učinkovitosti produktivnost odvisna od kvadrata višine posameznega nanosa. Resolucija je odvisna od razmerja med širino in višino nanosa. Odvisna je od številnih faktorjev in je običajno najboljša pri razmerju 1,5 višine plasti [5].

2. Eksperiment

Varjenje je potekalo na pločevine iz konstrukcijskega jekla S355 z dimenzijami 100 ´ 25 ´ 8 mm. Varili smo po postopku MIG/MAG z varilno žico VAC 60 (G3Si1) premera 1 mm, v zaščiti plina CO₂, Ar ali mešanice CORGON 18 s pretokom 10 l/min. Varili smo z virom varilnega toka Fronius TransPuls Synergic 3200 CMT ob uporabi varilnega robota ABB IRB 140.

Iz zvarov smo izdelali vzorce za analizo mikrostrukture, pri katerih smo merili trdoto po Vickersu ter izdelali miniaturne epruvete za natezni preizkus v različnih smereh glede na gradnjo varkov. Natezne teste smo izvedli na trgalnem stroju Zwick/Z250. Jedkanje je potekalo z 2-odstotnim jedkalom nital, optična mikroskopija pa na merilnem mikroskopu Mitutoyo TM.

Namen raziskave je bil določiti optimalne tehnološke parametre navarjanja za izdelavo tankih varov, ki bodo omogočili stabilno gradnjo varkov v višino v različnih varilnih legah. Preliminarno varjenje je potekalo s postopki standard (CO₂),



Slika 2. Varjenje pri 40 A: a) standard, b) pulzno in c) CMT (hitrosti varjenja od spodaj navzgor 3, 7,5 in 12 mm/s)

pulzno (Ar) in CMT (CO_2), z varilnimi tokovi 40 A, 90 A in 140 A ter pri hitrostih varjenja 3, 7,5 in 12 mm/s. Uporabljali smo prednastavljene programe, pri katerih je vnos energije znašal med 57 kJ/m in 989 kJ/m za standardne programe varjenja, med 59 kJ/m in 1075 kJ/m za pulzno varjenje in med 34 kJ/m in 649 kJ/m za varjenje CMT. Na osnovi rezultatov primarnega testiranja smo izbrali postopek CMT, ki smo ga optimirali, da smo dosegli optimalne razmere navarjanja – raven nanos zvara. Pri optimiranju smo uporabili varilni program CMT in CMT v kombinaciji s pulznim varjenjem, pri tem pa smo uporabili mešanico CORGON 18. Med navarjanjem v višino smo merili tudi temperaturo navarov, del testov smo opravili pri medvarkovni temperaturi 200 °C, del pa v hladnem pri temperaturi okoli 50 °C. Varili smo v varilnih legah PA, PC in PG.

Z optimalnimi parametri varjenja smo izdelali demonstracijski izdelek, za katerega smo program za krmiljenje procesa varjenja izdelali s pomočjo programa SprutCam [9].

■ 3. Rezultati in diskusija

Cilj te raziskave je bil določiti parametre navarjanja, ki bi omogočali stabilno navarjanje tankih sten. Slika 2 prikazuje rezultate navarjanja enega sloja z varilnim tokom 40 A na pločevino debeline 8 mm. V primeru standardnega krmiljenja prenosa materiala je bil navar sprejemljiv le pri najmanjši hitrosti varjenja, pri kateri je bil vnos energije dovolj velik (137,3 kJ/m). Pri višjih hitrostih varjenja je bil vnos energije premajhen za izdelavo navara. Nekoliko bolje je bilo v primeru krmiljenja s pulznim načinom. Tu

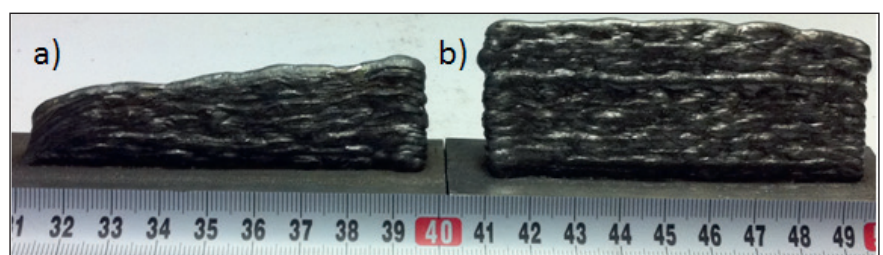
smo dobili sprejemljiv zvar tudi pri hitrosti 7,5 m/s, pri kateri je bil vnos energije 94 kJ/m. V primeru varjenja s postopkom CMT smo sprejemljive enovarkovne navare dobili pri vseh hitrostih varjenja in tudi pri vnosu energije 34,3 kJ/m ($I_v = 40$ A, $U_v = 10,3$ V in $v_v = 12$ mm/s). Pri varjenju z večjim varilnim tokom smo v vseh primerih dobili sprejemljive rezultate izdelanih navarov, vari pa so bili širši.

Slika 3 prikazuje gradnjo varkov (navarjenih par slojev) pri varjenju s postopkom CMT pri varilnem toku 40 A in varilni napetosti 10,3 V. Navarjanje, prikazano na zgornji sliki, je potekalo z desne proti levi, na sredinski in spodnji sliki pa od leve proti desni. S slike opazimo, da smo deloma sprejemljivi navar dobili le v primeru navarjanja s hitrostjo 3 mm/s, pri katerem je prišlo do uspešne gradnje varka. Na začetku vara se je že pri drugem navaru po-

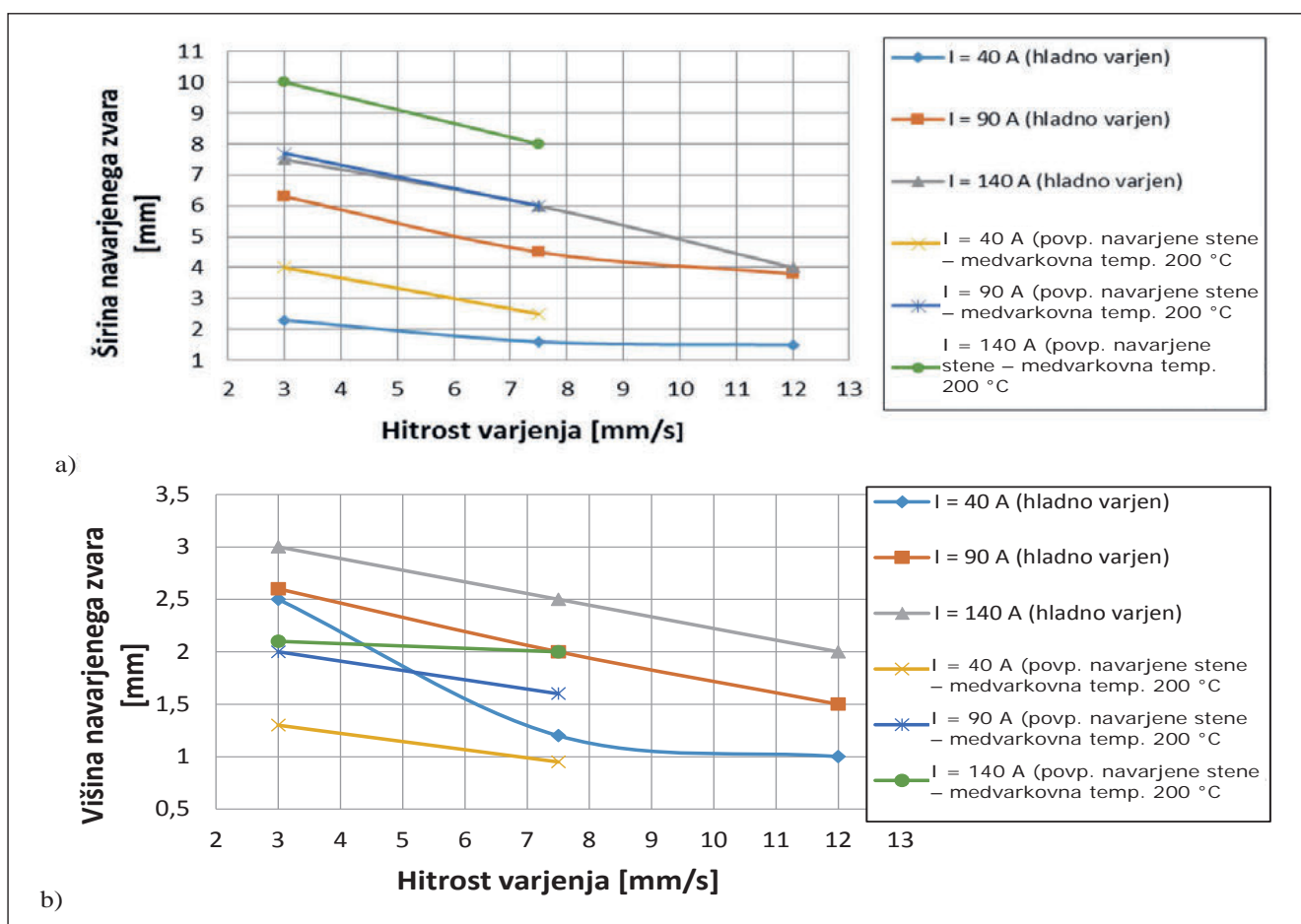


Slika 3. Varjenje pri jakosti varilnega toka 40 A in oblačni napetosti 10,3 V po postopku CMT (hitrosti varjenja od zgoraj navzdol 3, 7,5 in 12 mm/s)

javila težava, povezana z vžigom varilnega obloka. Takrat varjenje ni bilo stabilno in se je v navaru pojavila prekinitev. Ob koncu varjenja je bilo mogoče opaziti manjše težave s prelivanjem materiala zaradi nekoliko višje temperature podlage. Z zmanjševanjem vnosa energije med varjenjem so se težave, povezane s stabilnostjo navarjanja, v višjih višinah stopnjevale in navarjanje ni bilo več mogoče že pri manjšem številu slojev. Slika 4a prikazuje potek navarjanja pri varilnem toku 90 A od



Slika 4. Varjenje z optimiranimi parametri s programom CMT v zaščiti plina CO_2 ($I_v = 90$ A, $U_v = 11,9$ V in $v_v = 7,5$ mm/s, $Q = 142,8$ kJ/m) a) v levo (čas čakanja 5 s) in b) obojestransko (čas čakanja 10 s)



Slika 5. Vpliv varilnih parametrov pri varjenju CMT pri medvarkovni temperaturi 50 °C (hladno varjen) in 200 °C na a) širino in b) višino navara

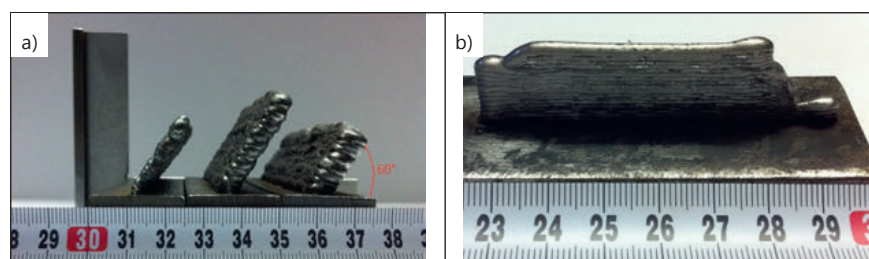
desne proti levi s hitrostjo varjenja 7,5 mm/s in 5-sekundno pavzo pri varjenju. S slike 4a opazimo, da je stena širša, sam zvar pa nižji, hkrati pa se pojavi izrazita poševnost stene. Vzrok za poševnost je v pregrevanju stene proti koncu varjenja in v posedanju navara zaradi lezenja vstran. Poševnost navara smo deloma odpravili z menjavanjem smeri navarjanja (slika 4b), večjo višino pa s podaljšanjem časa hlajenja med varki na 10 s.

S parametrično analizo in meritvijo debeline (širine) in višine zvarov smo ugotovili, da se širina in višina zvara manjšata s povečevanjem hitrosti varjenja (slika 5). Z večanjem jakosti varilnega toka se povečujeta hitrost dovajanja varilne žice in vnos energije, s tem pa tudi širina in višina navara. Pri navarjanju pri višji medvarkovni temperaturi – 200 °C – se širina navara povečuje, višina zvara pa ob ohranjenem volumnu nižja. Na višino in širino navara poleg varilnih parametrov vpliva tudi medvarkovna

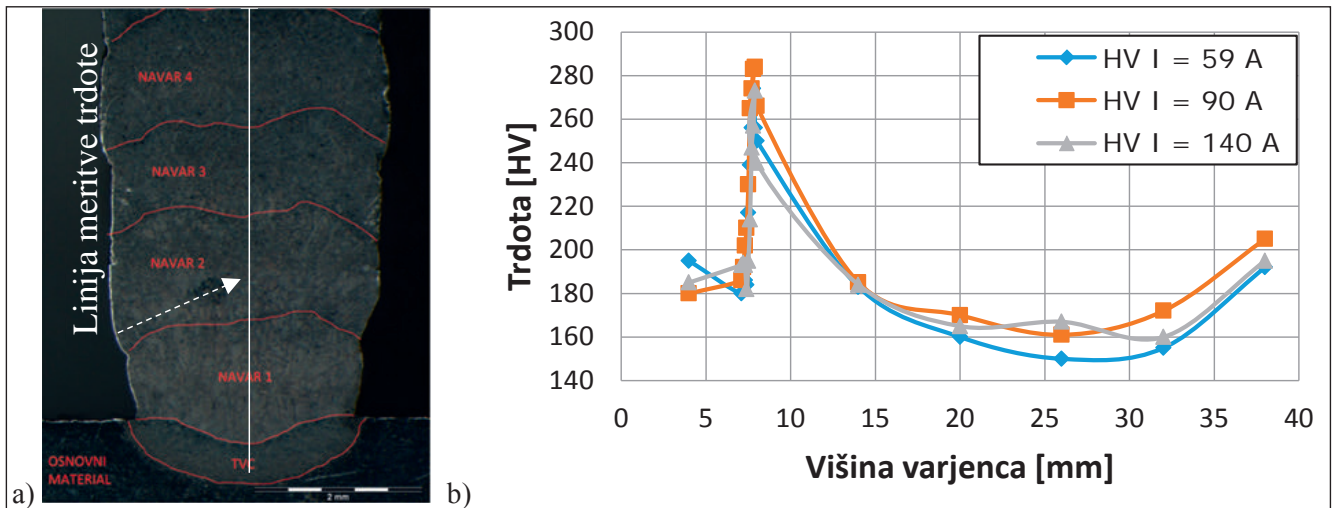
temperatura oz. čas ohlajanja med posameznimi navari. Pri varjenju v hladnem je medvarkovna temperatura znašala do 50 °C.

Varili smo tudi v prisilnih legah in pod različnimi koti gorilnika. V vseh primerih ima poleg vnosa toplote velik vpliv tudi medvarkovna temperatura. Varjenci na sliki 6a so bili varjeni v legi PA z različnimi vnosi energije (82,4 kJ/m, 142,8 kJ/m, 259,5 kJ/m) pri medvarkovni temperaturi 200 °C. Gorilnik je potoval pod kotom 60°, podobno kot nastajajoči

zvari. Varjenje v legi PC je bilo zelo zahtevno, saj je prevroča talina kar naprej uhajala v smeri gravitacije. Navarjanje je bilo najbolj optimalno pri varjenju z nižjim vnosom energije 84,4 kJ/m ($I = 40$ A, $v = 5$ mm/s) in pri postavitvi gorilnika pod kotom 90° (v smeri gradnje varka). Pri varjenju v legi PG (slika 6b) se opazi, da je z naraščanjem medvarkovne temperature prišlo do vpliva gravitacije na oblikovanje navara. Zaradi gravitacije se je ob koncu navara oblikovala »kapljica« (višek) materiala, kar je zmanjšalo ravnost nanosa.



Slika 6. Varjeno pri kotu gorilnika 60° a) v legi PA z $I = 40$ A, $v = 5$ mm/s, 82,4 kJ/m; $I = 90$ A, $v = 7,5$ mm/s, 142,8 kJ/m in $I = 140$ A, $v = 7,5$ mm/s, 259,5 kJ/m in b) v legi PG z $I = 40$ A, $v = 5$ mm/s

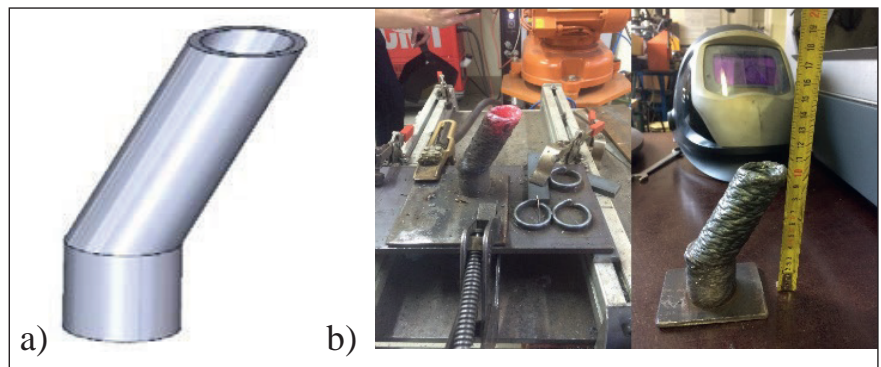


Slika 7. a) Makroobrus, izdelan pri jakosti varilnega toka 59 A in hitrosti varjenja 5 mm/s. b) Potek trdote v odvisnosti od varilnih parametrov (5 mm/s (59 A – 103,8 kJ/m), 7,5 mm/s (90 A – 244,8 kJ/m in 140 A – 419,2 kJ/m).

Slika 7 prikazuje rezultate varjenja z optimiranim postopkom CMT + pulz, pri čemer je bila medvarkovna temperatura med 250 in 300 °C. Slika 7a prikazuje makroobrus zvara, varjenega z jakostjo varilnega toka 59 A pri hitrosti varjenja 5 mm/s in vnosom energije 103,8 kJ/m. S slike lahko opazimo, da je prvi navarek ožji in višji zaradi hladnega varjenja in večjega odvoda toplote v osnovni material. V višjih slojih se širina navara povečuje zaradi slabšega odvoda toplote in višje medvarkovne temperature. Slika 7b prikazuje potek trdote v smeri iz osnovnega materiala, preko TVC in serije navarkov. Trdota je bila v več točkah pomerjena v TVC, kjer smo zaznali tudi skok proti vrednosti 280 HV. Trdota osnovnega materiala varjenca je znašala okoli 190 HV. V višjih slojih navarov je bila trdota pomerjena nekje na sredini vsakega vara. Tu vidimo, da je prišlo do medvarkovnega popuščanja zvarov zaradi navarjenja višje ležečih navarov. Pri tem se je vrednost izmerjene trdote znižala z okoli 200 HV, kolikor jih je imel zadnji zvar, na okoli 160 HV. Navarjeni sloj je bil za okoli 20 HV mehkejši od osnovnega materiala.

sredinski sliki lahko opazimo, da je bila medvarkovna temperatura relativno visoka, saj je del varjenca na sliki še vedno zelo žareč. Na sliki opazimo, da sta obliki modela in izdelka podobni. Zaradi nekoliko višje medvarkovne temperature je površina končnega izdelka nekoliko bolj groba, prišlo pa je tudi do manjšega razlivanja materiala. Bolj gladko površino bi

- Optimalni način krmiljenja vnosa energije in prenosa materiala pri gradnji tankih slojev je kombinacija krmiljenja CMT v povezavi s pulznim varjenjem. Optimalni parametri za gradnjo tankih slojev so bili pri jakosti varilnega toka 59 A, obločni napetosti 8,8 V, hitrosti varjenja 5 mm/s in vnosu energije 103,8 kJ/m.



Slika 8. a) 3D-model in b) končni izdelek, varjen po postopku CMT v kombinaciji s pulzi brez prekinitvev (varilni tok 59 A, hitrost varjenja 5 mm/s in vnos energije 103,8 kJ/m)

verjetno dosegli, če bi vzdrževali nižjo medvarkovno temperaturo. To bi lahko dosegli z vključitvijo nekaj sekundnih pavz med posameznimi varki.

4 Zaključek

Izdelana je bila parametrična analiza varjenja tankih sten z uporabo tehnologije WAAM in varjenja MIG/MAG ter varilne žice VAC 60 f1,2 mm. Ugotovili smo:

- Za zagotavljanje stabilne gradnje slojev je potrebno upoštevati kombinacijo varilnih parametrov in medvarkovne temperature. Za doseganje stabilnih pogojev varjenja naj medvarkovna temperatura ne preseže 100 °C. Pri varjenju z manjšim vnosom energije je lahko medvarkovna temperatura nekoliko višja, pri varjenju z večjim vnosom pa naj bo nižja.
- Vnos energije naj bo med 100 in 300 kJ/m. Pri vnosu energije pod

100 kJ/m pride do valovitega videza površine zvara, pri vnosu nad 300 kJ/m pa se pojavijo težave s prelivanjem taline. Pri tem se poruši razmerje med višino in širino zvara.

- Trdota vara se le malo spreminja, večje skoke v trdoti dobimo le v TVC.
- Varjenje lahko izvajamo v različnih legah, vendar je najbolj enostavno varjenje v legi PA. V vseh legah je zelo pomembno kontrolirati medvarkovno temperaturo, ki naj bo pri varjenju, čim nižja. V ostalih legah je potrebno upoštevati še vpliv gravitacije, še nižjo medvarkovno temperaturo, zaželeno pa je variti z minimalnim vnosom energije okoli 100 kJ/m.

Literatura

- [1] W. E. Frazier, "Metal additive manufacturing: A review," *Journal of Materials Engineering and Performance* 23(6) (2014): 1917–1928.
- [2] K. V. Wong and A. Hernandez, "A review of additive manufacturing," *ISRN Mechanical Engineering* 2012 (2012).
- [3] Robert Merz et al., *Shape deposition manufacturing* (Engineering Design Research Center, Carnegie Mellon Univ., 1994).
- [4] L. E. Weiss et al., "Shape deposition manufacturing of heterogeneous structures," *Journal of Manufacturing Systems* 16(4) (1997): 239.
- [5] S. W. Williams et al., "Wire+ arc additive manufacturing," *Materials Science and Technology* (2016): 1–7.
- [6] F. Martina et al., "Residual stress reduction in high pressure interpass rolled wire+ arc additive manufacturing Ti-6Al-4V components," *Proc. 25th Int. Solid Freeform Fabrication Symp* (2014): 89–94.
- [7] P. A. Colegrove et al., "High pressure interpass rolling of wire+ arc additively manufactured titanium components," *Advanced Materials Research* 996 (2014): 694–700.
- [8] Y. Nilsiam et al., "Integrated Voltage–Current Monitoring and Control of Gas Metal Arc Weld Magnetic Ball-Jointed Open Source 3-D Printer," *Machines* 3(4) (2015): 339–351.
- [9] SprutCam software, www.sprutcam.com.

Surfacing of 3D metal shapes using Wire Arc Additive Manufacturing technology

Abstract: An overview of additive manufacturing technologies for the production of metal parts is presented. Special attention is given to Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) technologies, which include MIG/MAG welding, TIG welding, and plasma welding. Their advantage compared to laser or electron beam technologies are lower investment and operational costs, while the disadvantage could be a lower resolution. Due to special features and higher productivity, the WAAM technologies are more suitable for the production of bigger parts made from big blocks of expensive materials, where a majority of metal is removed with milling or turning. We used WAAM technology together with welding robot and a CMT power source. We welded thin walls using VAC 60 welding wire. The microstructure and hardness of produced welds was analysed and measured. Some research was done to find the optimal welding parameters for the production of stable weld surfacing in the production of thin walls. A SprutCAM software was used to make a code for the 3D printing of a sample part.

Keywords: robotic MIG/MAG welding, hardness, wire-arc additive manufacturing (WAAM), SprutCAM

HIWIN®

Motion Control & Systems



KROGLIČNA VRETENA

Živimo gibanje.

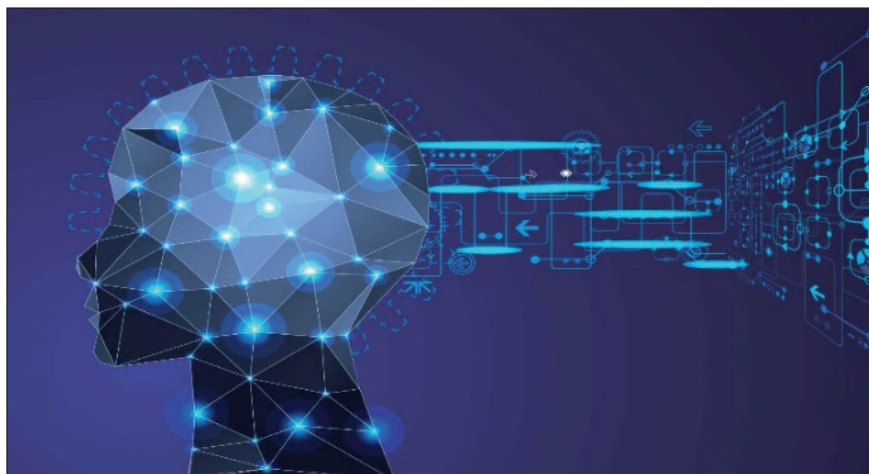
www.hiwin.si

Industrijski krmilnik Omron z vgrajeno umetno inteligenco

Korporacija Omron naznanja razvoj krmilnika za avtomatizacijo naprav, ki je opremljen z algoritmom umetne inteligence (v nadaljevanju UI), sposobne strojnega učenja

Prvi krmilnik te vrste v industriji, opremljen z umetno inteligenco, dosega integracijo med funkcijo programirljivega logičnega krmilnika, ki krmili proizvodne linije in menjavo podatkov v razredu mikrosekund, ter procesno funkcijo umetne inteligence v realnem času. Z uporabo širokega nabora senzorjev za spremljanje statusa naprav in procesov krmilnik varno ureja informacije in prepreči pojavljanje nepravilnosti. Krmilnik predvidi nenavadne premike naprav tako, da posnema model, ki ga umetni inteligenci priučimo.

V zadnjih letih je opazno naraščanje maloserijske proizvodnje za širok nabor produktov in fleksibilne proizvodnje na optimalnih lokacijah sveta, zato potreba po vpeljavi UI in interneta stvari (v nadaljevanju IoT) v proizvodnih obratih prav tako stalno narašča. Proizvajalcem



Umetna inteligenca v proizvodnji

omogoča, da izkušeni delavci lahko vplivajo na krajšanje delovnih postopkov in nižanje stroškov dela, medtem ko sočasno povečujejo izkoristek naprav in dosegajo stabilno izdelavo kakovostnih izdelkov. Za izboljšave v proizvodnjah, v katerih poteka krmiljenje v mikrosekundah, je potrebno hitro in zelo natančno zbiranje podatkov (npr. pozicija, vibracije, podatki o temperaturah) in njihovo precizno povezovanje s časovnimi podatki.

Kombinacija analize in podatkov o izkoristku omogoča hitro predvi-

devanje možnih napak in preprečevanje zaustavitev naprav kot tudi poslabšanja kakovosti produktov. Hitro širjenje IoT je povezano z velikimi količinami podatkov, kar otežuje prenos vseh podatkov v oblachno platformo, potrebnih za analizo umetne inteligence ne glede na razširjenost pasovne širine. Dodatna ovira pri vpeljavi IoT v proizvodnjo je zakasnitev odziva, ki nastaja zaradi dvostranskega prenosa podatkov. Ta se pojavi, ko morajo biti podatki s senzorjev, motorjev in drugih naprav sočasno preneseni v oblak in iz njega, čeprav je takojšnji odziv pri takšnih proizvodnih obratih ključen.



Robot FORPHEUS uporablja Omronovo jedrno tehnologijo Zaznava & Krmiljenje + Razmišljanje

Kot rešitev tem oviram Omron v proizvodnjo uvaja inteligenco, razvito z informacijsko komunikacijsko tehnologijo ICT. Omron vključuje znanja izkušenih delavcev v krmiljenje naprav in procesov. To je doseženo z izkoriščanjem širokega nabora naprav za proizvodno avtomatizacijo s pomočjo IoT — ta oprema omogoča avtomatizirano proizvodnjo ali implementiranje optimalnih algoritmov umetne inteligence v te naprave. Krmilniki, razviti po tem konceptu, so opremljeni z umetno inteligenco in namenjeni zaznavi nenavadnih nepravilnosti delovanja naprav. Algoritmi umetne inteligence omogočajo priučitev ponavljajočih se premikov naprav s pomočjo preciznih senzorskih podatkov, kar omogoča nadzor statusa in krmiljenje naprav v realnem času.

Kako krmilnik avtomatizacije naprav uporablja umetno inteligenco v proizvodnih procesih:

1. Zbere podatke senzorjev (npr. vibracije in temperatura) ter izhodne podatke motorjev iz naprav in jih v kronološkem časovnem zaporedju obdela v realnem času.
2. Generira karakteristične količine podatkov ob rednih in naključnih časih na podlagi kronoloških podatkov v realnem času.
3. Shrani karakteristične količine podatkov in generira podatke o priučenem modelu naprav po priložnostni analizi.
4. Pošlje odgovor o spremljanju

stanja in krmiljenju na podlagi teh podatkov v realnem času.

Za izboljšanje znanja in vgrajevanje algoritmov umetne inteligence v opremo, ki je nastajala več kot dve desetletji, so pri Omronu razvili robot za namizni tenis, ki se imenuje FORPHEUS in je najboljši primer kvalitete Omronove jedrne tehnologije, t. i. Zaznava & Krmiljenje + Razmišljanje. Pametni mentorski robot uporablja jedrne tehnologije, kot je OKAO Vision, tehnologija prepoznave obrazov / posameznikov, in prvi senzor na svetu, opremljen s »tehnologijo, ki zaznava stopnjo voznikove koncentracije«. S kombinacijo znanj avtomatizaci-

je proizvodnih obratov, z uporabo različnih naprav za avtomatizacijo proizvodnje in robotskih tehnologij skupaj z najnaprednejšimi algoritmi umetne inteligence Omron podpira proizvodnjo, v kateri se pojavljata problema zagotavljanja človeških virov in naraščanja delovnih stroškov. Pospešuje tudi tranzicijo k proizvodnim obratom prihodnosti, v katerih so naprave, temelječe na kreativnosti in sposobnosti ljudi.

Vir: MIEL Elektronika, d. o. o., Efenkova cesta 61, 3320 Velenje, tel.: +386 3 777 70 00, fax: +386 3 777 70 01, internet: www.miel.si, e-pošta: info@miel.si

MIEL®

OMRON
DISTRIBUTOR

Avtomatizacija in pogoni

- PLK sistemi
- Omrežja
- Operaterski paneli (HMI)
- Frekvenčni pretvorniki
- Servo sistemi
- SCADA
- Industrijski roboti

Industrijske komponente

- Mehanski in polprevodniški releji
- Časovni releji
- Števci
- Programabilni releji
- Stikalni napajalniki
- Stikala
- Temperaturni in procesni regulatorji
- Digitalni prikazovalniki
- Nivojski regulatorji

Senzorika

- Senzorji z optičnimi vlakni
- Induktivna stikala
- Fotoelektrični senzorji
- Dajalniki impulzov
- Kamerni sistemi in senzorji
- RFID sistemi

Varnostna tehnika

- Varnostne zavese in senzorji
- Varnostni moduli
- Varnostna stikala
- Varnostni releji
- LED signalni stolpci

INDUSTRIJSKA SIGNALIZACIJA - NOVA SERIJA LR



Serijsko LR odlikuje:

- odpornost proti vlagi in prahu (IP65),
- enostavno določanje zaporedja svetilnih enot in ohišja s sistemom "twist & lock",
- edinstvena notranja konstrukcija, ki dosega 360° oddajanje zvoka in svetlobe,
- možnost nastavitve 4 vrst alarma ter nastavitve utripanja luči,
- na voljo v dolžinah 400 mm, 500 mm, 600 mm in 700 mm.

2 leti
garancije

Zvočna
opozorila

Robustna
izvedba

Ostra 360°
vidljivost

Preprosta
konfiguracija

MIEL, d.o.o. • Efenkova cesta 61 • SI-3320 Velenje • T +386 (0)3 777 000 • F +386 (0)3 777 001 • E info@miel.si • S www.miel.si

VENTIL
REVUIJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

strojnstvo.com
križišče strojnikov

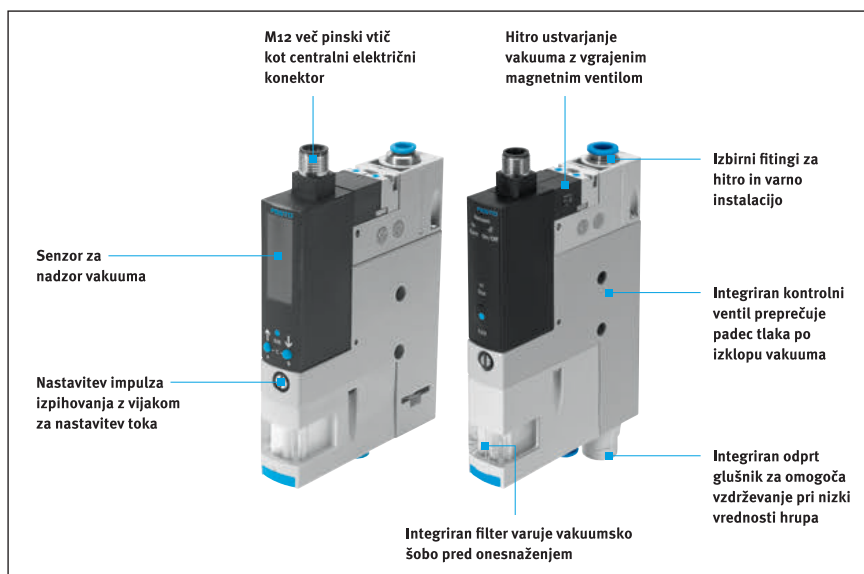
SFT

Generator vakuuma OVEM

OVEM je kompaktna enota s široko paleto individualno izbirnih funkcij za prijazno, ekonomično in zanesljivo rokovanje v številnih industrijah. Pet kakovostnih razredov in nov komunikacijski standard IO-Link® pomenijo, da je generator vakuuma OVEM idealna rešitev za vse aplikacije.

Pomembne značilnice enote OVEM so integracija funkcij, nizki stroški vgradnje, kompaktna konstrukcija kakor tudi zanesljivost, enostavno vzdrževanje in delovanje.

Čas ustvarjanja podtlaka in nivo vakuuma sta nadzorovana s senzorjem in prikazana na displeju, kar zagotavlja večjo zanesljivost in zmanjšuje zastoje strojev. Ločeno je krmiljen impulz za zanesljivo odlaganje prijemancev. Za zmanjšanje porabe energije je integriran ventil, ki preprečuje padec tlaka po izklopu vakuuma. Enota ima vgrajen filter z nadzornim okencem za indikacijo, kdaj potrebuje vzdrževanje OVEM. Vgrajen glušnik zmanjšuje vrednost hrupa in ga vzdržuje nizkega. Vsi



elementi za posluževanje so na eni strani. Montaža s pritrdilnimi vijaki je enostavna.

Osnovne značilnice

- Delovni medij – suh, filtriran (40µm) nenaoljen komprimiran zrak
- Delovni tlak – 2 do 8 bar.
- Temperatura okolice 0 do 50 °C
- Nominalna velikost Lavalovih šob - 0,45/0,7/0,95/1,4/2,0 mm

- Maksimalni podtlak – 90 %
- Delovna napetost – 24 V DC
- Električni priključek - M12 vtič (5-pin)
- Stopnja zaščite – IP65

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



Upoštevanje človeka je prvo pravilo robotike.



Man and Machine

www.staubli.si

Kaj če robot in človek (resnično) delata skupaj?

Kontakt: Brane Čenčič, Tel.: 00386 41 747 536, brane.cencic@domel.com

DOMEL
Ustvarjamo gibanje

STÄUBLI

Hidravlični agregat CytroPac

Podjetje La & Co, d. o. o., je zastopnik Bosch Rexrotha za področje hidravlike in linearne tehnike. V svojem prodajnem programu predstavlja novost na tržišču – hidravlični agregat CytroPac.

Cytropac je kompakten, tih in prostorsko varčen hidravlični agregat, idealen npr. za obdelovalne stroje. Zaradi svoje kompaktnosti ima vse potrebno za takojšen zagon in s tem pridobitev hidravlične energije. V hidravličnem agregatu CytroPac je vgrajen varčen pogon Sytronix s frekvenčnim pretvornikom, ki je lahko dobavljiv tudi z vmesnikom Multi-Ethernet. Integriran frekvenčni pretvornik lahko glede na potrebe samostojno regulira vrtljaje elektromotorja in s tem v primerjavi s konstantnimi črpalnimi enotami zmanjša potrebo po energiji od 30 do 80 odstotkov (odvisno od karakteristike cikla). Hidravlični agregat ustreza S1 trajnemu režimu obratovanja, pomembno je tudi omeniti, da je CytroPac zasnovan tako, da ustreza smernicam industrije 4.0. Prednost CytroPaca je tudi ta, da izpolnjuje okoljske smernice po direktivi 2009/125/EC z zmanjšanjem

porabe energije in izpustom CO₂. Hidravlični pogon lahko v kombinaciji s frekvenčnim pretvornikom doseže maksimalen pretok 35 l/min pri 70 barih ali maksimalen tlak 240 bar pri 10 l/min.

Bosch Rexroth nudi veliko število različnih konfiguracij hidravličnega agregata CytroPac, pri katerem je možno določiti črpalno enoto z elektromotorjem moči od 1,5 kW do 4 kW in s črpalno od 4 do 14 cm³/vrtljaj. V CytroPacu je integriran frekvenčni pretvornik EFC 5610. Nastavljanje parametrov frekvenčnega pretvornika se izvaja z mini USB-kablom, ki je povezan z računalnikom. Za vnos oziroma branje parametrov frekvenčnega pretvornika je potrebna tudi programska oprema, ki je prosto dostopna na spletni strani Bosch Rexrotha. Volumen hidravličnega rezervoarja je 20 l in je enak za vsako izbrano kombinacijo črpalne enote. V CytroPac so vgrajeni tudi povratni filter in senzori, ki so potrebni za nadzor hidravlične tekočine, glede na potrebo oz. zahtevo uporabnika pa je možno izbirati med tremi paketi senzorjev. CytroPac ima integrirano tudi



vodno hlajenje elektromotorja in frekvenčnega pretvornika, mogoče pa je tudi aktivno hlajenje hidravličnega olja. CytroPac je namenjen za uporabo z mineralnimi hidravličnimi olji HLP ISO VG32 in VG46 po DIN51524.

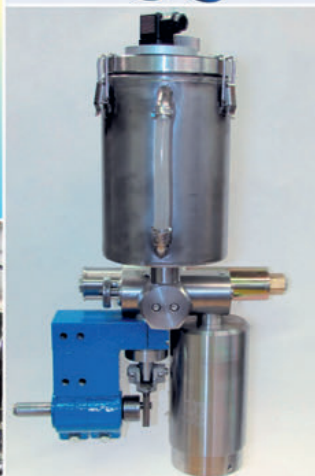
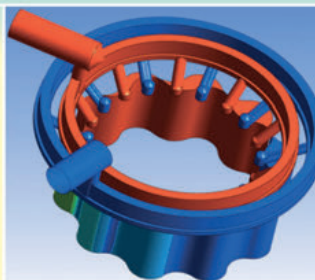
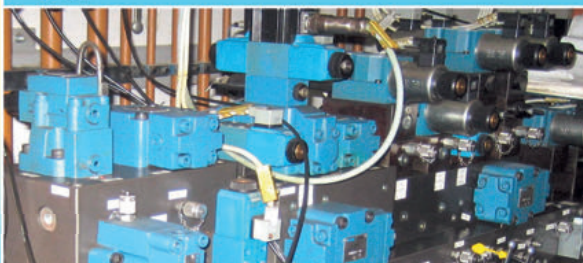
Vir: La & Co. Inženiring, proizvodnja, trgovina, d. o. o. – zastopstvo Bosch Rexroth, Limbuška cesta 2, 2341 Limbuš, tel. 02 429 26 60, e-mail: info@la-co.si <https://www.boschrexroth.com/en/xc/>

LABORATORIJ ZA FLUIDNO TEHNIKO

Smo laboratorij z dolgoletno tradicijo na področju pogonsko-krmilne hidravlike. Ukvarjamo se z oljno in tudi ekološko prijazno vodno PK hidravliko, pri tem pa uporabljamo sofisticirano in sodobno merilno in programsko opremo. To se odraža v večjem številu uspešno zaključenih projektov in sodelovanju z uspešnimi slovenskimi podjetji.

Obrnite se na nas, če potrebujete:

- razvoj in optimiranje hidravličnih sestavin in naprav
- izdelavo hidravličnih naprav
- izboljšave in popravilo hidravličnih naprav in strojev
- izdelavo sodobnega krmilja za hidravlične stroje
- izobraževanje na področju hidravlike
- ekološke hidravlične naprave za pitno vodo
- izdelavo ali izris hidravličnih shem
- itd.



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo
Aškerčeva 5
1000 Ljubljana
T: 01/4771115, 01/4771411
E: lpkh@fs.uni-lj.si
<http://lab.fs.uni-lj.si/lft/>



Električni aktuatorji VALBIA

Podjetje INOTEH dopolnjuje svoj prodajni program z električnimi in pnevmatičnimi aktuatorji uveljavljenega proizvajalca VALBIA, ki se najpogosteje uporabljajo za pogon krogelnih ventilov, metuljastih

ventilov in blažilnikov.

Serijski električni aktuatorji VB z izstopnim momentom od 15 Nm do 350 Nm je primerna za številne

primere uporabe, vključno za vodno, naftno, plinsko, prehrabno in kemijsko industrijo.

Vsi modeli imajo trdno polimerno ohišje z zaščito IP65 ali IP67 in številne druge opcije, ki so vključene v standardni produkt. Tako lahko aktuatorji vključujejo vizualno indikacijo pozicije, protikondenzacijski grelec, dvoje mikrostikal, elektronski omejitnik navora ali dvakrat vrtno prirobnico ISO5311-DIN3337.

Izstopni signal za kontrolo pozicije ventila je izbirno lahko 4 do 20 mA ali 0 do 10 V, dodana je tudi interna baterija za primer izpada elektrike.

Več informacij o produktih VALBIA dobite pri podjetju INOTEH.

Vir: INOTEH d. o. o., K železnici 7, SI-2345 Bistrica ob Dravi, tel.: 02 / 665 11 34, e-mail: gp@inotech.si, internet: www.inotech.si



Slika 1. Pnevmatični aktuator z ventilom



Slika 2. Serija električnih aktuatorjev VB

Sistem za sledenje – Parker Tracking System™

Parker Tracking System™ (PTS) je orodje za prepoznavanje in upravljanje komponent. Zasnovano je posebej za sledenje izdelkov, ki se lahko obrabijo ali nepričakovano odpovedo. Sistem pomaga skrajšati čas izpadov strojev ali postrojenj, tako da izboljša hitrost, časovno usklajenost in natančnost potrebnih popravil.

Orodje PTS s spletno aplikacijo ustvari enoznačno identifikacij-

sko kodo, ki se v obliki črtne kode ali radiofrekvenčne identifikacije (RFID) natisne kot trajna etiketa. Etikete PTS so zasnovane tako, da so odporne na močne kemikalije, ekstremne temperature, vpliv UV-žarkov in druge izredne razmere. Sistem omogoča hitro in natančno prepoznavanje izdelkov za hitrejše nadomeščanje. Komponente je mogoče nadomestiti le z identifikacijsko številko PTS, zato ni potrebe

po predhodni demontaži, s čimer se čas delovanja naprav pomembno podaljša, lažje pa je tudi načrtovanje popravila.

Vir: Parker Hannifin Ges.m.b.H. Wiener Neustadt, Avstrija – podružnica v Sloveniji, tel.: 07 337 66 50, faks: 07 337 66 51, e-mail: parker.slovenia@parker.com, spletna stran: www.parker.com, Miha Šteger



Nova rešitev napajanja za velike podatkovne centre

- Modularni dizajn in razponi od 500 do 1500 kW povečujejo redundantnost s povečevanjem poslovanja.
- Povezovanje litij-ionske baterije omogoča hitro praznjenje in polnjenje, poenostavlja vzdrževanje baterije in znižuje vplive na okolje.
- Način delovanja EConversion™ omogoča izjemno energetske učinkovitost.

Schneider Electric, globalni strokovnjak za upravljanje energije in avtomatizacijo, omogoča velikim podatkovnim centrom učinkovito zaščito napajanja. Družba je razširila svojo serijo rešitev *Galaxy V-Series* za neprekinjeno napajanje energije (UPS), ki je namenjena tako podatkovnim centrom kot tudi industriji.

Nastavljiva in prilagodljiva energetska zaščita

Razponi moči naprav *Galaxy VX* se gibljejo od 500 KW do 1500 KW. Tako lahko zaobjamejo potrebe po večji dostopnosti, saj omogočajo popolno, vsestransko podporo različnim podatkovnim centrom. »Globalna platforma *Galaxy V-Series* omogoča izjemno učinkovite načine delovanja, prilagodljivost, modularnost in povezovanje litij-ionske baterije za večjo zanesljivost,« je povedal Pedro Roberto, podpredsednik poslovne enote Secure Power Systems v družbi Schneider Electric.



Prilagodljivo poslovanje in upravljanje

Naprava *Galaxy VX* družbe Schneider Electric *StruxureOn* upravlja nadzor na daljavo. Temelji na rešitvah v oblaku. *StruxureOn* omogoča uporabnikom napredek, saj upravlja z njihovimi podatkovnimi centri preko več domen in zagotavlja informacije, ki pomagajo izboljšati učinkovitost. *Galaxy VX* omogoča tri prilagodljive načine dela, s katerimi uporabniki lahko optimizirajo učinkovitost delovanja njihovega IT-sistema:

- **Način delovanja z dvojno konverzijo (Double Conversion Mode):** zahvaljujoč temu izjemno učinkovitemu načinu delovanja *Galaxy VX* znižuje izgube pri napajanju s pomočjo štiristopenjske tehnologije pretvorbe. Zmanjšane izgube posledično povečujejo zanesljivost in zagotavljajo 96,4-odstotno učinkovitost.
- **Ekonomičen način delovanja Eco Mode:** *Galaxy VX* nudi običajen ekonomičen način delovanja, ki zagotavlja 99-odstotno učinkovitost.

- **Način delovanja EConversion:** gre za hibrid med zgoraj opisanimi načinoma delovanja. Eco in Double Conversion za delovanje ne potrebuje dodatne IT-opreme. EConversion omogoča dvojno konverzijo in 99-odstotno učinkovitost.

Litij-ion za dodatno zaščito

Galaxy VX je na voljo s prilagodljivimi opcijami za baterije, vključujoč tudi litij-ionsko baterijo, ki izboljšuje shranjevanje varnostnih kopij, poenostavlja vzdrževanje in znižuje stroške. *Galaxy VX* optimizira možnosti polnjenja litij-ionskih baterij in se v primeru večkratnih prekinitev napajanja zelo hitro prazni in polni.

Več informacij o *Galaxy VX* in rešitvah za trofazno zaščito energije družbe Schneider Electric poiščite na internetni strani: <http://www.schneider-electric.com/en/product-range/63732-galaxy-vx/>.

Vir: Schneider Electric, d.o.o., Dolenska cesta 242 c, 1000 Ljubljana, Tel.: +386 (0)1 23 63 555, Faks: 386 (0)1 23 63 559, e-pošta: podpora.si@schneider-electric.com

Grelniki zraka

Za ogrevanje bivalnih in poslovnih prostorov, kamor spadajo tudi rastlinjaki, proizvodne hale, delavnice, skladiščni prostori in podobni objekti, kjer je treba zaradi različnih razlogov preprečevati zmrzal oz. vzdrževati neko želeno temperaturo, se uporabljajo različni grelniki zraka.

Pri izbiri grelnika je treba poznati namen in način uporabe, značilnosti grelnikov in razlike med njimi.

V podjetju OMEGA AIR d.o.o. Ljubljana proizvajajo različne električne grelnike do moči 15 kW, oljne grelnike do 30 kW in plinske grelnike z močjo 10 oziroma 15 kW.

Električni grelniki, ki so najpogostejši, se delijo na grelnike z nežarečo grelno spiralo in grelnike s keramičnim toplotnim izmenjevalnikom. Vsi električni grelniki imajo vgrajen termostat, ki uravnava njihovo delovanje. Ko se temperatura v prostoru dvigne do zelene/nastavljene, se grelnik izklopi, ko se temperatura zniža, se zopet zažene.

Grelniki z nežarečo grelno spiralo so okrogle ali kvadratne oblike in na voljo z močjo 2 kW, 3 kW, 5 kW, 9 kW in 15 kW. Okrogla oblika grelnika dosega nekoliko večje pretoke zraka, kar pomeni, da se

zrak v prostoru hitreje pretaka in se prostor ogreva enakomerneje po celotni prostornini (*Slika 1*). Sama grelna moč zaradi tega ni nič večja, saj grelnik z 2 kW daje v obeh primerih grelno moč 2 kW. Ti grelniki niso kaloriferji, ki jih je mogoče kupiti za široko porabo. Izhodni zrak iz teh grelnikov namreč ni vroč kot pri kaloriferju, pač pa topel, vendar zaradi velikega pretoka prostor se greva precej učinkoviteje in po celotni prostornini.

Grelniki s keramičnim toplotnim izmenjevalnikom so na voljo le v izvedbah 2, 3 in 5 kW. Gre za grelnike, ki pihajo bolj vroč zrak, vendar zaradi velikosti in strukture dosega precej nižje pretoke zraka (*slika 2*). Zato ti grelniki grejejo bolj točkovno kot standardni grelniki. Njihova prednost je, da se zaradi vgrajenih materialov sami po sebi ne pregrevajo in lahko delujejo neprekinjeno.

Grelniki so opremljeni s priključnimi električnimi vodniki skupaj z vtikačem. Do vključno 3 oz. 3,3 kW imajo enofazni priključek, večji pa imajo ustrezne trifazne priključke. Potrebna moč varovalke se izračuna tako, da se moč grelnika v W deli z napetostjo (230 ali 400 V), rezultat je potrebna minimalna moč varovalke. Npr. 9-kilovatni grelnik je trifazni. Tako je zahtevana velikost varovalke minimalno 22,5 A.

Oljni grelniki za pridobivanje toplote izkoriščajo nafto. Delijo se v direktne grelnike, pri katerih zrak za ogrevanje vsebuje tudi izpušne pline, ki nastanejo pri izgorevanju, ter na indirektno grelnike (*Slika 3*), pri katerih se izpušni plini odvajajo posebej skozi dimnik, ogrevalni zrak pa je čist. Pri takih grelnikih je potrebno zagotoviti odvod izpušnih plinov ven iz prostora, ki se ogreva. Zato direktni grelniki niso primerni za prostore, kjer



Slika 1. Okrogli grelniki zraka



Slika 2. Grelnik s keramičnim toplotnim izmenjevalnikom



Slika 3. Indirektni oljni grelnik

se ljudje stalno zadržujejo, saj je daljša izpostavljenost izpušnim plinom nevarna za zdravje. Indirektni grelniki pa so primerni tudi za ogrevanje prostorov, kjer delamo, živimo ali so stalno prisotni organizmi (rastline, živali, ljudje). Za izgorevanje nafte se uporablja kisik iz okolice, zato morajo imeti prostori, kjer se uporabljajo oljni grelniki, urejen ustrezen dovod čistega zraka.

Na voljo so direktni grelniki z močjo 10, 20 in 30 kW ter indirektni grelniki 20 in 30 kW.

Električna energija se pri oljnih grelnikih porablja samo za vžig in pogon črpalke za nafto, kar pomeni porabo le od 70 do 150 W na uro delovanja.

Plinski grelniki se tako kot direktni oljni uporabljajo le v odprtih prostorih. Pri delovanju puščajo vonj, ki onemogoča bivanje ali daljše delo v takem prostoru. Prav tako imajo enofazni električni priključek.

Prostori, ki se ogrevajo s plinskimi

grelniki, morajo imeti ustrezen dovod čistega zraka.

Določitev velikosti grelnika je odvisna od številnih dejavnikov. Usposobljeni prodajalci vas bodo pri izbiri povprašali po velikosti prostora, ki ga nameravate ogrevati, po dejavnosti, ki jo v tem prostoru izvajate, o tem, kako in koliko so izolirane stene prostora, ter kakšna je temperaturna razlika, ki jo želite v takem prostoru dosegati. Groba ocena je, da je za ogrevanje 1 m² metra tloraša pri normalni višini stropa potrebnih od 70 do 120 W ogrevalne moči v odvisnosti od izolacije, želene razlike v temperaturi in drugega.

Pri postavitvi grelnika mora biti enota dovolj odmaknjena od sten oz. drugih predmetov, ki lahko ovirajo nemoten pretok zraka. To je zelo pomembno in v praksi največkrat predmet neupravičenih reklamacij. Grelniki najbolje delujejo v čistem okolju, če so postavljeni na ravne površine, redno vzdrževani in čisti.

www.omega-air.si

OMEGA AIR

Air and Gas Treatment



Zabijalna tehnika



Visokotlačni čistilniki



Industrijski sesalniki



Navijalci za cevi in kable



OMEGA AIR d. o. o. Ljubljana

T +386 (0)1 200 68 00
F +386 (0)1 200 68 50

OMEGA

info@omega-air.si

AIR

Cesta Dolomitskega odreda 10
SI-1000 Ljubljana, Slovenija
www.omega-air.si

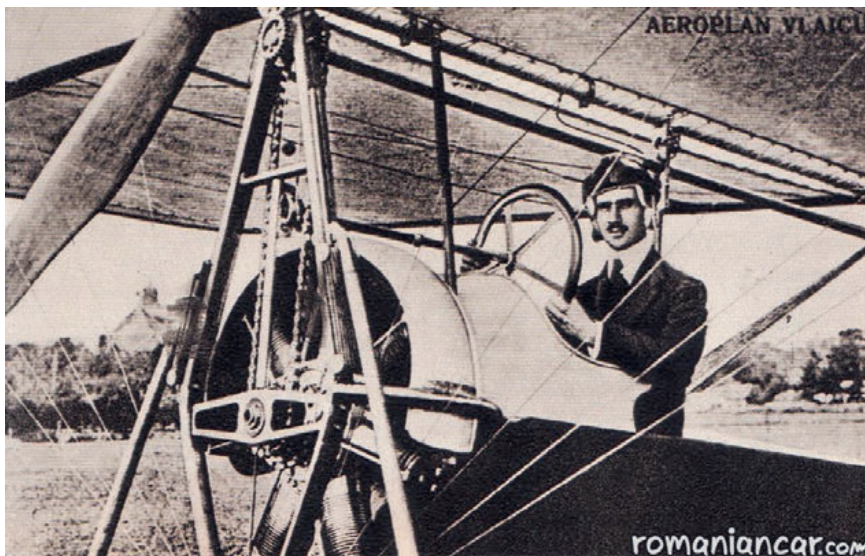
Mag. A. Čičerov, UL, FS, Uredništvo revije Ventil

Literatura - letalstvo

Aurel Vlaicu – pilot in konstruktor (1882–1913)

Aurel Vlaicu je osrednja figura romunskega bankovca za 50 lejev. Z njegovo podobo sem se srečal letos, ko sem menjaval evre na meji med Srbijo in Romunijo. Njegovo ime je povezano tudi z gorsko skupino Karpatov, ki sem jo obiskal.

Aurel Vlaicu se je rodil 19. novembra 1882 v Geoagiuju, v vasi Bintinti v Romuniji. Svojo strokovno pot je začel z izobraževanjem na budimpeštanski Tehnični univerzi in nadaljeval študij na Visoki tehnični šoli v Münchnu, kjer je leta 1907 diplomiral in pridobil naziv inženirja. Med letoma 1907 in 1908 je služboval v mornarici, septembra 1908 pa je postal sodelavec v tovarni Rüsselsheim (Opel). Tovarno je zapustil leta 1909. Kmalu pa se je vrnil in z bratom zgradil jadralno letalo, ki je prvič poletelo poleti 1909.



Novembra 1909 je začel konstruirati svoje prvo motorno letalo Vlaicu I v vojaškem skladišču v Bukarešti. Obrambno ministrstvo mu je za začetek zagotovilo 2000 lejev, Ministrstvo za javno izobraževanje pa mu je plačevalo 300 lejev mesečne štipendije. Njegovo letalo,

enokrilec Vlaicu I, je prvič poletelo 17. junija 1910 z letališča Cotroceni. O tem obstaja tudi zelo natančen zapisnik (poročilo) vojaške komisije (avgust 1910)¹. Komisija je potrdila nadaljevanje gradnje letala in zagotovila denarna sredstva².

13. septembra 1913 se je Aurel Vlaicu smrtno ponesrečil pri poizkusu preleta Karpatov. Njegov polet sta spremljala dva opazovalca v avtomobilu. Nesrečo pripisujejo dejstvu, da so v tistem času piloti pred pristankom ugasnili motor in pristajali z ugasnjenim motorjem. Letalo je verjetno doživelo »stall« in omahnilo na tla. Seveda pilot brez motorja tudi ni mogel izvesti še enega poizkusa pristanka.

Aurel Vlaicu je bil posthumno imenovan za člana Akademije znanosti, po njem se imenuje drugo največje letališče v Romuniji, upodobljen je bil na spominski znamki, njegovo letalo Vlaicu I in njegov portret pa sta na bankovcu za 50 lejev. Njegovemu delu je posvečen tudi letalski muzej, njegovo rojstno vas Bintinti so poimenovali po njem, obiskoval je kalvinistično šolo v Orastei, ki se zdaj imenuje Liceul Aurel Vlaicu, in še bi se kaj našlo.

AUREL VLAICU PE BANCNOTA:



¹ Glej podrobnosti v https://en.wikipedia.org/wiki/A_Vlaicu_I, <20. 8. 2017>.

² Prav tam; karakteristike letala: 1 pilot, dolžina 12 m, dolžina kril 10 m, višina 4,2 m, površina kril 25 kv. m., teža letala 300 kg, pogon Gnome Omega, zračno hlajen rotacijski batni motor 37 kW, letalski vijak 2 koaksialen, nasprotno vrteč, 2 kraka, 3 m diameter, maksimalna hitrost 110 km/h, največja višina leta 1000 m.

Ob tem se nehote spomnim na naše letalske pionirje. Romunija se je svojim dostojno oddolžila in tudi druge opozarja na njihovo pionirsko delo. Mi pa, kakor kaže, bomo še dolgo čakali na letalski muzej (glej prispevek Milene Zupanič v Delu, 5. 8. 2017, str. 4), letalskega kustosa, med tem pa nam bodo starodobna letala uspešno propadala. Težko je razumeti, da ohranjanje letalske

dediščine v Sloveniji ne najde pravega sogovorca in prav nobene (finančne) spodbude. Majhen žarek v temi je pripravljenost družbe BTC, da obnovi staro letališče Ljubljana, ki je delovalo v letih 1933–1963 in nato kot športno letališče do leta 1979. Mnogi smo na tem travnatem letališču nabirali prve letalske izkušnje in spoznavali svet tam gori. Morda se še spomnite filma Vesna.

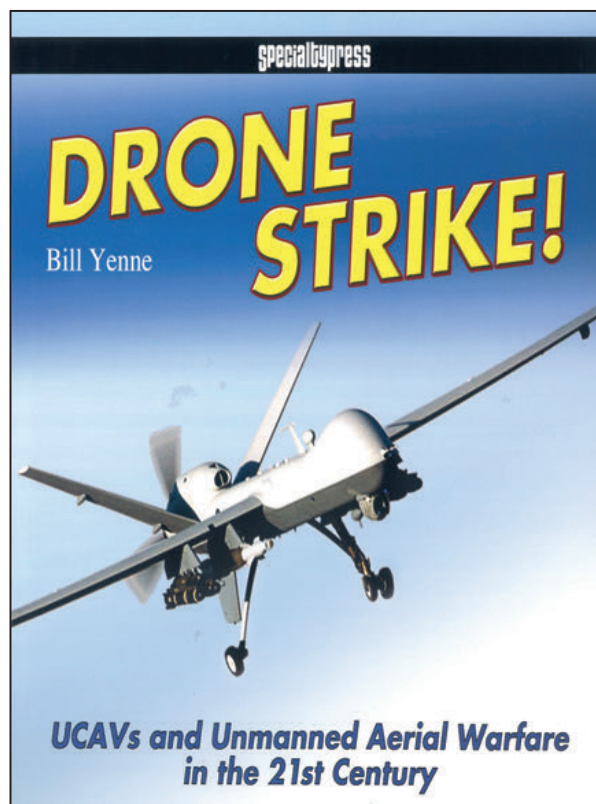
Kadri za film so bili posneti prav na Letališču Ljubljana. Žal je ohranjen le še letališki stolp s pripadajočo stavbo. Težko je razumeti to »zaplankanost«, še težje pa dejstvo, da svetu ne znamo predstaviti bratov Rusjan. Ne najdemo ju v nobeni svetovni enciklopediji letalstva. Morda pa bi Fakulteta za strojništvo, ki vzgaja mlade pilote, lahko kaj storila na to temo?

Mag. A. Čičerov, UL, FS, Uredništvo revije Ventil

Bill Yenne: Drone Strike, UAVs and Unmanned Aerial Warfare in the 21st Century, Zračni napad drona. Knjiga je nadaljevanje avtorjevega dela *Predators, Reapers and America's Newest UAVs in combat* iz leta 2010, ki pokriva zgodnji razvoj dronov do 20. stoletja in začetek 21. stoletja. Avtor je za svoje delo na področju vojaškega letalstva prejel številna priznanja (med drugim Air Force Association's Gill Robb Wilson Award) za življenjski prispevek k letalski literaturi. Wesley Clark, vrhovni poveljnik evropskega zavezništva, je njegovo biografijo o Aleksandru Velikem označil za »najboljšo doslej«. Avtor najprej razloži poimenovanje dron – *trot* –, ki se najprej pojavi kot daljinsko vodeno vozilo (RPV), in danes najpogosteje uporabljan termin UCAV ali UCAS – borbeni letalski sistem brez posadke. Američani so že leta 1918 preizkušali zračno vozilo brez posadke, t. i. Kattering Bug, ki je poletel, sicer precej težko, in je ostal skrivnost več desetletij. Letala te vrste so bila aktivna v misijah ameriške obveščevalne službe v severnem Vietnamu in na Kitajskem, ker niso želeli tvegati življenj pilotov.

Avtor nas po uvodnem delu seznanja s tveganji, ki »zahtevajo« neprestano prisotnost UCAV ter nadaljuje z tehnološkim razvojem teh vozil. Ni potrebno posebej opozarjati, da knjiga prinaša zelo veliko slikovnega gradiva, ki dopolnjuje avtorjeve navedbe. Komunikacija z UCAV je ključnega pomena za uspešnost njegovega delovanja. Sledi prenos podatkov in t. i. veriga ubijanja (angl.: kill chain). Zakaj pravzaprav

gre? Napadi z UCAV so časovno občutljivi, kar pomeni, da med izsleditvijo tarče in odobritvijo uporabe UCAV mine nekaj časa. Med tem se lahko tarča premakne. Druga težava je, če je veliko ljudi vključenih v akcijo, lahko pride do izdaje operacije. Operacije so mogoče v jasnih dneh! 6. poglavje nas seznanja z omejeno vojno proti svetovnemu kalifatu. 7. poglavje prinaša predstavitev izpopolnjenih UCAV in drugih ameriških dronov. Seveda ZDA niso same v programu dronov. Njihovi proizvođači gredo dobro v prodajo po celem svetu. Kam in kako nas seznanja 8. poglavje. Avtor se posebej dotakne sodelovanja z Evropo v 9. poglavju. Seveda pa Evropa razvija tudi svoje programe in ti so vsebina 10. poglavja. Avtor je očitno res dober poznavalec ameriške vojne industrije in politike. V 11. poglavju govori o potencialnem konfliktu med Izraelom in Iranom, v katerem bi UCAV lahko odigrali pomembno vlogo. Zanimivo je videti, kako obe državi uspešno razvijata vse udarnejše UCAV. V 12. poglavju avtor opiše razmere v južni Aziji (Indija, Pakistan) in razvoj UCAV. Knjiga bi bila nepopolna, če nam avtor ne bi predstavil razvoja zračnih vozil brez človeške posadke



na Kitajskem. 15. poglavje predstavi »Surovino iz Kandaharja«, v naslednjem poglavju pa še X-47B. Sledijo še porodne težave in stiske UCLASS (angl.: Unmanned Carrier-Launched Airborne Surveillance and Strike programme) ter bodočnost zračnih bitk brez človeške posadke. V dodatku pa avtor navaja, katere države proizvajajo UCAV in za kakšne vrste letal gre. Nedvomno zanimivo branje in podlaga za resen premislek o tem!

ISBN 978-1-58007-238-0, 2017, Item SP238, 191 strani, Specialitypress, U. S. \$ 39.95, € 33.70.

Mag. A. Čičerov, UL, FS, Uredništvo revije Ventil

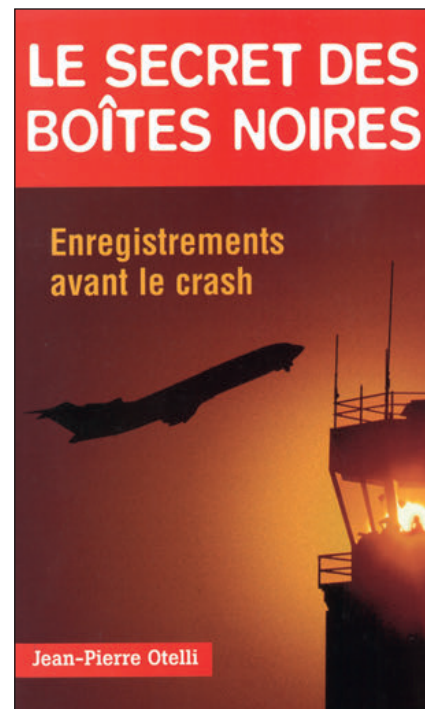
Jean Pierre Otelli: Le secret des boîtes noires – Enregistrements avant le crash.

Vse, kar se dogaja v letalu med poletom, je zabeleženo v črni skrinjici, ki je oranžne barve. Avtor Otelli, ki smo ga že spoznali v prikazih drugih knjig, predstavi skrivnost črne skrinjice. Pri tem poudari, da je statistika letalskih nesreč neizpodbitna: za polovico letalskih nesreč so krivi piloti. V 13 poglavjih nam razkrije zgodbe, ki so jih zabeležile črne skrinjice. Avtor sicer pravi, da bo bralec, ki bo prebral njegovo knjigo, sklenil, da ne gre nikoli več na letalo, hkrati pa doda, da je letenje z letali še vedno najbolj varno in celo varnejše od potovanja z vlakom. Razlika je le v tem, da so letalske nesreče bolj medijsko izpostavljene (fr.: médiatisées). Črna skrinjica je v resnici »zapisovalec poleta«, ni črna, ampak oranžna, s svetlečimi trakovi, da bi bila bolj vidna. Težka je nekaj kg in pomaga odkriti to, kar se je dogajalo nekaj sekund pred nesrečo. Razumljivo je, da so pogoji za njeno izdelavo zelo strogi. Zdržati mora toliko kot udarec zidaka v steno pri hitrosti 600 km/h. Črno skrinjico je izumil avstralski znanstvenik dr. David Warren. Lotil se je izdelave prvega zapisovalnika leta. Prvo napravo je predstavil leta 1975. Črno skrinjico sestavljata pravzaprav dve skrinjici: prva je zapisovalnik zvočkov v pilotski kabini (angl.: Cockpit Voice Recorder – CVR), druga pa je zapisovalnik podatkov o letenju (angl.: Flight Data Recorder – FDR). Glavna naloga CVR je zapisovanje zvokov v pilotski kabini. Izurjeni preiskovalci se pri poslušanju CVR posvetijo različnim zvokom (zvok motorjev, opozorila o izgubi vzgona, opozorilni piski), iz katerih razberejo ključne podatke o letu, sosledje dogodkov, komunikacijo med posadko in kontrolo na zemlji.¹ FDR pa skrbi za zapisovanje podatkov o letu (čas, višina leta, hitrost, smer letenja). Sodobni zapisovalniki leta zapisujejo premike posameznih zakrilc, delovanje avtopilota, količino goriva. Obe napravi sta ključni za odkrivanje vzrokov letalskih nesreč. (Foto dr. David Warren na [https://en.wikipedia.org/wiki/David_Warren_\(inventor\)](https://en.wikipedia.org/wiki/David_Warren_(inventor)))

Prva zgodba nas popelje na polet iz

New Yorka v Ženevo na letalu MD 11 z registracijo HE-IWF. Letalo je Jumbo-Jet s tremi motorji, z 215 potniki in 14 člani posadke. Pri tej nesreči je težko kriviti samo pilota. Ugotovljene so bile tudi napake letalskega podjetja Swissair. Avtor nadaljuje pripoved z nesrečo Boinga 707 ameriške registracije na poletu iz Bergama na Punta Cana v Dominikanski republiki. Z Mrežo v pilotski kabini ponazori sosledje napak posadke, ki pripeljejo do nesreče.

Napaka na uplinjaču je vsebina naslednje zgodbe. Letalo Boeing 707 bi moralo iz Bogote poleteti v New York (Polet Avianca 052, 25. januar 1990). Pri trku ni prišlo do požara. Goriva je zmanjkalo že prej. Letalo Boeing 757-223 družbe American Airlines, opremljeno z FMS (ang.: Flight Management System), je leta 1955 pomenilo vrhunec na področju elektronske opreme. Letalo je na relaciji Miami–Cali (Kolumbija). Začelo se je tako, da je imelo že na začetku zamudo, ker so čakali na ducat potnikov. Ogromna gneča na vzletni stezi je polet zakasnila še za uro in 21 minut. Sam polet je potekal mirno vse do trenutka, ko so se začeli spuščati proti letališču Alfonso Bonilla Aragon v Caliju. Avtor uporablja za pripoved zapis pogovora med kontrolo letenja in pilotom. Za neuke morda malo manj zanimivo, za pilote pa dobra šola! Letališče ni bilo opremljeno z radarjem. Kontrolor je dobival podatke o položaju letala od pilota. CVR-zapis nam odkrije, kaj se je v resnici zgodilo. Kaj se lahko zgodi, če gledaš nogometno tekmo, letalo pa leti z avtopilotom? Letalo strmoglavi v džunglo in na srečo preživele potnike kmalu najdejo. V naslednji zgodbi imamo opravka s toplozračnim balonom. Zgodilo se je v noči med 11. in 12. septembrom 1996. Posadka je pripravljena, da obnovljeno letalo pripelje novemu lastniku. Letalo se počasi premika proti vzletu, toda vse več je ledu. Let poteka normalno vse do trenutka, ko zasveti rdeča lučka in letalo omahne na nos. V takem primeru je rešitev hitrost: »Car la vitesse, c'est la sécurité!« Naslednja zgodba nam pripoveduje o trčenju dveh Boeingov na Tenerifih (27. marec 1977). 583 mrtvih zaradi nepazljivosti.



V naslednji zgodbi imamo spet opravka z Boeingom (737-400). Pilot ne opazi, da mu gori motor. Potnik na sedežu 26 A ga hoče na to opozoriti. Vsi napori so zaman. Vodja letala po mikrofону le še opozori potnike: »Préparez-vous pour un atterissage en catastrophe.« Bliža se božič. Sivo zimsko nebo ni obetalo veliko, še manj napoved meteorologov. Steza je ledena, drsi! Na srečo škoda ne bo trgana od plače vodje letala. Usodna trmoglavost je vsebina naslednje zgodbe. Nekateri so ravnanje vodje zrakoplova označili za »popolno«, drugi pa so dejali, da je popolnoma nesposoben opravljati vlogo poveljnika letala. Letalo Alitalia je pristajalo na Punta Raisi, letališču v Palermu. Vreme zoprno, zima in noč. Za DC 9 je v Palermu vidljivost določena na 250 m. Desno krilo udari v morje. Pri 270 km/h je morje trdo kot beton. Zadnja zgodba nam pripoveduje o nesreči MD 83. Črna skrinjica je pomagala razrešiti vse, kar je bilo storjeno narobe. Zgodbe so podprte z natančnim prikazom dogodkov in zelo poučne. Pa brez strahu, letenje z letalom je še vedno zelo varno!

Éditions ALTIPRESSE, ISB 2-911218-07-08, EAN 9782911218071, livres @ altipresse.com, 365 strani, 20€.

¹ Glej podrobno <http://www.natgeotv.com/si/air-crash-investigation/black-box>, <5. 9. 2017>.

Zanimivosti na spletnih straneh

- [1] **Aplikacija za izračun hidravličnih valjev** – <http://hydraulicpneumatics.com/news/free-hydraulic-cylinder-app-performs-basic-calculations> – Projektanti hidravličnih naprav, ki potrebujejo izračune sil, prostornine, hitrosti, toka in druge parametre eno- ali dvosmernih hidravličnih valjev, imajo sedaj na voljo brezplačno aplikacijo firme *Trelleborg's Hydraulics Cylinder app*. Uporabnik prične z vnosom izmer valja z njegovim premerom in premerom batnice, gibom, delovnim tlakom in tokom. Aplikacija zahteva upoštevanje standardov ISO 3320, 3321 in 4393.
- [2] **Globalna prizadevanja za razširitev Panamskega kanala** <http://www.hydraulicpneumatics.com/hydraulic-valves/global-effort-expands-panama-canal> – Vrhunska zasnova hidravličnih sistemov in mednarodno sodelovanje sta omogočila izvedbo največjih zapornic na svetu. Projekt je zahteval izdelavo 158 sistemov s hidravličnimi valji, agregati in krmilji s sinhronim delovanjem.
- [3] **Hitre cevne sklopke za velike morske globine** – <http://hydraulicpneumatics.com/fittings-couplings/hot-shebs-quick-couplings-steroids> – Spajanje in razstavljanje hidravlične opreme nekaj sto metrov pod morsko vodno gladino zahteva komponente z visoko trdoto, trdnostjo in korozijsko odpornostjo. Večina hidravlične opreme deluje v korozijskem okolju pri ekstremnih tlakih v morski vodi, v transportu, rudarstvu ali celo na vetrnih napravah. Industrija nafte in plina pa je dosegla neverjeten razvoj pri globokomorski tehnološki opremi in tudi pri hidravlični opremi za najbolj ekstremne razmere na Zemlji.
- [4] **Različni cevni priključki – različni postopki** – www.youtube.com/user/tompkinsind/videos – Včasih so bili cevni priključki bolj ali manj zanesljivi glede tesnosti oz. puščanja. Ne vedno so z njimi nustrezno ravnali in mnogi uporabniki so se pač pomirili z neprijetnim puščanjem. K sreči so sedaj na voljo izvedbe, primerne za različne namene uporabe. Za tesne priključke brez puščanja pa se je potrebno potruditi in upoštevati priporočene oz. predpisane postopke ravnanja z njimi. V podjetju *Tompkins Industries*, Olathe, Kansas, ZDA, so pripravili serijo videov, ki obravnavajo osnove in običajne postopke za ravnanje z različnimi izvedbami cevnih priključkov. Načrtovalci in vzdrževalci fluidnotehničnih naprav se lahko enostavno poučijo o uporabi in ravnanju z ustreznimi izvedbami priključkov. Vsak od videov predstavlja del serije, ki so jo uporabniki popularno poimenovali »Tompkinsova univerza«.
- Serija videov obsega:
- JIC-sestav brez porobljenja – spajanje;
 - Metrični kompresijski sestavi – spajanje;
 - Hidravlični cevni priključek SAE J514;
 - Jekleni 37-stopinjski JIC-priključek, JIC-metoda spajanja z navorom;
 - Jekleni čelni priključek z 0-obročkom – spajanje s ključem;
 - Jekleni SAE-priključek z 0-obročkom – spajanje s prilagodljivim navorom;
 - Jekleni SAE-priključek z 0-obročkom – spajanje s prilagodljivim ključem.
- Videi so na voljo na spletnem naslovu: www.tompkinsind.com/resources/video ali na Tompkinsonovem Youtube kanalu pod zgornjim naslovom.
- [5] **INFO za pnevmatična krmilja** – www.controlair.com – Firma *Control Air Inc.* ponuja nove internetne strani za dostop do podatkov, specifikacij, navodil za vgradnjo, uporabo in vzdrževanje, skupaj z risbami in certifikacijami, za njihova precizna pnevmatična in elektropnevmatična krmilja. Firma trži krmilja za procesno tehniko, polprevodniško tehniko, tiskarske in podobne stroje, medicinsko diagnostiko in kirurgijo, robotiko, opremo za preskušanje motorjev, črpalk, kompresorjev ter opremo za barvanje in lakiranje.
- [6] **Kaj podjetja pričakujejo od preventivnega vzdrževanja?** – <http://byt.ly/2vArn8K> – Nemško združenje strojne industrije (VDMA) je skupaj z Združenjem nemških sejmov (*Deutsche Messe*) pod uredništvom *Rolanda Bergerja* pripravilo študijo o tem, kaj nemška strojogradnja pričakuje od intenzivnejšega uvajanja preventivnega vzdrževanja v njihovih podjetjih. Udarne napovedi so 21-odstotno znižanje stroškov obratovanja in 79-odstotno povečanje učinkovitosti poslovanja. Podrobnejša pričakovanja pa so: 5-odstotno zvišanje zanesljivosti, 11-odstotno povečanje trajnosti, 12-odstotno izboljšanje planiranja ciklusov vzdrževanja, 18-odstotno povečanje kakovosti izdelkov/storitev ter 33-odstotno povečanje razpoložljivosti naprav, strojev. Za ostalo je na voljo še 6 %.
- [7] **Kompaktni hibridni akuatorji** – <http://hydraulicpneumatics.com/blog/compact-hybrid-actuation-system-targets-renewable-energy-design> – Firma *Parker Hannifin Corp.* je za področje energijskih obnovljivih virov razvila hibridni sistem za aktiviranje (angl.: Hybrid actuation system – HAS), ki je sestavljen iz hidravličnih in elektromehaničnih akuatorjev in je namenjen za precizno krmiljenje in blokiranje (držanje).



➔ RAZBREMENILNI VENTILI • REGULATORJI TLAKA IN VARNOSTNI VENTILI • RAZDELILNIKI TOKA • POTNI VENTILI • LOGIČNI ELEMENTI • VMESNE PLOŠČE • OKROV S PRIKLJUČKI ZA CEVI • ELEKTROPROPORCIONALNI VENTILI ZA VGRADNJO



Brüsseler Allee 2
41812 Erkelenz
NEMČIJA

Tel: +49 24 31/ 80 91 12
Fax: +49 24 31/ 80 91 19

info@sunhydraulik.de

www.sunhydraulik.de



REVIJA JE
BREZPLAČNA

brez naročnine
(plačilo samo PTT stroški)

brezplačna
spletna PDF revija

WWW.SVET-ME.SI

poišči si svoje
točke
po sloveniji



Oglaševalci

AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana	324, 394
CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	351
DOMEL, d. d., Železniki	384
FESTO, d. o. o., Trzin	313, 396
HENNLICH, d. o. o., Podnart	350
HIWIN GmbH, Offenburg, Nemčija	381
ICM, d. o. o., Celje	359, 395
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.) NORGREN, Lesce	313
INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija	366
JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	375
MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	313, 383
OLMA, d. o. o., Ljubljana	313
OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana	313, 389
OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin	313
PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	313
PH Industrie-Hydraulik GmbH, Spröckhovel, Nemčija	339
POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o., Žiri	313, 314
PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	325
PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	335, 346
S3C, d. o. o., Ljubljana	313
STROJNISTVO.COM, Ljubljana	331
SUN Hydraulik, Erkelenz, Nemčija	394
TEHNA, d. o. o., Ljubljana	334
UL, Fakulteta za strojništvo	316, 385
VISTA HIDRAVLIKA, d. o. o., Žiri	313
Založba PASADENA, Ljubljana	367
YASKAWA SLOVENIJA, d. o. o., Ribnica	321



IFAM
international trade fair of
automation & mechatronic



Robotics



**SMART
INDUSTRY**



INTRONIKA
Mednarodna strokovni sejem za industrijsko in profesionalno elektroniko
International Trade Fair for Industrial and professional electronic

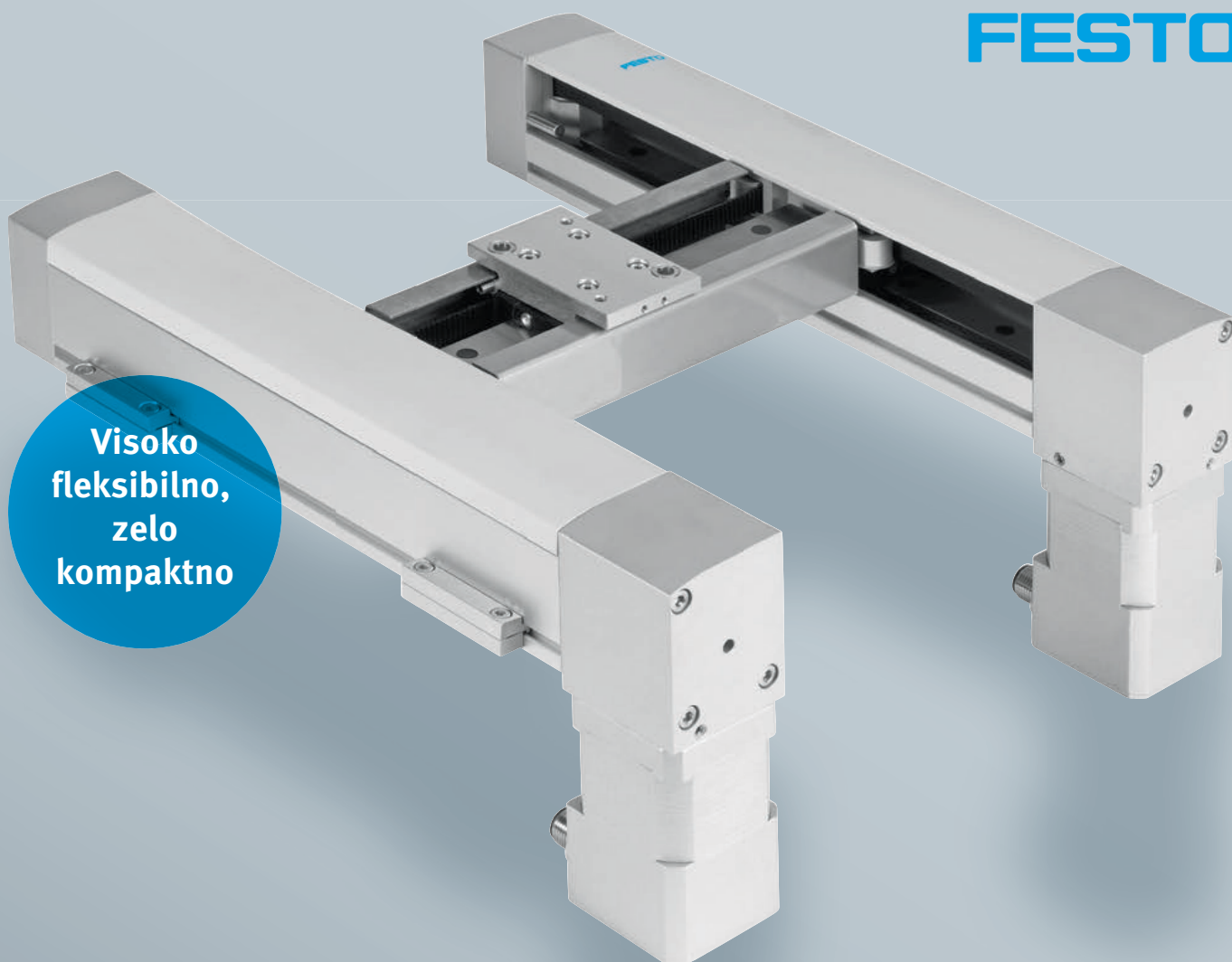


4Industry

Ljubljana, Slovenija
Gospodarsko razstavišče, www.icm.si

13.-15.02.2018

FESTO



**Visoko
fleksibilno,
zelo
kompaktno**

**Hočete pozicionirati enostavno in natančno.
Želite hitra in poljubna gibanja v 2D prostoru.
Mi vam dobavimo rešitev pripravljeno za priključitev.**

**→ WE ARE THE ENGINEERS
OF PRODUCTIVITY.**

Kompaktnije? Bolj ne gre!

Ploskovni portal EXCM s svojo kinematiko in vgrajenimi pogoni zagotavlja maksimalen delovni prostor pri minimalnem vgradnem prostoru. Ethernet in CANopen ga delajo še bolj povezljivega. Standardizirani sistem z dvojnim krmilnikom je idealen za namizne aplikacije.

Festo, d.o.o. Ljubljana

Blatnica 8
SI-1236 Trzin
Telefon: 01/ 530-21-00
Telefax: 01/ 530-21-25
Hot line: 031/766947
sales_si@festo.com
www.festo.si