



FESTO

POCLAIN
Hydraulics

OLMA
LUBRICANTS

Parker

IMI
Precision Engineering

MIEL® omron
www.miel.si

S3C
pnevmatika | hidravlika

VISTA
HIDRAVLIKA

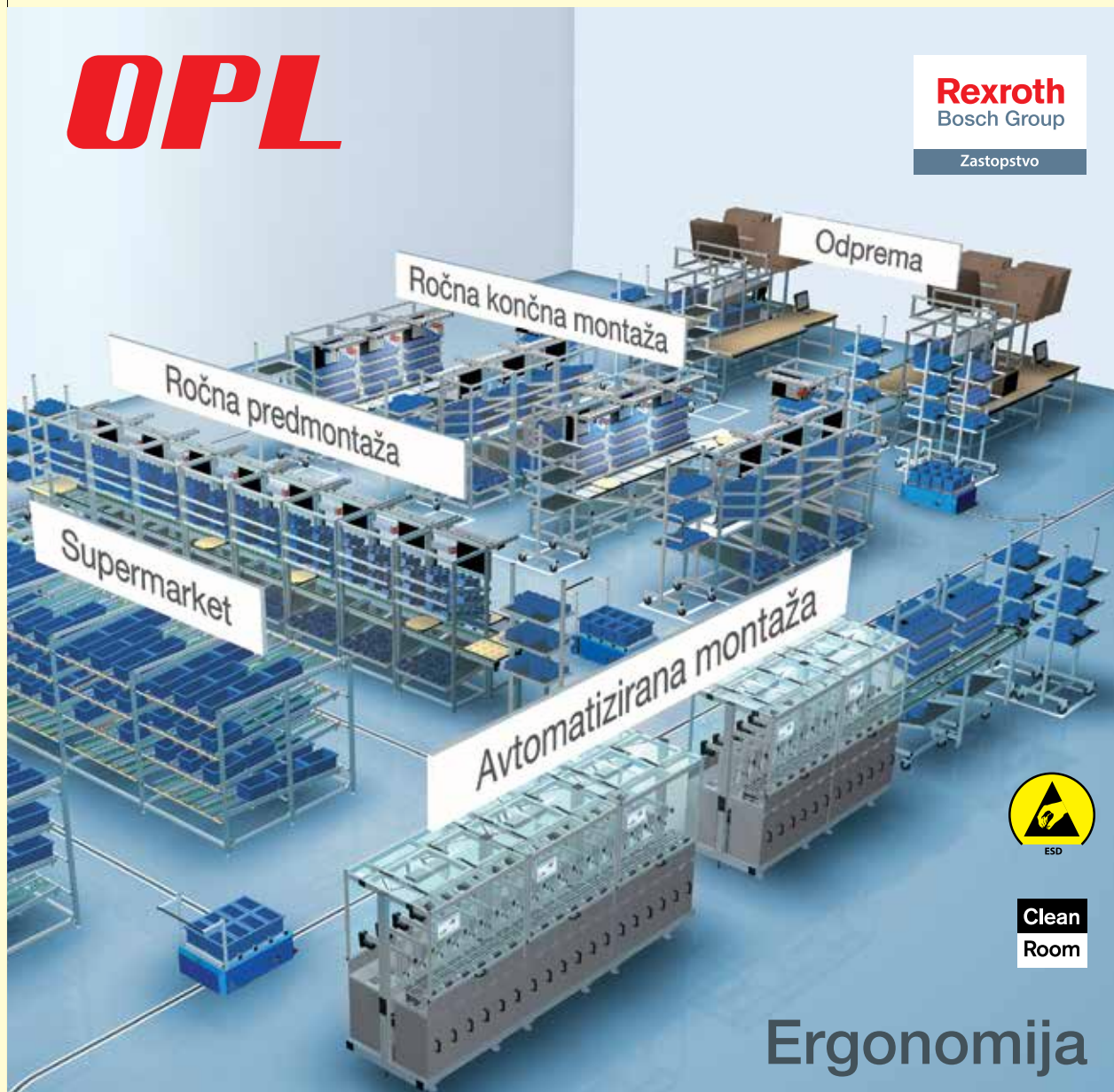
OMEGA
AIR

- AUTOMATICA 2016
- MIT konferenca 2016
- Intervju
- Superelastična zlitina za hladilne naprave
- Diagnostika in vzdrževanje hidravličnih tekočin
- Hibridna izdelava
- Letalstvo
- Podjetja predstavljajo

OPL

Rexroth
Bosch Group

Zastopstvo



Clean
Room

Ergonomija
Vitka proizvodnja
Fleksibilna avtomatizacija

Širok nabor hidravličnih ventilov

- Za odprte in zaprte tokokroge
- Zasnovani za delovanje z visokim tlakom in tokom
- Optimirani za delovanje s Poclain Hydraulics sistemi

> Ventili za zaprte tokokroge

→ Ventili za zagotavljanje oprijema kofes
 • Ventili za preprečevanje zdisavanja
 • Delilniki toka
 • "Twinlock" ventili



→ Ventili za prosti tek



→ Ventili za izpiranje tokokroga



> Ventili za odprte tokokroge

→ Protipovratni ventili



→ Tlačni ventili



→ Tokovni ventili



→ Potni ventili



> Ventili za zavore

→ Ventili za proženje zavore (zasilne/parkirne in delovne zavore)



→ Ventili za polnjenje akumulatorja



→ Kompaktni multifunkcijski ventili (proženje zavore in polnjenje akumulatorja)



> Namenski krmilni bloki

→ Ventili za odprte in zaprte tokokroge so lahko integrirani v kompakten blok, ki celovito izvaja želeno funkcijo hidravličnega krmiljenja



Impresum	365	■ INTERVJU	
Beseda uredništva	365	Boštjan Pristavec – intervju z radarskim kontrolorjem zračnega prometa in pilotom	366
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	380	■ DOGODKI	
■ NOVICE – ZANIMIVOSTI	401	Marko ŠIMIC: AUTOMATICA 2016 – 7. Mednarodni sejem za avtomatizacijo in mehatroniko	370
Seznam oglaševalcev	446	Izidor SABOTIN, Joško VALENTINČIČ: Mednarodna konferenca Management and Innovative Technologies – MIT 2016	376
Znanstvene in strokovne prireditve	379	■ PREDSTAVITEV	

Naslovna stran:

OPL Avtomatizacija, d. o. o. IMI INTERNATIONAL, d.o.o.
 BOSCH Automation (P.E.) NORGREN HERION
 Koncesionar za Slovenijo Alpska cesta 37B
 IOC Trzin, Dobrave 2 4248 Lesce
 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)4 531 75 50
 Tel.: + (0)1 560 22 40 Fax: + (0)4 531 75 55
 Fax: + (0)1 562 12 50

FESTO, d. o. o. MIEL Elektronika, d. o. o.
 IOC Trzin, Blatnica 8 Efenkova cesta 61,
 SI-1236 Trzin 3320 Velenje
 Tel.: + (0)1 530 21 10 Tel: +386 3 898 57 50
 Fax: + (0)1 530 21 25 Fax: +386 3 898 57 60
 www.miel.si, www.omron-
 -automation.com

Poclain Hydraulics, d.o.o. S3C, d. o. o.
 Industrijska ulica 2, Tržaška cesta 116
 4226 Žiri Tel.: +386 (04) 51 59 100
 Fax: +386 (04) 51 59 122 Tel.: +386 1 423 22 22
 e-mail: info-slovenia@ Faks: +386 1 423 22 00
 poclain-hydraulics.com www.landefeld.si
 internet: www.poclain-
 -hydraulics.com

OLMA, d. d., Ljubljana VISTA Hidravlika, d. o. o.
 Poljska pot 2, Kosovelova ulica 14,
 1000 Ljubljana 4226 Žiri
 Tel.: + (0)1 58 73 600 Tel.: 04 5050 600
 Fax: + (0)1 54 63 200 Faks: 04 5191 900
 e-mail: komerciala@ www.vista-hidravlika.si
 olma.si

PARKER HANNIFIN OMEGA AIR, d. o. o.,
 Corporation Ljubljana
 Podružnica v Novem Cesta Dolomitskega
 mestu odreda 10
 Velika Bučna vas 7 1000 Ljubljana
 8000 Novo mesto T + 386 (0)1 200 68 63
 Tel.: + (0)7 337 66 50 F + 386 (0)1 200 68 50
 Fax: + (0)7 337 66 51 www.omega-air.si

Jaka TUŠEK: Hladilnik in toplotna črpalka na osnovi zlitine z oblikovnim spominom 406

■ DIAGNOSTIKA – VZDRŽEVANJE

Milan KAMBIČ: Diagnostika in vzdrževanje hidravličnih tekočin 410

■ HIBRIDNA IZDELAVA

Damir GRGURAŠ, Davorin KRAMAR, David HOMAR, Janez KOPAČ: Hibridna izdelava s postopkom ciljnega nalaganja taljenega polimera in freziranja: II. del – Optimizacija tehnoloških parametrov hibridne izdelave ob uporabi ekstrudorske šobe večjega premera in primerjava rezultatov s standardno ekstrudorsko šobo 418

■ LETALSTVO

Aleksander ČIČEROV: Mednarodni pravni status vodje zrakoplova – 2. del 426

■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Servostiskalnica za vgradnjo – YJKP (FESTO) 431

Nova družina krmilnikov Allen-Bradley CompactLogix 5380 (TEHNA) 433

■ NOVOSTI NA TRGU

Kompaktna pozicionirna miza iz podjetja HIWIN (HIWIN) 435

Najnovejši modularni PLK krmilnik FX5U in modul za nadzor servo osi (INEA RBT) 435

Sistemi strojnega vida: OMRON XPECTIA FH in FH-Lite (MIEL ELEKTRONIKA) 436

Parker PVL-B2 – novi pnevmatski ventilski blok (PARKER) 436

SMC predstavlja novo serijo ventilov, ki izpolnjujejo zahteve mednarodnih standardov za varnost strojev (SMC) 437

■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO

Energijsko učinkovita priprava stisnjenega zraka (OMEGA AIR) 438

Polimerna plastika Iglidur (HENNLICH) 441

Varovanje vodnikov – sistem REIKU (INOTEH) 443

■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA

Nove knjige 446

■ PROGRAMSKA OPREMA – SPLETNE STRANI

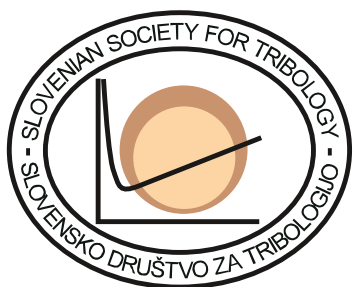
Zanimivosti na spletnih straneh 446

VENTIL
 REVUJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO
 ISSN 1518-1218 | OKTOBER 2016/5

- AUTOMATICA 2016
- MIT konferenca 2016
- Intervju
- Superelastična zlitina za hladilne naprave
- Diagnostika in vzdrževanje hidravličnih tekočin
- Hibridna izdelava
- Letalstvo
- Podjetja predstavljajo

Ergonomija
 Vitka proizvodnja
 Fleksibilna avtomatizacija

SLOTRIB 2016



POSVETOVANJE o TRIBOLOGIJU,
MAZIVIH in TEHNIČNI DIAGNOSTIKI

17. NOVEMBER 2016
Radisson Blu Plaza Hotel,
Ljubljana

28. oktober 2016

Rok za oddajo kratkih
ali razširjenih povzetkov

4. november 2016

Obvestilo o uvrstitvi
prispevka v program in
podrobna navodila za
pripravo prispevka

8. november 2016

Prijava razstavljalcev
Plačilo kotizacije

12. november 2016

Končni program
posvetovanja

17. november 2016

Posvetovanje

| TEME POSVETOVANJA |

- Maziva, hladilno mazalna sredstva in goriva
- Nano-tribologija
- Mehanizmi mazanja
- Tribološke lastnosti sodobnih materialov
- Tehnična diagnostika in vzdrževanje
- Obraba in poškodbe strojnih elementov in komponent

| KONTAKT |

SLOVENSKO DRUŠTVO ZA TRIBOLOGIJU

prof. dr. Mitjan Kalin – predsednik SDT
Joži Sterle – tajništvo

Bogišičeva 8
1000 Ljubljana

Tel.: 01 4771 460

Fax: 01 4771 469

E-mail: slotrib@tint.fs.uni-lj.si

Web: www.tint.fs.uni-lj.si



M. Kastelic, MostPhotos

© Ventil 22 (2016) 5, Tiskano v Sloveniji.
Vse pravice pridržane.
© Ventil 22 (2016) 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	22	Volume
Letnica	2016	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 ATANASIJEVIČ-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 MENDEZ, University of
Alicante, Španija
doc. dr. Franc MAJDIČ, FS Ljubljana
prof. dr. Hubertus MURRENHOF, 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 ŠKRLEČ, 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 HÜMAR, prof., Andrea POTOČNIK

Računalniška obdelava in grafična priprava za tisk:
Grafex d. o. o., Izlake

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 financira 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.

Kdo v Sloveniji prispeva k rasti bruto domačega proizvoda?



V Sloveniji bruto domači proizvod (BDP) že več kot eno leto stalno raste. V sredstvih javnega obveščanja pa lahko zasledimo številne politike, ekonomiste in gospodarstvenike, ki si pripenjajo medalje in sami sebe uvrščajo med najbolj zaslužne za ta uspeh. Celo več: nekateri akademski ekonomisti si celo prilagajajo izračun BDP-ja in razlagajo, da izvozniki v celoten BDP v Sloveniji prispevajo le 25 %. Če bi bilo to res, potem bi bila rast BDP-ja mnogo manjša. Naj navedemo kot zanimivost, da v Južni Koreji samo podjetje Samsung prispeva v njihov BDP

okoli 17 %.

Zagotovo lahko zapišemo, da je rast BDP-ja pri nas največ zasluga izvoznikov in njihovih produktov, ki so jih v večini primerov skupaj s podjetniki razvili naši inženirji in naravoslovci ter drugi strokovnjaki s področja tehnike. In zanimivo je, da prej naštetih samooklicani razlagalci uspeha teh pravih tvorcev rasti BDP-ja niti ne omenjajo.

Tu pa tam se še najde kakšen politik, ki zasluti dogodek, v katerem bo medijsko omenjen in se pojavi med gospodarstveniki in podjetniki. Da pa bi slišali neko splošno pohvalo tehničnemu kadru v slovenskih podjetjih, v izobraževalnih in raziskovalnih ustanovah, tega pa ne doživimo.

Slovenija se s približno 24.000 ameriški dolarji na prebivalca med 185 državami uvršča na 34. mesto. To je vsekakor spoštovanja vreden in zavidljiv rezultat. Glede na lego države, sposobnost našega naroda in BDP sosednjih držav pa bi bili prav gotovo lahko uvrščeni mnogo višje.

Bruto domači proizvod je temeljno merilo ekonomske aktivnosti gospodarstva vsake države. Stopnjo rasti obsega BDP-ja imenujemo gospodarska rast; ta je najpogosteje uporabljen kazalnik v nacionalnih izračunih. Lahko ga izrazimo tudi drugače. Najpogosteje v paritetah kupne moči (PKM). Tako izračunan BDP v PKM se uporablja predvsem za primerjave BDP-jev posameznih držav znotraj enega leta. BDP je vrednost vseh dokončanih proizvodov in storitev, ki so bili ustvarjeni znotraj ene države v določenem obdobju. Najpogosteje se določa letno in četrletno. Pri izračuni BDP-ja se upoštevajo le proizvodi in storitve, ki so dokončani in pripravljeni za takojšnjo uporabo, in ne tisti, namenjeni nadaljnji predelavi ali proizvodnji drugih izdelkov in storitev.

Z izračunom BDP-ja dobimo dober vpogled v gospodarsko aktivnost znotraj države, njen razvoj in stopnjo rasti ter ekonomsko in gospodarsko kondicijo. Posledično se z BDP-jem ocenjuje kakovost oziroma standard življenja v posamezni državi.

Bruto domači proizvod torej vključuje celotno potrošnjo zasebnega sektorja, državno potrošnjo, naložbe ter neto izvoz. Od vseh naštetih za BDP vplivnih veličin se je v zadnjem obdobju izrazilo povečanje le izvoz. Potrošnja prebivalstva se skoraj ni povečala in ravno tako skromna je bila državna potrošnja z investicijami. Prav zato je čudno, da se prav politiki hvalijo, da so njihovi ukrepi pripomogli k višjemu BDP. Ni pa novinarja, ki bi jih pobaral, kateri njihovi ukrepi so pripomogli h gospodarski rasti. Rast izvoza je bila spodbujena z rastjo tujega povpraševanja in tudi z izboljšanjem konkurenčnosti v skoraj vseh državah. Izvoz je kljub upočasnitvi ob koncu leta ostal ključni dejavnik gospodarskega okrevanja. Domača potrošnja se je nekoliko povečala, k čemur je prispevala predvsem zasebna potrošnja – in ne državna. Povečana zasebna potrošnja pa je posledica večje zaposlenosti in višjih osebnih dohodkov. K temu pa so ponovno prispevali predvsem izvozniki. Rast državnih in drugih investicij se je upočasnila zaradi vnovičnega padca gradbenih investicij. Te so se sicer v letu 2014 povečale zlasti v javno infrastrukturo v povezavi s pospešenim črpanjem sredstev EU pred iztekom finančne perspektive. Nekoliko pa so se povečale zasebne investicije v stroje in opremo, kar se je ponovno zgodilo zlasti izvoznikom. Državna potrošnja se je lani prvič po letu 2010 povečala, in to zelo skromno. Potrošnja je rastla na vseh postavkah državnega proračuna. Še najbolj pa za socialo.

Prav na podlagi tega preprostega zapisa o BDP-ju se lahko čudimo, kako lahko eden od bolj izpostavljenih profesorjev Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani na javni televiziji izjavi, da k rasti BDP-ja izvozniki prispevajo le 25 %. Ta profesor prav gotovo ve, da so v zadnjem obdobju zaposlovali predvsem izvozniki, da so prav zaposleni pri izvoznikih prejeli višje plače in da so prav ti trošili, kar največ prispeva k rasti BDP-ja.

Janez Tušek

How do you read (me)? - Boštjan Pristavec – intervju z radarskim kontrolorjem zračnega prometa in pilotom¹

Aleksander ČIČEROV

Tokrat imamo priliko prisluhniti odgovorom Boštjana Pristavca, pilota in radarskega kontrolorja zračnega prometa. Dobro pozna obe plati medalje in je s srcem in znanjem pri stvari. Kot sam pravi, je poklic kontrolorja več kot samo služba, s katero se preživlja. Poleg srca pa so potrebni znanje, natančnost in doslednost. Ko je čas za to, se usede v jadralno letalo in odleti pod nebo, sam ali z drugimi konkurenti, da bi reševal naloge in izkoristil vremenske pogoje, čim dlje ostal v zraku in dosegel čim boljši rezultat².

Ventil: Nekateri že v rani mladosti vedo, kaj bodo, ko bodo odrasli. Kakšna je bila vaša pot do pilota in radarskega kontrolorja?

Boštjan Pristavec: Moja neizmerena želja je bila postati poklicni pilot. Kriza v letalstvu in zasičen trg s piloti v času osamosvojitve sta me prisilila k iskanju alternative. Ko sem zvedel za razpis za kontrolorje zračnega prometa, sem poskusil. Karierno pot sem kot letališki kontrolor zračnega prometa začel na ljubljanskem letališču, nadaljeval kot radarski priletni kontrolor zračnega prometa za ljubljansko letališče, kasneje sem se izšolal še za območnega radarskega kontrolorja v Območni kontroli zračnega prometa Ljubljana. Zadnjih 18 let poleg operativnega dela opravljam še dodatna dela s področja tehnologije služb zračnega prometa. Danes sem ponosen, da sem v slovenski kontroli zračnega prometa vse od začetka. Poleg službenih obveznosti še vedno vzdržujem veljavnost dovoljenja poklicnega pilota, vendar pa sem po pilotski plati veliko bolj aktiven na področju jadralnega letenja.



How do you read (me)? Boštjan Pristavec na delovnem mestu

Ventil: Zaposleni ste v Kontroli zračnega prometa Slovenije. Nam to službo lahko na kratko predstavite?

Boštjan Pristavec: Kontrola zračnega prometa Slovenije, d. o. o., je bila ustanovljena na podlagi Za-

kona o zagotavljanju navigacijskih služb zračnega prometa, skladno z Zakonom o gospodarskih družbah in Zakonom o gospodarskih javnih službah ter v povezavi z Zakonom o letalstvu. Lastnik in ustanovitelj družbe je Republika Slovenija. Je

¹ Kako me slišite? Letalska frazeologija, več o tem glej v Alenka Kukovec, Letalska frazeologija, obnovljena in dopolnjena izdaja, Ljubljana 2001, Select Co.

nosilec dovoljenja za izvajanje navigacijskih služb zračnega prometa, in sicer za izvajanje služb zračnega prometa, služb letalskih telekomunikacij in služb letalskih informacij. Družba zagotavlja tehnično in operativno zmogljivost ter strokovno znanje za izvajanje navigacijskih služb zračnega prometa na varen, neprekinjen, zmogljivostno prilagodljiv, cenovno ugoden, stroškovno učinkovit ter sonaraven in kakovosten način, in to neprestano prilagaja dejanski trenutni ali kakršni koli prihodnji gostoti letalskih prometnih tokov v danem zračnem prostoru.

Družba je torej usposobljena za varno, kakovostno in učinkovito izvajanje dejavnosti vodenja in kontrole zračnega prometa v vseh fazah letov zrakoplovov in varnega poteka prometa na letališčih, izdajanja letalskih informacij in nadgradnje, uvedbe ter vzdrževanja sistemov in naprav za vodenje in kontrolo zračnega prometa. Poleg tega ima strokovno znanje za razvoj zračnega prometa in pripravo predpisov s tega področja. Sodeluje lahko v domačih in tudi tujih projektih ter ustvarjalno prispeva k odločitvam v korist Republike Slovenije. Vzpostavitev sodelovanja z državnimi organi, predvsem z Ministrstvom za obrambo RS in Slovensko vojsko, pomeni pomemben segment na področju nacionalne varnosti in suverenosti, saj ima dejavnost kontrole zračnega prometa za državo strateški pomen in je tudi eden od segmentov nadzora (air policing) slovenskega zračnega prostora. Družba je vzpostavila dobre odnose s sosednjimi državami, njen cilj je prispevati k doseganju ciljev Evropske komisije v zvezi z oblikovanjem funkcionalnih blokov zračnega prostora (Functional Airspace Blocks – FAB) v Evropi in pridobiti strateške partnerje na bližnjem območju, da si tako zagotovi vlogo pri prihodnjem zagotavljanju navigacijskih služb zračnega prometa v regiji.

V podjetju je 225 zaposlenih, od tega 106 kontrolorjev zračnega prometa, sedež družbe pa je na Brniku v neposredni bližini letališča Jožeta Pučnika Ljubljana.

Ventil: *Zračni prostor Republike Slovenije je relativno majhen. Kako sodelujete s kontrolami zračnega prometa v sosednjih državah? Kakšno je sodelovanje na ravni Evropske unije?*

Boštjan Pristavec: Resda je slovenski zračni prostor med manjšimi. Vendar naj omenim, da se celotni slovenski prostor zelo dobro ujema s standardi za oblikovanje horizontalnih mej posameznega sektorja območne kontrole zračnega prometa. Večje države imajo svoj zračni prostor razdeljen na horizontalne sektorje, oblikovane v podobnih razsežnostih, kot je npr. sektor območne kontrole zračnega prometa Ljubljana. Glede na strukturo prometa in obliko sektorskih mej lahko mirno trdimo, da smo primerljivo veliki glede na ostala prometna področja v Evropi. To potrjujejo tudi analize organizacije Eurocontrol, iz katerih je razvidno, da smo med tistimi kontrolami, ki svoje delo opravljajo učinkoviteje.

Sodelovanje s sosednjimi državami je zelo dobro, smo pomemben člen tudi pri večjih projektih v regiji. Bili smo organizator in promotor t. i. Long Range Directa, s katerim prevoznikom nudimo enostavnejše načrtovanje dolgih segmentov leta preko več držav, npr. od slovensko-avstrijske do bolgarsko-turške meje. Trenutno smo skupaj z Avstrijci v sklepni fazi priprav na implementacijo čezmejnega zračnega prostora brez zračnih poti. Projekt se imenuje SAXFRA – Slovenian Austrian (X)cross-border Free Route Airspace. Kaj to pomeni za pilote, uporabnike zračnega prostora? Zelo na kratko povedano: gre za zračni prostor Avstrije in Slovenije, ki je združen, in znotraj tega lahko uporabniki med vstopnimi, vmesnimi in izstopnimi točkami svobodno načrtujejo svoj let. Pri tem gre za izpolnjevanje in približevanje ciljem, ki si jih je zadala Evropska komisija v smislu zmanjševanja stroškov za opravljanje letalskega prevoza ob upoštevanju strogih naravovarstvenih standardov (zmanjševanje emisij hrupa in izpustov toplogrednih plinov v ozračje). V tem pogledu smo aktivni in prepoznavni ter

primerljivi z najrazvitejšimi sistemi kontrol zračnega prometa v Evropi. Naše prednosti so majhnost, prilagodljivost in znanje, ki se je gradilo od osamosvojitve do danes.

Ventil: *Kaj vse mora znati kontrolor in kakšna osebnost mora biti, da bo varno vodil zračni promet?*

Boštjan Pristavec: Kontrolor mora imeti dobro splošno znanje o letalstvu, predvsem s področja zakonov in standardov, ki veljajo za izvajanje kontrole zračnega prometa. Vendar pa to še ni vse, kar marsikaterega odlično teoretično podkovanega kandidata na poti do poklicnega dovoljenja za kontrolorja zračnega prometa ustavi, je zmožnost hitrega in pravilnega odločanja ob sočasni uporabi računalnika ter mikrofona radijske postaje. Seveda je veliko stvari takih, ki se jih da naučiti in izuriti, pa vendar ne vedno prav vsega. Tisto, kar je najpomembnejše, sta pozitiven odnos do dela in doslednost. Tako kot povsod drugod je tudi pri nas tako, da ima tisti, ki čuti do poklica nekaj več kot le službo, s katero se preživlja, vse pogoje za poklicno rast. Vendar kot omenjam, ključnega pomena so znanje, natančnost in doslednost.

Ventil: *Danes skoraj vsak poklic zahteva kontinuirano izpopolnjevanje. Kako to poteka pri kontrolorjih zračnega prometa? Je to, da ste pilot in kontrolor idealna kombinacija za opravljanje poklica kontrolorja?*

Boštjan Pristavec: V podjetju KZPS se znanje in izurjenost operativnega osebja kontrolorjev zračnega prometa stalno preverjata in osvežujeta. V ta namen imamo v podjetju lasten simulator, na katerem vsak kontrolor dvakrat letno vadi različne neobičajne situacije, kot npr. odpovedi posameznih komponent opreme na delovnem mestu ali postopke v primeru objave postopkov v sili (emergency), dekompresija kabine, odpoved motorja, nujno spuščanje zaradi nenadno obolelega potnika itd. To daje vsakemu kontrolorju potreben nivo izurjenosti, predvsem za tiste okoliščine, ki se dogajajo redkeje, a je zelo pomembno, da v takih tre-

nutkih kontrolor potrebne postopke izvede hitro, natančno in pravilno.

To, da nekdo pozna tudi delovno okolje in pogoje dela kolega, s katerim na delovnem mestu sodeluje, je ključnega pomena za dobro opravljanje dela. Včasih se zdi, da se potrebno znanje s prisotnostjo modernih računalniških sistemov tako kontrole kot pilota zmanjšuje. Menim, da je tako razmišljanje zmotno. Npr. osnovne zakonitosti aerodinamike bodo vedno ostale eden najpomembnejših elementov za letenje in tisti, ki te zadeve dobro razume, je vsekakor v prednosti pred tistim, ki ima v tem poklicu širše kompleksno znanje s področja letalstva.

Ventil: O letalcih kroži veliko šal. »Commuter aircraft: 'Tower, 400 LH with you on the visual straight in for 07L.' Tower: 'Roger LH 400 cleared to land runway 7 L, say your intention?' Commuter aircraft: 'Tower, I would like to become an airline pilot.'«² Nam lahko zaupate kakšno o kontrolorjih zračnega prometa?

Boštjan Pristavec: Ne spomnim se nič primernega.

Ventil: Najprej je bil Čudež na reki Hudson. Temu je sledila knjiga (*Highest Duty – My Search for What Really Matters* – avtor kap. Chesley Sully Sullenberger with Jefry Zaslow), leta 2016 pa je bil posnet še film z naslovom Čudež na reki Hudson. Čeprav je film narejen po besedah kritikov po vseh pravilih, ki veljajo za dobre filme, ostaja dvom o tem, ali bi lahko vodja zrakoplova Sully pristal tudi kako drugače. Kakšne nevarnosti predstavlja pristanek zrakoplova na reki? In kaj menite o publiciteti takih dejanj?

Boštjan Pristavec: Filmska industrija je velikokrat precejšen generator takih in podobnih špekulacij, kot jih omenjate. Glede samega pristanka na reki Hudson sem mnenja, da je pilot opravil svoje delo izjemno. Vedeti je potrebno, da v danih razmerah ni imel prav veliko časa za odločitev. Sreča pri vsem tem je bila, da del reke, do kamor je pilot imel dolet, ni bil bolj zaseden z rečnim prometom, saj bi se vse sku-



Jadrarno letenje je precej zaznamovalo moje življenje

paj lahko kaj hitro končalo bistveno drugače. Glede same publicitete pa menim, da so v današnjem času to za urednike različnih medijskih redakcij zelo privlačne teme. Čutiti je tekmovanje, kdo bo določen dogodek hitreje in čim bolj atraktivno napihnil, da bo pritegnil pozornost bralca, gledalca ali poslušalca ter si s tem dvignil vrednost. Po drugi strani strokovne analize z uporabo modernih tehnologij dvigujejo nivo varnosti, saj se realni parametri leta takih dogodkov zlahka prenesejo na simulator, kjer potem piloti vadijo tovrstne postopke.

Ventil: Nesreča slovenskega zrakoplova na Korziki je končno dobila svoj epilog. Bi lahko ocenili vlogo francoskega kontrolorja pri tej nesreči?

Boštjan Pristavec: Premalo poznam zadevo, da bi komentiral.

Ventil: Pred kratkim smo se spomnili nesreče na Brniku. Če smo prav razumeli poročilo, je bil za nesrečo kriv pilot. Kako lahko pride do tako katastrofalne napake?

Boštjan Pristavec: Rezultati preiskave so razkrili, da je bil razlog za

katastrofo človeška napaka. Od takrat do danes se je na osnovi takih in podobnih nesreč precej spremenil način dela v pilotski kabini, poleg tega predstavljajo izjemen napredek nove tehnologije tako v letalu kot na zemlji, s pomočjo katerih je posadka na letalu ali kontrolor na zemlji opozorjen, da prihaja do odstopanja od določenih standardov. Menim, da je za kaj podobnega danes zelo malo možnosti.

Ventil: Ljudje pri delu delamo tudi napake – namerne in nenamerne. Kako je urejena odgovornost kontrolorja zračnega prometa (civilna in kazenska)?

Boštjan Pristavec: Tudi kontrolorji smo le ljudje, zato se tudi nam dogajajo napake. Moderne tehnologije in dobro organizirano delo nas ščitijo, da smo, četudi pride do napake v delovnem procesu, deležni systemske zaščite v smislu opozoril. Tako opozorilo poleg izvršnega kontrolorja vidi tudi njegov pomočnik – planer, ki v danih razmerah pomaga pri reševanju nastalega problema. Če kljub vsemu pride do kršitve minimumov, npr. za ločevanje dveh letal vertikalno

² Op. cit.: Vanan Del, Martin Leeuwis: Mike Lima Papa Say Heading, A Martin Leeuwis Publication, oktober 2003, prva objava, str. 84.

1000 čevljev ali horizontalno 5 NM (navtičnih milj), smo za te zadeve neposredno odgovorni. Od okoliščin in stopnje ogroženosti so odvisne sankcije, ki doletijo kontrolorja kršitelja pravil. Zanesljivost služb kontrole zračnega prometa je in mora ostati na visoki ravni. Za ilustracijo naj omenim, da se v poletni sezoni na evropskem nebu opravi v povprečju več kot 30.000 letov, na slovenskem nebu beležimo v poletnih mesecih od 1100 do 1200 letov dnevno.

Ventil: *Imate licenco profesionalnega pilota. Kaj vam pomeni letenje in še posebej letenje z jadralnimi letali? Je to res samo lov na daljave?*

Boštjan Pristavec: Veliko mojega časa je povezanega z letalstvom. Letenje, predvsem jadralno, je precej močno zaznamovalo moje življenje. Čar ali magnet, ki me pri jadralnem letenju vleče, je povezan s stalnim optimiranjem leta, od vzleta do pristanka. Kam se usmeriti oziroma kako odleteti, da kar najbolje izkoristiš vremenske pogoje, da brez motorja ostaneš v zraku čim večji del dneva, je torej vedno nova in nova zgodba. Če si zadaš še cilj, da pri tem preletiš čim daljšo pot ali dosežeš čim večjo povprečno potovalno hitrost, je to prav zanimiva igra. Vsak let je svoja in drugačna zgodba.

Če se to dogaja na tekmovanju, imaš vsak dan na voljo neposredno primerjavo, kako dobro si odletel zadano nalogo v primerjavi s konkurenti, ki na istem mestu in v enakem vremenu poskušajo doseči čim boljši rezultat. ... enostavno rečeno, to je tisto, kar vleče.

Ventil: *Že nekaj časa je v »popravilu« Zakon o letalstvu. Menite, da je stroka dovolj vključena v popravke?*

Boštjan Pristavec: Z letalsko zakonodajo se v drugih državah ukvarja neprimerno širši krog strokovnjakov kot pri nas. Menim, da smo v tem pogledu lahko zadovoljni, da smo polnopravna članica evropske skupnosti, saj se s harmonizacijo evropske letalske zakonodaje zadeve ure-

jajo tudi pri nas. Glede »popravila« Zakona o letalstvu pa mislim, da je postopek usklajevanja precej počasen, saj razvoj posameznih področij letalstva zahteva hitrejše prilagajanje. Na koncu smo priča temu, da počasna usklajevanja posledično odbijajo sodelovanje stroke.

Ventil: *Imate morda kakšne predloge, ki bi olajšali delo kontrolorjev in izboljšali let?*

Boštjan Pristavec: Pri spreminjanju zakonodaje smo kot podjetje vedno, ko smo s tem seznanjeni, odzivni oziroma pripravljeni sodelovati, saj se zavedamo, da nam zakon določa osnovna pravila oziroma pogoje za dobro delovanje podjetja.

Ventil: *Pravite, da je pilot najbolj odvisen od vremena (Nedelo 17.7.2016). Moderne tehnologije ožijo pilotu njegov poklic. Kdaj ga bodo povsem nadomestile?*

Boštjan Pristavec: Moderne tehnologije so v precejšnji meri dvignile nivo varnosti v letalstvu. Hkrati s tem pa sta se precej spremenila vloga in delovno okolje pilota. Piloti sodobnih potniških ali transportnih letal so postali bolj kot klasični piloti nadzorniki sistemov na letalih. Nekoliko drugače je na področju splošnega letalstva, kjer je dobršen del letal opremljen z opremo, ki terja od pilota ustrezno znanje in izkušnje ter temeljitejšo pripravo, predvsem v vremensko zahtevnejših okoliščinah. Ne glede na nagel razvoj tehnologij menim, da še nismo prav blizu trenutku, ko bi moderne tehnologije v večjem obsegu nadomestile pilota v letalu.

Ventil: *13. oktobra 1919 je bila v Parizu podpisana Konvencija o ureditvi zračne plovbe. S tem je bil prvič v mednarodnem letalskem pravu (delno) urejen položaj vodje zrakoplova. Številni mednarodni dokumenti so potem v naslednjih letih predpisovali pravice in dolžnosti vodje zrakoplova, leta 1947 pa je nastalo besedilo, ki naj bi vse te naloge in dolžnosti združilo pod eno streho. Nastal je osnutek Mednarodne organizacije za civilno letalstvo o pravnem statu-*

su vodje zrakoplova. ICAO do danes ni uspel skozi svoje mline spraviti besedila tega dokumenta. Ste kot profesionalni pilot mnenja, da bi bilo potrebno status vodje zrakoplova urediti z mednarodno konvencijo?

Boštjan Pristavec: Dokument o pravnem statusu vodje zrakoplova je glede na globalizacijo, ki smo ji priča, tudi v letalskem prometu vsekakor potreben oziroma več kot dobrodošel, saj menim, da bi imel ugodne učinke na zagotavljanje osnovnih pogojev za delo pilota – vodje zrakoplova, kar hkrati pomeni ugoden vpliv na varnost zračnega prometa.

Ventil: *Droni so vse bolj množični uporabniki zračnega prostora, tudi v Sloveniji. Kakšen je pogled kontrolorja na ta pojav, ki je, vsaj v nekaterih pogledih, pravzaprav zelo koristna pridobitev (nadzor nad požari, iskanje ponesrečencev in podobno)?*

Boštjan Pristavec: Droni in drugi brezpilotni letalniki so enostavno dejstvo, ki ga je potrebno sprejeti in seveda ustrezno uvrstiti med dosedanje uporabnike zračnega prostora. Kot kontrolor vidim za letenje dronov v kontroliranem zračnem prostoru edino možnost pod pogojem, da so ti opremljeni z vso potrebno opremo za identifikacijo in komunikacijo med upravljavcem drona in kontrolorjem. Druga možnost je rezervacija zračnega prostora v smislu začasne omejitve letenja drugih uporabnikov v času letenja dronov ali podobnih brezpilotnih letalnikov. Najmočnejši vzvod za nadzor in osveščanje lastnikov dronov in drugih brezpilotnih letalnikov vidim v ustrezni zakonodaji ter posledično v nadzoru prodaje in ustreznem šolanju lastnikov oz. operaterjev dronov ali drugih vrst brezpilotnih letalnikov.

Ventil: *Zahvaljujemo se vam za vaše odgovore in vam želimo uspešno poklicno pot in veliko lepih trenutkov v jadralnem letenju.*

*Mag. Aleksander Čičerov,
univ. dipl. pravnik
UL, FS – uredništvo revije Ventil*

AUTOMATICA 2016 –

7. Mednarodni sejem za avtomatizacijo in mehatroniko

Marko ŠIMIC



Povzetek: Sejem AUTOMATICA, ki poteka v Münchnu na dve leti in se je tokrat odvijal v času od 21. do 24. junija, predstavlja osrednji dogodek v Evropi na področju avtomatizacije, robotike in mehatronike. V zadnjih letih je čutiti močan porast avtomatizacije v industrijskih aplikacijah, o čemer pričajo tudi podatki o številu razstavljalcev, razporejenih v kar 12 dvoranah. Tokrat so inovacije avtomatiziranih sistemov usmerjene predvsem v optimizacijo proizvodnih procesov s pomočjo »pametnih« naprav, ki so ključne za prihajajočo industrijo 4.0.

■ O sejmju

Letošnji sejem Automatica je v 4 dneh obiskalo okrog 35 tisoč obiskovalcev, ki so lahko v 12 razstavnih halah videli preko 825 razstavljalcev. Številke nazorno pričajo, da gre za enega najpomembnejših sejmov v Evropi na področju avtomatizacije, robotike in mehatronskih sklopov. Letošnja rdeča nit sejma je bila Optimize your production – optimizacija proizvodnih procesov z uporabo naprednih pametnih naprav. Čeprav se o novih usmeritvah na omenjenem področju govori že nekaj let, je šele na letošnjem sejmju industrija 4.0 dobila pravi pomen. Razvoj robotike in njenih komponent, napredni merilni sistemi, algoritmi in komunikacijskimi protokoli so pripomogli, da je omenjena industrija na poti uporabe v realnih aplikacijah. V Sloveniji lahko zasledimo podoben razvojni trend, usmerjen bolj v posamezne aplikativne procese, v Strategiji pametne specializacije.

Po podrobnejši analizi je bilo mogoče ugotoviti, da je sejem name-

Doc. dr. Marko Šimic, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, fakulteta za strojništvo



Slika 1. Utrinek s sejma Automatica 2016 (vir: Automatica)

njen predvsem avtomobilski industriji, poleg tega pa se usmerja tudi na področja kemijske in prehranske industrije, farmacije, kozmetike, medicine, lesarstva, predelave materialov, še posebej v zadnjem času tudi informacijske in komunikacijske tehnologije.

Na sejmju so predstavili komponente in sisteme z že znanih področij, kot so strega in montaža, robotika, strojni vid, pogonska in krmilna tehnika, programska orodja, senzorika, komponente za

gradnjo strežnih in montažnih sistemov kakor tudi transportne sisteme z nekaj novitetami s področij naprednih polimernih materialov. Izpostavimo lahko dejstvo, da je vse večji poudarek na 3D-vizualizaciji avtomatiziranih robotskih celic in sistemov, kar pripomore k optimizaciji postavitve in procesov že v razvojni fazi postavljanja proizvodnih linij.

Po ogledu sejma je mogoče izpostaviti nekaj posebej poudarjenih tem:

- inovativne rešitve za aplikacije prihajajoče industrije 4.0,
- optimizacija proizvodnje z uporabo strojnega vida,
- inovativne rešitve na področju senzorike in pametnih komponent,
- napredna ergonomsko oblikovana ročna montažna mesta v kombinaciji z roboti,
- vizualizacija procesov v 3D-prostoru,
- napredni fleksibilni proizvodni sistemi za maloserijske izdelke,
- zelena avtomatizacija in avtomatizacija, prijazna okolju,
- trendi in inovacije na področju transportnih sistemov in zalogovnikov,
- trendi in inovacije v robotiki,
- druga področja uporabe robotov.

Sejem ni bil namenjen samo razstavi, temveč je želel s spremljajočimi dejavnostmi doseči še nekaj več. V ta namen so bile organizirane znanstvene konference, forumi, tiskovne konference in drugi dogodki. Posebnost sejma je predstavljal »Start up world«, kjer so se nadobudni mladi ustvarjalci pod mentorstvom izkušenih industrijskih mojstrov preizkušali v razvojnih nalogah na področju avtomatizacije, robotike in mehatronike.

■ Optimizacija proizvodnih procesov – rdeča nit AUTOMATIC 2016

Letošnji sejem je predstavil tri glavna področja, ki bi v bodoče lahko bistveno vplivala na izboljšanje proizvodnih procesov. Na podlagi strategije pametnih tovarn in industrije 4.0 se poraja glavno vprašanje, kako proizvodne in poslovne procese kar najbolj učinkovito povezati zaradi zmanjšanja stroškov in boljše stabilnosti procesov z manj zastoji. Ključnega pomena je pridobivanje pomembnih informacij in s tem spremljanje realnega stanja procesov in sistemov ter nadalje pravilno avtonomno odločanje s pomočjo naprednih odločitvenih algoritmov informacijskih sistemov.

Opaziti je, da je uporaba strojnega vida na področju zaznavanja in merjenja objektov v največjem porastu. Ta tehnologija predstavlja enega od ključnih segmentov pri pridobivanju informacij. Pridobljeni podatki o lokacijah in trenutnem stanju komponent in produktov so temelj za napredne odločitvene algoritme, ki te podatke analizirajo in izvršijo optimizacijske korake ter tako adaptivno krmilijo proizvodni proces, vključujoč avtomatizirane sisteme.

Vizualizacija proizvodnih procesov v 3D-prostoru postaja vse bolj uporabna. Z razvojem napredne računalniške in programske opreme je mogoč vpogled v realno proizvodno linijo v virtualnem svetu že v fazi snovanja nove tovarne ali procesa. Pri integriranih rešitvah je poudarek na senzorjih, ki imajo funkcijo zgodnjega odkrivanja napak v procesih in na izdelkih samih. Rešitev za izboljšanje kakovosti komponent in učinkovitejšo rabo energije se kaže v razvoju pogonske tehnike in naprednih krmilnikov. Velik poudarek je na ročnih montažnih mestih, ki izkoriščajo napredne tehnologije vizualizacije ter izvajanja kontrole direktno med procesom montaže. Vse pogosteje zasledimo tudi interakcijo človek-robot za odpravo človeškega faktorja in s tem vpliva na nadaljnje procese.

Na področju robotike se kaže razvoj v smeri naprednih krmilnikov in pogonov, ki omogočajo enostavnejše in bolj fleksibilno programiranje, spremljanje procesov in tudi optimizacijo na podlagi spremljanja podatkov v realnem času. Pomembna je varnost, ki jo dosežemo z uporabo senzorjev na robotih, robotskih rokah ali prijemalnih, saj vse več robotov sodeluje s človekom na montažnih mestih.

■ Strojni vid kot eden ključnih segmentov sodobne proizvodnje

Na sejmu je bil največji poudarek ravno na področju brezkontaktnih merilnih sistemov, ki vključuje sisteme strojnega vida, naprave za skeniranje 3D-objektov in laserske sisteme. Strojni vid se uporablja

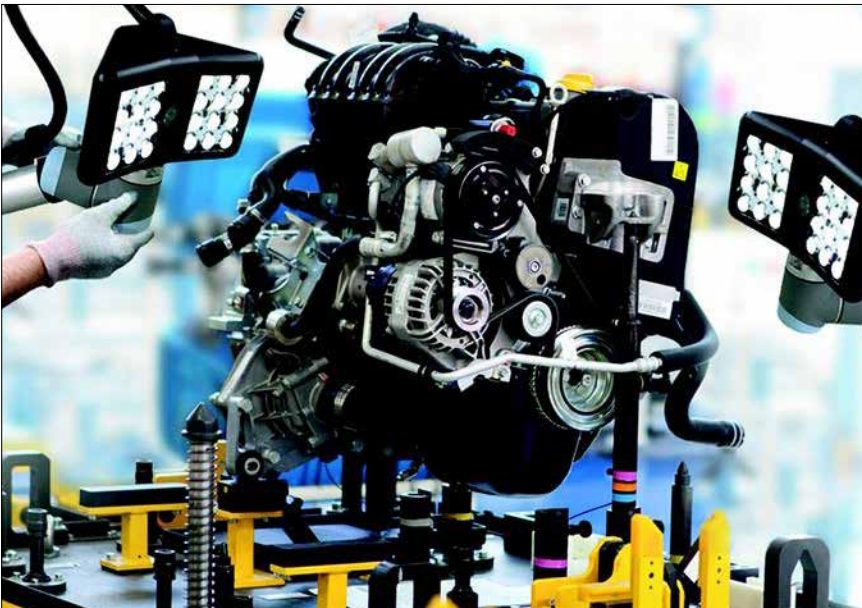
predvsem pri spremljanju proizvodnih procesov v realnem času in sprotne korekciji v primeru odstopanj od predvidenega stanja. Izpostavimo lahko nekaj primerov uporabe strojnega vida. Podjetje VMT je predstavilo sistem strojnega vida v procesu nanosa tesnilne mase z robotom. Namen uporabe kamere ni le v zaznavanju pravilnosti nanosa mase, temveč tudi v sledenju robotske roke trajektoriji reže (adaptivno krmiljenje). Sistem je na ta način visoko fleksibilen in ga je mogoče uporabiti za različne oblike objektov.

Drugi pomemben segment strojnega vida predstavlja zaznavanje prisotnosti komponent na sestavih in merjenje posameznih delov. Podjetje Vision Tools je prikazalo visoko fleksibilen, samoprilagodljiv sistem, ki lahko nadomesti stacionarno merilno celico. Kamere in svetilna telesa so pritrjena na robotske roke, kar omogoča, da en sistem lahko uporabimo za več različnih sestavov. Različne kamere ali svetila so lahko dodani kot zamenljive robotske roke.

Podjetje FARO, vodilno na področju 3D-skeniranja objektov, je predstavilo nov skener visoke ločljivosti, ki omogoča natančen popis površin v le nekaj sekundah. Merilni sistem z več kamerami v kombinaciji s teh-



Slika 2. Kontrola procesa nanosa tesnilne mase z uporabo strojnega vida (vir: VMT)



Slika 3. Zaznavanje in merjenje s strojnim vidom (vir: VisionTools)



Slika 4. Skeniranje za digitalizacijo 3D-objektov (vir: Faro)



Slika 5. Nova radiometrična termična kamera (vir: InfraTec)

nologijo modre svetlobe je tako primeren tudi za procese v realnem času. Še posebej je tehnologija primerna za digitalizacijo objektov pri tehnologiji povratnega inženiringa.

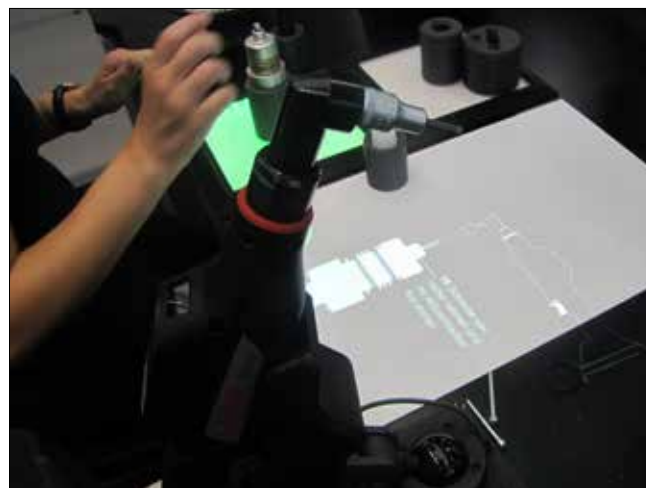
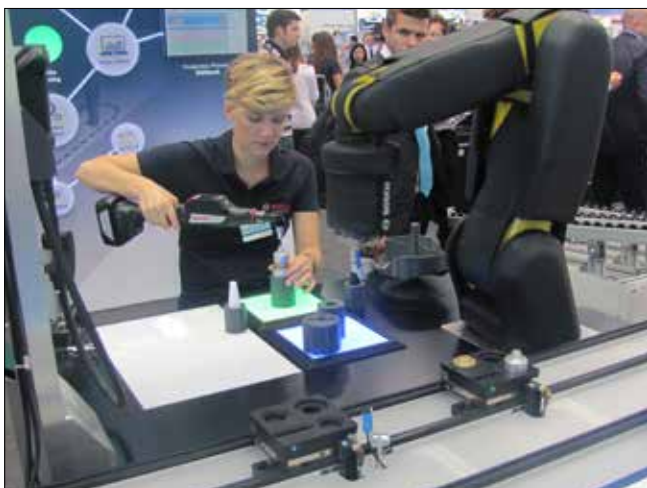
Sejem je predstavil kar nekaj novosti na področju zaznaval kamer, leč in objektivov. Razvoj gre v smeri pametnih kamer z integrirano elektroniko in algoritmi. Izpostavimo lahko podjetje InfraTec, ki je postavilo nove smernice na področju termičnih kamer s produktom ImageR 10300. Predstavlja prvo termično kamero te vrste z visoko ločljivostjo in s samodejnim ostrenjem slike.

■ Integrirane rešitve v proizvodnji

Pomembno vlogo v prihajajoči industriji 4.0 bodo imela napredna ergonomsko oblikovana ročna montažna mesta. V primeru ročne montaže bodo omogočala optimalno prilagoditev individualnim zahtevam delavca in procesa. Sistem strojnega vida bo delavca prepoznal (prepoznavanje višine delavca, dosega rok itd.), ko ta vstopi v delovno območje, in v nekaj sekundah prilagodil montažno



Slika 6. Samoprilagodljivo ročno montažno mesto z naprednimi pripomočki (vir: Šimic)



Slika 7. Sodobno ročno montažno mesto v kombinaciji z robotom (vir: Šimic)

mesto. Prilagoditev ročnega montažnega mesta se lahko izvede tudi preko identifikacijske kode delavca. Mesta so po novem opremljena z vrsto pripomočkov za zagotavljanje učinkovitejše montaže. Proces mon-

taže nadziramo s pomočjo strojnega vida, ki prepoznava pravilnost vrstnega reda sestavljanja, pravilnost sestava samega in nas v primeru nepravilnosti na to opozori in predlaga nadaljnji ukrep. Informacije o

montažnem procesu, sestavnih delih in sestavu so direktno dostopne in prikazane na dotičnih zaslonih ali pa s projekcijo na delovni mizi. Vrstni red operacij je podprt s signalnimi učinki na zalogovnikih.



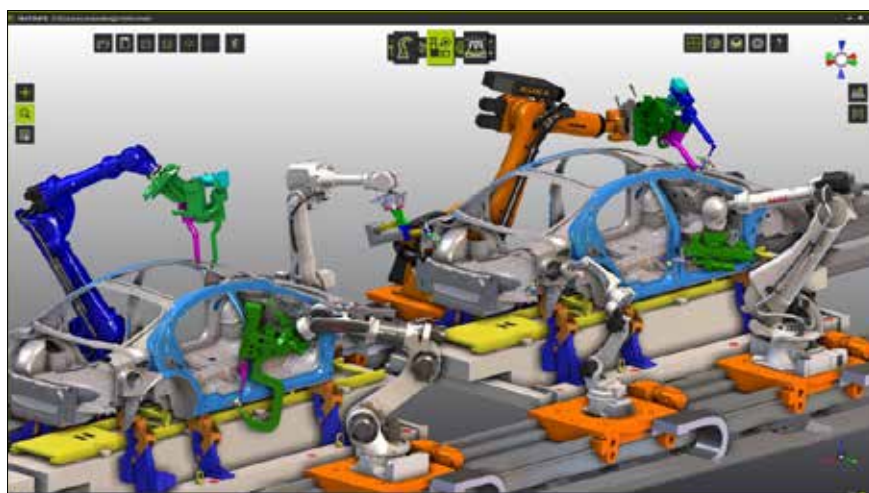
Slika 8. Virtualni prikaz avtomatizirane strege in montaže (vir: Visual Company)

Velik poudarek je zaslediti tudi na področju vizualizacije in simulacije proizvodnih procesov. Pomembnost virtualnega prikaza se kaže predvsem v učinkoviti predstavitvi proizvodnje v fazi načrtovanja nove proizvodne linije ali procesa. Podjetje Visual Company je predstavilo napredno simulacijsko orodje za 3D-vizualizacijo in simulacijo proizvodnih avtomatiziranih procesov v kombinaciji z ročno montažo.

Podjetje Cenit AG, ki je eno od vodilnih na področju simulacije robotskih linij v avtomobilski industriji, je predstavilo simulacijsko orodje, s katerim lahko določimo optimalen položaj (layout) in potek operacij z realnimi proizvodnimi časi.

Robotika

Na področju robotov je zaslediti trend povečevanja nosilnosti in hitrosti ob ohranjanju pozicijske točnosti. Še vedno se robotski sistemi največ uporabljajo v avtomobilski industriji. Niso pa namenjeni le izvajanju operacij varjenja, kontrole in montaže, temveč tudi pozicioniranju težkih baznih delov, pri katerem sodeluje več robotov, in prenosu sestavov iz ene proizvodne linije na drugo.



Slika 9. Simulacija se najpogosteje uporablja v avtomobilski industriji (vir: Cenit AG).



Slika 10. Varjenje avtomobilskega ogrodja z robotsko celico (vir: Šimic)

Zaradi povečanja variantnosti izdelkov so v maloserijskih proizvodnjah potrebni bolj fleksibilni avtomatizirani sistemi na področju manipulacije in montaže. Podjetje Universal Robots je predstavilo model robota, ki ga zaradi majhnosti, cenenosti in enostavnosti programiranja lahko uporabimo namesto klasičnih pnevmatičnih manipulatorjev kot strežne naprave v proizvodnih procesih. Pred-

nosti se kažejo predvsem v veliki fleksibilnosti sistema in vgrajeni senzoriki. Podobno je podjetje Staubli predstavilo kolaborativnega robota, namenjenega pomoči pri zagotavljanju pozicijske točnosti.

Na področju mehanskih konstrukcijskih rešitev lahko izpostavimo visoko precizna gonila podjetja Nabtesco Precision Europe GmbH, ki se običajno uporabljajo v indu-

strijskih robotih in robotskih pozicionerjih oz. preciznih obračalnih enotah. Razvoj gre predvsem v smeri zagotavljanja višje togosti in kompaktnosti gonil, ki dovoljujejo višje aksialne in radialne obremenitve, momente ob zagotavljanju visoke pozicijske točnosti (tudi pod 1 mikrometer). Hkrati kompleksne robotske aplikacije, kot je varjenje, zahtevajo adaptivno krmiljene, visoko dinamične pozicionerje, ki so zaradi naprednih pogonov tudi energijsko učinkovitejši.

Vse več je poudarka na področju razvoja inteligentnih robotskih prijemal in rok. Za aktuatorje je možnih več vrst pogonov – od pnevmatskih mišic do koračnih in servoelektričnih motorjev. Ena od zahtev je približati funkcijo robotske roke človeški, druga zahteva se nanaša na varnost, ki jo mora zagotavljati robotski sistem. V prvem primeru je podjetje Shadow Robot Company iz Londona predstavilo inteligentno robotsko roko, katere kinematika zagotavlja 20 prostostnih stanj in se zelo približa človeški kinematiki. Za doseganje drugega pogoja roka vsebuje senzorje za zaznavanje pozicije, sile, temperature in dotika. Slednji omogoča



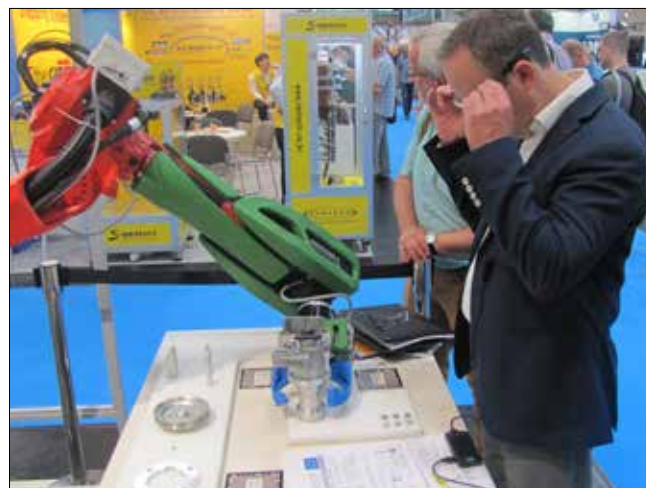
Slika 11. Ročno vodena robotska roka za pomoč pri montažnih operacijah (vir: Šimic)



Slika 12. Precizni robotski pozicionerji v procesih varjenja (vir: Šimic)



Slika 13. Inteligentne robotske roke, opremljene s senzorji za občutenje objektov (vir: Shadow Robot Company)



Slika 14. Vodenje robotske roke s pomočjo interaktivnih očal (vir: Šimic)



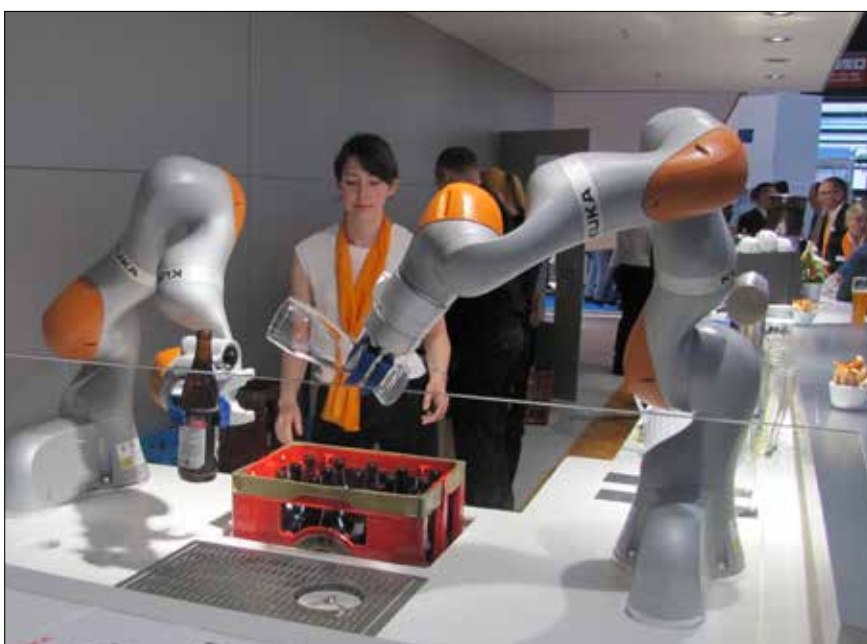
Slika 15. Avtonomno vodeni vozički v procesih strege in montaže (vir: Šimic)

celo zaznavanje vrste prijetega materiala s pomočjo nameščenih senzorjev dotika na konicah prstov.

Vodenje robota s pomočjo interaktivnih očal ali z uporabo inteligentne naprave, ki zaznava frekvenčni odziv možganov, ni več znanstvena fantastika, temveč postaja realnost. V tej fazi je uporaba omejena na enostavnejše aplikacije strege.

Na sejmu je bilo predstavljenih več vrst avtonomno vodenih vozičkov in mobilnih robotov. Eni imajo funkcijo strege materiala, drugi so opremljeni z robotskimi rokami za izvajanje montaže na mestih, kjer je to potrebno. Predstavljena je bila vrsta načinov vodenja vozičkov, kot so tehnologije RFID in GPS. Še vedno se za vodenje najpogosteje uporabljajo talne oznake (vidne črte, magnetna polja, ...), ker so cenovno najugodnejše.

V prihodnosti lahko pričakujemo vse več robotov v gostinstvu in gospodinjstvu za pomoč pri različnih opravilih, kot so: sortiranje, točenje, serviranje hrane in pijače itd. V gospodinjstvu je še posebej dobrodošla pomoč osebam s posebnimi potrebami in invalidom. Invalidski vozički z dodano robotsko roko za pomoč pri opravilih so le ena od nadgradnje, postali so tudi bolj pametne naprave, ki jih je lažje upravljati.



Slika 16. Prihodnost robotov se kaže tudi v gostinstvu (vir: Šimic)

Mednarodna konferenca Management and Innovative Technologies – MIT 2016

Izidor SABOTIN, Joško VALENTINČIČ

Med 5. in 7. septembrom je bila na slovenski obali, natančneje v Fiesi, organizirana 14. mednarodna znanstvena konferenca z naslovom *Management and Innovative Technologies – MIT 2016*. Prva konferenca MIT je bila izvedena leta 1995 in od takrat privablja na slovensko obalo domače in tuje udeležence iz industrije in akademskih krogov s področij inženirstva, ekonomije, sociologije ipd. Konferenca je namenjena predstavitvi raziskovalnih rezultatov, druženju, mreženju in sklepanju novih poznanstev med predstavniki industrije in akademskih krogov ter tako predstavlja izvrstno priložnost za promocijo industrije in znanosti. Skupni imenovalec zastopanih področij sta inovativnost in menedžment. Letos je konferenca potekala tudi v obliki delavnic in reševanja problemov iz prakse.

Konferenca je bila organizirana pod znanstvenim pokroviteljstvom **izr. prof. dr. Joška Valentinčiča**, **dr. Izidorja Sabotina** (oba LAT – Laboratorij za alternativne tehnologije) s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani in **mag. Paula Levjaja** z Univerze v Brightonu. Sponzorska sredstva so konferenci namenila sledeča podjetja: Best Fluid Technology Ltd. – razvijalec in proizvajalec visokotlačnih tehnologij, BSH gospodinjiski aparati Nazarje – hčerinsko podjetje krovnega podjetja Bosch Home Appliances in Tecos – razvojni center orodjarstva Slovenije. Na konferenci se je zbralo okrog 45 znanstvenikov, raziskovalcev, ljudi iz industrije, menedžmenta in gospodarstva. Udeleženci so prišli iz desetih evropskih držav s številčno zasedbo iz Češke in Romunije.

Poleg ustaljenega programa je del programa nastajal interaktivno s pomočjo udeležencev, ki so lahko

Dr. Izidor Sabotin, univ. dipl. inž.,
izr. prof. dr. Joško Valentinčič,
univ. dipl. inž., oba Univerza v
Ljubljani, Fakulteta za strojništvo



Odpрте konference. Udeleženci sedijo v krogu, kar ustvari povezano skupino, v kateri prevladuje sproščeno ozračje. Na sliki levo: pokrovitelja konference mag. Paul Levy (Univerza v Brightonu) in izr. prof. Joško Valentinčič (Univerza v Ljubljani).

izbrali najbolj zanimivo temo, na katero je bila izvedena odprta sekcija. Tako so lahko udeleženci sodelovali pri oblikovanju samega programa pred začetkom in med samo konferenco. Novost je bil tudi format predstavitev znanstvenih prispevkov PechaKucha, ki temelji na predstavitvi 20 diapozitivov v 6 minutah in 40 sekundah. Tako ima vsak govorec 20

sekund časa za posamezen diapozitiv, kar močno poživljuje predstavitev in drži poslušalca v stalni pozornosti.





Skupinska okrogla miza, na kateri udeleženci obravnavajo teme, ki so jih predstavili vabljeni predavatelji. Na sliki zgoraj: doc. dr. Davorin Kramar (Univerza v Ljubljani), izr. prof. dr. Massimiliano Annoni (Politehnika Milano), dr. Josef Foldyna (Inštitut za geofiziko iz Ostrave), doktorski kandidat Alexandre Piaget (Univerza v Grenoblu).

Omenjeni tip prezentacije je znan že več kot 10 let in je naletel na pozitivne odzive publike. Konferenčno občinstvo, tako iz akademskih krogov kot iz industrije, predstavlja potenten in navdahnjen krog ljudi, ki z veseljem komentira in prisluhne inovativnim idejam z različnih področij.

■ 1 Tematski govorniki in prispevki na sekcijah

V otvoritvenem delu konference je svojo pot od ideje do podjetja predstavil **mag. Gorazd Lampič**, ustanovitelj in generalni direktor podjetja Elaphe pogonske tehnologije, d. o. o., ki razvija in prodaja tako imenovane »in-wheel« elektromotorje. Podlaga za ustanovitev podjetja je bila invencija svetovno znanega slovenskega raziskovalca in izumitelja Andreja Detele. Okrog invencije se je nato zbral ozek krog ljudi, odločenih premakniti trend pogonskih sklopov z notranjim zgozrevanjem v smer serijskih električnih avtomobilov. Po dobrih dvajsetih letih ter vzponih in padcih podjetje doživlja razcvet, ki je bil kronan z močno investicijo kitajskega vlagatelja. Gorazd se je neposredno po predstavitvi odpravil na poslovno potovanje na Kitajsko in s poslušalci delil izkušnje, kako sodelovati in trgovati z Daljnim vzhodom.

Kot drugi vabljeni predavatelj se je nato predstavil **Franz Trieb**, izvršni direktor avstrijskega podjetja Best Fluid Technology Ltd. (BFT), prej znanega pod imenom Böhler Hochdrucktechnik (BHDT). Podjetje je najbolj znano po razvoju in proizvodnji visokotlačnih črpalk, ki dosežejo tudi do 12000 barov tla-

ka. Franz se je podjetju pridružil v leta 1979, ko je bila tehnologija rezanja z abrazivnim vodnim curkom še v povojih. V predavanju z naslovom Voda kot orodje – visoki tlak kot strast je predstavil zgodovinski pogled na omenjeno tehnologijo z vidika menedžmenta inovacij, ki so privedle do množične uporabe tega obdelovalnega postopka na raznovrstnih področjih.

Naslednji vabljeni predavatelj je bil **dr. Aleš Hančič**, direktor tehnološkega razvojnega centra orodjarstva Slovenije Tecos. V razvojnem centru sledijo najbolj naprednim tehnologijam in znanstvenoraziskovalnim dosežkom na področju orodjarstva z namenom prenosa znanj v industrijsko prakso. V tem kontekstu je Aleš predstavil predavanje z naslovom Industrija 4.0 v orodjarstvu. Poudarjena je bila povezljivost različnih proizvodnih sistemov in podsistemov na različnih nivojih. Primer implementacije vizije, ki sledi paradigmi industrije 4.0, je tako pametni obdelovalni stroj, ki je temeljito opremljen s senzorji in sam komunicira z drugimi enotami proizvodne verige. S tem se preko implementiranih algoritmov



Predstavitve vabljenega predavanja mag. Paula Levyja z Univerze v Brightonu z naslovom Od znanstvene fantastike do realnosti



vodenja proizvodnje optimirata izkoriščenost stroja in njegova produktivnost.

Četrto vabljenno predavanje je predstavil mag. Paul Levy, sociolog raziskovalec. Tema njegovega predavanja je bila Od znanstvene fantastike do realnosti. V predstavitvi je podal veliko primerov, kako so pisci znanstvene fantastike napovedali prihodnje tehnologije in njihov vpliv na družbo. Kot primer je ideja o robotu, ki je bil v začetkih zf-literature predstavljen kot humanoidni skupek kovinskih udov. Dandanes je robotizacija v polnem razcvetu in ima pomemben vpliv na družbo preko avtomatizacije proizvodnje, kjer je včasih prevladovala človeška delovna sila. Paul je med predavanjem spomnil na znanega pisca zf-literature Isaaca Asimova, ki je pred 80 leti v romanu Jaz, robot zapisal tri zakone, ki naj bi jih imeli ti avtomatizirani stroji vprogramirane. Med drugim prvi zakon pravi, da robot ne sme poškodovati človeka ali dopustiti, da se mu kaj slabega zgodi zaradi robotove pasivnosti. Ob vse večji prisotnosti umetne inteligence so razmišljanja omejenega avtorja še kako relevantna.

Prof. dr. Frank Pude, delujoč na švicarskem inštitutu ETH Zürich, je v sklopu svojega vabljenega predavanja obravnaval temo z naslovom Izzivi tehnologije obdelave z abrazivnim vodnim curkom (AVC) in nove smernice raziskav. Frank je s svojim dolgoletnim delovanjem na področju obdelave z AVC postal eden najuglednejših poznavalcev te tehnologije. Izpostavil je predvsem temo, ki se nanaša na pomanjkanje pitne vode v nekaterih regijah in je ključno povezana z možnostjo uporabe tehnologije AVC. Ker je pričakovano, da bodo čisti vodni vrelni v prihodnosti vse redkejši, bo verjetno zakonodaja pritisnila na smotnejšo rabo pitne vode. Tako bo nastal pritisk na proizvajalce strojev, ki porabljajo relativno veliko količino vode, kot je v primeru tehnologije AVC. Zaprttega pretočnega sistema pri tehnologiji AVC ni možno narediti, saj se med drugim velik delež vode zaradi pretvorbe kinetične energije v toploto upari. Tako je kljub raziskovalnim na-



Dr. Manfred Schmid (ETH Zürich) kot predsednik sekcije na temo aditivnih tehnologij

porom, usmerjenih v reciklažo vode, potrebno dodajati novo količino vode. V pogovoru z udeleženci konference je bilo izpostavljenih kar nekaj idej glede rešitev tega problema.

Drugi dan prireditve je konferenco odprl **dr. Manfred Schmid**, vodja raziskovalne skupine na tehnološkem centru Inspire, ki je pod pokroviteljstvom inštituta ETH Zürich. Njegovo področje ekspertize so aditivne tehnologije. V predavanju z naslovom Aditivne izdelovalne tehnologije – »State of the art«, priložnosti in izzivi za prihodnost je po uvodu in predstavitvi raznovrstnih aditivnih izdelovalnih postopkov poudaril, da je razmah aditivnih tehnologij omogočil potek nekaj ključnih patentov na tem področju. Opredelil je tudi mesto aditivnih izdelovalnih tehnologij v sodobni proizvodnji. Aditivne tehnologije ne vidi kot odgovor na vse izzive proizvodnega strojništva, kot je mnogokrat zmotno prikazano v moderni poljudni literaturi. Kot je splošno znano, so aditivne tehnologije nad vse primerne za prototipiranje, kjer običajno izdelamo malo zelo kompleksnih izdelkov. Manfred pravi, da je drugo tržno področje v izdelavi veliko zelo kompleksnih izdelkov, predvsem takrat, ko kompleksnih oblik ni možno izdelati s tradicionalnimi izdelovalnimi postopki. Kot enega izmed mnogih izzivov za adi-

tivne tehnologije v prihodnosti izpostavlja standardizacijo.

V sklopu konference so potekale tri sekcije, namenjene predstavitvi raziskovalnih rezultatov. Prva je obsegala predvsem tematiko obdelave z AVC. V njej so svoje raziskave predstavili raziskovalci z Univerze v Hannoveru, z Inštituta ETH Zürich, Inštituta za geofiziko iz Ostrave, s Politehniko iz Milana, Tehnične univerze iz Košic in Univerze v Ljubljani. Krovna tema druge sekcije je bila virtualna proizvodnja. Raziskovalci so predstavili tudi teme s področja paradigme industrije 4.0. Sekcija, ki je potekala drugi dan konference pod predsedstvom dr. Schmidta, je pokrivala tematiko aditivnih tehnologij. Raziskovalci so predstavili rezultate, ki so obravnavali sledeče aditivne izdelovalne tehnologije: pretaljevanje z elektronskim žarkom, stereolitografija z uporabo DLP-projektorja in tehnologija ciljnega nalaganja. Na koncu sekcij je bila podeljena nagrada za najboljšo predstavitev PechaKucha, ki jo je prejel izr. prof. Massimiliano Annoni iz Politehniko v Milanu.

Konferenca se je zaključila z odprto sekcijo, v kateri so udeleženci izrazili svoja mnenja o obravnavanih tematikah, o morebitnih smernicah za bodoče konference in oblikah novih vsebin v prihodnosti. Kolegi s Poli-

tehnike v Bukarešti pa so obljubili, da organizirajo naslednjo MIT-konferenco prihodnje leto v Romuniji.

■ 2 Zaključek

Konferenca je tako kot vsakokrat postregla s sproščenim vzdušjem, ki omogoča veliko neformalne komunikacije. Kot plod takega druženja so na koncu nastale ideje za prijavo skupnih projektov na evropskem nivoju in novih povezav ERASMUS+, ki preko izmenjav raziskovalcev obogatijo znanja in kompetence posameznika. Število udeležencev konference je bilo ravno pravnjše, da se je lahko med posamezniki stkala globlja vez, katere cilj sta bila sodelovanje in ponovno srečanje ob naslednji MIT-konferenci.



Zbor dela udeležencev na terasi Hotela Barbara, Fiesa. Četrty z leve Franz Trieb, izvršni direktor podjetja BFT ltd.

Več o konferenci si lahko preberete na spletu: <http://mitconference.wordpress.com/>.

Zbornik konference je prosto dostopen na sledeči po-

vezavi: <https://mitconference.wordpress.com/conference-proceedings/>.

Znanstvene in strovne prireditve

6. Fachtagung: Hybride und energieeffiziente Antriebe für mobile Arbeitsmaschinen – 6. Strokovno srečanje: Hibridni in energijsko učinkoviti pogoni za delovne stroje

15. 2. 2017

Karlsruhe, ZRN

Organizatorji:

- VDMA
- KIT Karlsruhe für technologie, FAST – Institut für Fahrzeugsystemtechnik, Mobima – Lehrstuhl für Mobile Arbeitsmaschinen

Tematika:

- Energijska učinkovitost pri električni pogonski tehniki
- Energijska učinkovitost pri hidravlični pogonski tehniki
- Hibridna pogonska topologija
- Energijski akumulatorji
- Krmilna in regulacijska tehnika
- Obratovalne strategije

Informacije:

- prof. dr. ing. Marcus Geimer, KIT Karlsruher Institut für Technology; FAST Institut für Fahrzeugsystemtechnik; Mobima Lehrstuhl für Mobile Arbeitsmaschinen – Reitheimer Queralle 2, 76131 Karlsruhe, tel.: + 0721 608 48601, e-pošta: hybridtagung-2017@fast.kit.edn, internet: www.fast.kit.edn/mobinna
- dipl. ing. Peter-Michael Synek, VDMA Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V., Fachverband Fluidtechnik, Lyoner Strasse 18, 60528 Frankfurt; tel.: + 069 6603 1513, e-pošta: peter.synek@vdma.org, internet: www.fast.kit.edn/mobinna

16. Antriebstechnisches Kolloquium – 16. Pogonsko-tehnični kolokvij

7. in 8. 3. 2017

Aachen, ZRN

Organizator:

- RWTH Aachen

Tematika:

- Novi razvojni dosežki in inovacije na sistemski in komponentni ravni za pogonske tehnike
- Izmenjava izkušenj in idej med industrijo in akademsko sfero
- Snovanje pogonskih sklopov za različna področja uporabe

Informacije:

- www.atk-aachen.de

AIG'17
6. in 7. april 2017, Hotel City Maribor

Poletna šola strojništva 2016

Tretja Poletna šola strojništva je potekala med 16. in 19. avgustom na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani. Njen namen je bil na zanimiv način predstaviti študij in delo inženirja strojnika na različnih področjih, namenjena pa je osnovnošolcem od 8. do 9. razreda in srednješolcem od 1. do 3. letnika.

Letos je bila možna izbira med sledečimi delavnicami:

- Mobilni robot,
- 3D-tiskanje, 3D-skeniranje in programiranje CNC-obdelovalnih strojev,
- Vodno-hidravlična stiskalnica pločevink,
- Uporaba ostanka lesne biomase kot vira energije za stavbe,
- Portalni žerjav s pnevmatikami,
- Model vetrovnega kanala v Nordijskem centru Planica,
- Gradnja letala na daljinsko vodenje,
- Od ideje do izdelka – 3D-tiskanje plastike,
- Spajanje in toplotno rezanje materialov ter
- HPC-High Performance Computing.

Objave za sodelovanje so bile odprte do konca junija, glede na prijave pa so bile izbrane naslednje delavnice:

- **Mobilni robot** v okviru Laboratorija za tehnično kibernetiko, obdelovalne sisteme in računalniško tehnologijo, ki ga vodi prof. dr. Peter Butala,
- **Gradnja letala na daljinsko vodenje** v okviru Laboratorija za aeronavtiko, ki ga vodi izr. prof. dr. Tadej Kosel, in
- **3D-tiskanje, 3D-skeniranje in programiranje CNC-obdelovalnih strojev** v okviru Laboratorija za odrezavanje, ki ga vodi izr. prof. dr. Franci Pušavec.



Slika 1. Uvodni pozdrav udeležencem

Poletna šola se je zaradi praznika pričela v torek 16. avgusta zjutraj s sprejemom in uvodnim pozdravom.

Na delavnici **Mobilni robot** je letos sodelovalo 14 udeležencev. Njen vodja je bil doc. dr. Rok Vrabič, pomoč pa sta nudila še študenta Maja Lindič in Alen Bučar.

Cilj delavnice je bil udeležence seznaniti z osnovami mehatronike. Začetne ure so bile namenjene spoznavanju teoretičnih osnov in varnemu rokovanju z orodjem. Pri-

dobljeno znanje so udeleženci uporabili pri izdelavi električnega vezja. Vse komponente, potrebne za njegovo sestavljanje, so bile že vnaprej pripravljene. Tako je prvi dan že nastal mobilni robot, na katerega so naložili program, ki je omogočal vožnjo s pametnim telefonom. Naslednja dva dneva sta potekala podobno. Dopoldne je bilo kratko predavanje o teoretičnih osnovah, ki so jih sodelujoči potrebovali za kasnejše razumevanje, nadaljevali pa so s programiranjem v jeziku C, kjer so nova znanja preizkusili še v praksi. Tako so mobilnega robo-



Slika 2. Udeleženci delavnice Mobilni robot

ta »naučili« vožnje po črti. Robot avtonomno zaznava kontrast med dvema površinama in na takšen način pelje po narisani črti. Predzadnji dan so izvedli še tekmovanje, na katerem so preizkusili, kako kakovosten program so napisali in kako hiter je njihov robot.

Na delavnici **Gradnja letala na daljinsko vodenje** je letos sodelovalo 11 udeležencev. Delavnico so vodili študenti Lazo Milenkov, Žiga Munda in Andraž Kladnik. Cilj delavnice je, da vsak udeleženec sestavi svoje jadralno letalo na daljinsko vodenje. Najprej so se udeleženci seznanili z osnovo aerodinamike in zakoni fizike, ki omogočajo, da letalo uspešno leti. V uvodu so spoznali tudi vse komponente, ki se vgradijo v letalo, ter materiale in različne tehnike izdelave, s katerimi lahko izdelamo konstrukcijo letala. S pridobljenim znanjem je vsak začel z izdelavo svojega modela. Iz penastih plošč so najprej sestavili in zlepili trup letala ter na repu izdelali krmilne površine. Iz stirodura so z vročo žico izrezali profil krila in ga ojačali s smrekovimi letvicami. Celotno krilo so nato oblepili z lepilnim trakom in letalo okrasili z barvnim kolaž papirjem. Na koncu so v sprednji del trupa vstavili pogonsko elektroniko in s tem gradnjo uspešno končali. Letala so nato tudi preizkusili in z njimi poleteli visoko med oblake.

Delavnice **3D-tiskanje, 3D-skeniranje in programiranje CNC-obdelovalnih strojev** se je letos ude-



Slika 3. Udeleženci delavnice Gradnja letala na daljinsko vodenje in njihova letala

ležilo 9 fantov in 2 dekleti. Vodila sta jo Jaka Dugar in Damir Grguraš. V torek sta udeležence seznanila z varnostjo pri delu, da se kdo ne bi poškodoval. Kasneje je sledila še precej zanimiva teorija. Spoznali so, kako delujejo CNC-obdelovalni stroji ter 3D-tiskalniki. V sredo so si s 3D-skenerjem poskenirali obraze in si svoje kopije obrazov na računalniku v posebni programski opremi tudi dodelali ter jih dali tiskati na 3D-tiskalnik. V četrtek so se učili, kako deluje G-koda, ter tudi spisali G-kodo s svojim imenom in priimkom. To so kasneje prenesli na CNC-stroj ter si na ploščico sfrezali ime in priimek. V petek so dobili vsak svoj USB-ključek in ponovno napisali svojo G-kodo, tokrat z začetnicami. Z njo so prek CNC-stroja na

USB-ključke sfrezali svoje začetnice.

Letos je v Ljubljani prenočevalo 9 udeležencev, dva pa sta se udeležila popoldanskih aktivnosti. Tako so se v torek z ladjico popeljali po Ljubljani, v sredo je sledila udeležba v Sobi pobega, v četrtek pa so obiskali Hišo eksperimentov.

V petek je sledila še zaključna prireditev, na kateri so staršem, predstavnikom fakultete in drugim udeležencem predstavili, kaj so počeli na poletni šoli strojništva. Udeleženci so dobili tudi potrdila o udeležbi, ki jim jih je podelil prodekan prof. dr. Miha Boltežar.

Veseli tudi dejstvo, da je skoraj četrtnina udeležencev dosegla vsaj eno



Slika 4. Frezanje imen na ploščice (levo) ter končani izdelki (desno)



Slika 5. Skupinska slika udeležencev Poletne šole strojništva 2016

izmed prvih treh mest na republiških tekmovanjih iz tehničnih oz. naravoslovnih predmetov, kar potrjuje, da se na poletno šolo vpisujejo predvsem boljši učenci in dijaki, ki so potencialni kandidati za študij strojništva.

Morda kratka, ampak zelo dobra misel enega izmed udeležencev: »Bilo mi je zelo všeč, naslednje leto spet pridem.«

Več informacij je na voljo na spletni strani www.poletnasolastrojnistva.si.

*Uroš Stritih in Andreja Cigale
Oba Univerza v Ljubljani,
Fakulteta za strojništvo*



POSVET
AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2016 - ASM '16

7. decembra 2016
na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani

PolyTrib 2016

15. in 16. septembra je v Ljubljani potekala Mednarodna konferenca o tribologiji polimerov – PolyTrib 2016, ki sta jo organizirala Slovensko društvo za tribologijo in Laboratorij za tribologijo in površinsko nanotehnologijo. Konferenca PolyTrib 2016 je bila že druga po vrsti in se je je udeležilo preko 70 udeležencev iz 18 držav z vsega sveta. Poudariti velja skoraj enakovredno številčno zastopanost udeležencev iz raziskovalnih institucij in podjetij, ki so tako ali drugače povezana s tribologijo polimernih materialov. Na konferenci so sodelovali udeleženci iz 18 različnih raziskovalnih institucij in iz kar 23 različnih podjetij.



Utrinek s konference PolyTrib 2016

(Technical University of Kaiserslautern, Nemčija) v osrednjem predavanju razpravljal o izzivih in priložnostih, ki jih ponujajo kompozitni polimerni materiali. S pomočjo dodatkov in ojačitev v osnovnih polimernih materialih za tribološke aplikacije lahko namreč dosežemo izboljšanje drugih funkcionalnih lastnosti materiala, recimo termičnih, obrabnih, električnih itd., ki so potrebne za posamezne specifične aplikacije.

Drugi vabljeni predavatelj je bil dr. Aljaž Pogačnik (KissSoft, Švica), ki je govoril o prednostih ter širokih možnostih in rešitvah, ki jih ponujajo zobniki neokroglih oblik. V zadnjem vabljenem predavanju prvega dne je prof. dr. Nazanin Emami (Luleå University of Technology, Švedska) izpostavila potrebo po materialih, ki imajo dobre tribološke lastnosti

v vodnem mediju, zlasti kompozite ultraviso molekularnega polietilena. Ti kompoziti so obetavni, vendar je področje še potrebno raziskati. Naslednji dan je v posebni sekciji, namenjeni polimernim zobnikom, dr. Janez Navodnik (Navodnik, d. o. o., Slovenija) predaval o možnih načinih izdelave zobnikov iz polimernih kompozitnih materialov s homogeno strukturo, ki je nujna za izboljšanje triboloških lastnosti zobnikov. V zadnjem vabljenem predavanju pa je dr. Jennifer Renee Vail (DuPont, Združene države Amerike) predstavila polimerne materiale za zahtevnejše tribološke aplikacije, kjer so povišane temperature ali drugi posebni okoljski pogoji (vesolje).

Udeleženci so na konferenci lahko dobili veliko novih informacij s področja tribologije in uporabe različnih vrst polimernih materialov v najrazličnejših aplikacijah, predvsem pa navezali nova poznanstva in poslovne kontakte. Ob nadvse pozitivnih odzivih in uspehu konference verjamemo, da se čez 2 leti v še večjem številu srečamo na 3. konferenci PolyTrib.

Več info na www.tint-polytrib.com.

Prof. dr. Mitjan Kalin,
dr. Alja Kupec,
oba Univerza v Ljubljani, Fakulteta
za strojništvo,
Laboratorij za tribologijo in
površinsko nanotehnologijo

Kot pove že ime, je bila glavna tema konference tribologija polimernih materialov. Pri tem je bil pomemben poudarek namenjen zobnikom iz teh materialov, ki v množični proizvodnji zaradi dobrih lastnosti in relativno nizke cene vse pogosteje v velikem številu različnih aplikacij nadomeščajo jeklene zobnike.

Na konferenci je bilo predstavljenih 31 prispevkov, od tega je bilo 5 predavateljev vabljenih. Dodatno je bilo v posterski sekciji še 7 prispevkov.

Naj za prikaz vsebine konference izpostavimo vsaj vabljenega predavanja. Prvi dan je prof. dr. Klaus Friedrich



Vabljeni predavatelj prof. dr. Klaus Friedrich

Letošnji MOS dobra popotnica za 50. jubilej v 2017

49. MOS, največji poslovno-sejmski dogodek širše regije, je v šestih sejmskih dneh od 13. do 18. septembra 2016 na celjsko sejmišče znova pritegnil več obiskovalcev. Ponudbo več kot 1500 razstavljalcev iz 35 držav si je ogledalo 124.785 obiskovalcev, kar je dva odstotka več kot leto prej. 49. MOS si je po ocenah več kot 85 % obiskovalcev prislužil najvišji oceni na 5-stopenjski lestvici (odlično 5 je sejmu namenilo skoraj 40 % anketiranih obiskovalcev). Tudi več kot 83 % razstavljalcev je svoj nastop na sejmu ocenilo za uspešen oz. celo zelo uspešen.

Optimizem, ki ga je bilo med razstavljalci mogoče zaznati že med pripravo sejma, se je odrazil tudi v odzivu obiskovalcev. Čutiti je, da se domače povpraševanje počasi prebujata, sporočajo iz družbe Celjski sejem po zaključku 49. MOS.

*»Izkušnje kažejo, da imamo s prisotnostjo na sejmu neposreden kontakt z našimi strankami, kar je zelo pomembno pri izdelku, ki ga prodajamo in promoviramo. Strešna okna so pač tak izdelek, ki ga kupec mora videti in preskusiti,« razloge za sodelovanje na MOS pojasnjuje **Katja Ličen Pajenk**, vodja marketinga v podjetju **VELUX Slovenija**, d. o. o.*

Sejem je izpolnil pričakovanja več kot 88 % 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 na svojih razstavnih prostorih gostili podjetnike iz držav bivše Jugoslavije (Hrvaška, Srbija, BiH,



Na MOS-u drugo leto zapored rast obiska

Makedonija), Avstrije, Italije, Nemčije, Madžarske, Češke, Indije in Kitajske. Dobra tretjina razstavljalcev je tudi potrdila, da so neposredno na sejmu sklenili nov poslovni dogovor. Dober odziv obiskovalcev se odraža tudi v napovedi razstavljalcev glede ponovnega sodelovanja na MOS-u. Skoraj 74 % razstavljalcev je že potrdilo, da se bo predstavilo tudi na jubilejnem 50. 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 2017. 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.

MOS odrazil optimizem v gospodarstvu

»Veseli me, da se med podjetniki in obrtniki čuti optimizem. Vlada dela na tem, da se odpravijo določene administrativne ovire in pomaga gospodarstvu. Mislim, da smo na pravi poti in ta sejem, ki raste in se razvija, to tudi dokazuje,« je po ogledu sejma prvi dan dejal pred-



Obiskovalci 49. MOS-a so bili zelo zadovoljni s predstavljeno ponudbo

sednik vlade **dr. Miro Cerar**. Tudi minister za gospodarski razvoj in tehnologijo **Zdravko Počivalšek** je ob tej priložnosti MOS označil kot neke vrste krono dobrim gospodarskim gibanjem v zadnjih dveh letih in izrazil veselje nad novim pristopom ministrstva, ki je z največjo predstavivjo doslej na MOS-u želelo splošni in poslovni javnosti celovito predstaviti svoje delovanje. Več kot 150 zaposlenih na ministrstvu je v šestih sejmskih dneh odgovarjalo na vprašanja obiskovalcev, minister sam je bil med delovnim tednom – razen v četrtek, ko ga je zaradi seje vlade nadomeščal državni sekretar – vse dni na voljo za pogovore s podjetniki, ministrstvo pa je poskrbelo tudi za številna aktualna strokovna srečanja.

Predsednika Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije **Branka Meha** veseli, da je pomen obrti in podjetništva v Sloveniji na izjemno visoki ravni. Obrtniki in podjetniki se po njegovih besedah vsakodnevno borijo, da bi z vlado ustvarili pogoje za učinkovito poslovno okolje. Ob tem ga žalosti, da so premalokrat uslišani. Prepričan je, da ponujajo konkretne rešitve za zagon gospodarstva, ki pa jih vlada doslej ni dovolj upoštevala. Na uradnem odprtju sejma je bil zlasti kritičen do izvedene mini davčne reforme ter do predloga zakona za uvedbo dualnega vajeniškega sistema.

Kljub kritiki pa je Meh izpostavil tudi pozitivne plati domačega gospodarstva. Po nekaj kriznih letih je znova zaznati višjo gospodarsko rast. K njej so po Mehovih besedah zagotovo največ pripomogli prav podjetniki in obrtniki, ki predstavljajo kar 99 % vseh registriranih podjetij v Sloveniji in zaposlujejo več kot polovico ljudi v gospodarstvu. »Obrtniki in podjetniki znamo in zmoremo delovati v ekstremnih pogojih. Vajeni smo trdega dela in neusmiljenega boja za preživetje in napredek, a v nedogled takšno stanje ne bo mogoče,« je še opozoril Meh.

MOS odlična platforma za nove povezave s tujimi trgi

Številna mednarodna poslovna srečanja, obiski tujih delegacij in skupinske predstavitve držav so znova potrdile, da MOS odpira vrata slovenskim podjetnikom na nove trge. Kar 152 podjetij iz Slovenije, Avstrije, Hrvaške, Italije, Srbije, BiH, Ukrajine in Turčije se je udeležilo mednarodnega poslovnega srečanja Uspešno v Sloveniji, ki sta ga pripravila OZS in avstrijsko veleposlaništvo. Tudi v agenciji Spirit Slovenija, ki je slovenskim podjetnikom omogočila srečanje s predstavniki desetih poslovnih klubov, so bili zadovoljni z odzivom. »Imamo 60 sestankov, največ zanimanja pa je za poslovne klube iz Belgije in Avstrije,« je ob tej priložnosti povedala **Mateja Jarc** iz agencije Spirit.

Pogovorov z ekonomskimi svetovalci Slovenije v tujini, ki sta ga v okviru 6. dneva gospodarske diplomacije na MOS-u pripravila Direktorat za gospodarsko diplomacijo Ministrstva za zunanje zadeve in Celjski sejem, se je udeležilo 40 podjetij. Predstavitve poslovnih priložnosti in trendov v slovenskem gospodarstvu za predstavnike tujih gospodarskih diplomatskih predstavništav, ki sta ga na MOS-u pripravili GZS in Celjski sejem, pa so se udeležili diplomati iz 23 držav: iz Tajvana, Ukrajine, Nizozemske, Koreje, Poljske, Italije, Madžarske, Bolgarije, Španije, Venezuele, Armenije, Nepala, Turčije, Argentine, Indije, Danske, Kosova, Gruzije, Indonezije, Burkine Faso, Albanije, BiH in Črne gore.

Priznanja za najboljše

Na 49. MOS-u so bila podeljena še sejmska priznanja za najbolj kakovostne in inovativne izdelke ter storitve oz. celovite sejmske predstavitve razstavljalcev. Komisija Celjskega sejma je podelila po tri zlata, srebrna, bronasta in posebna priznanja. Komisija Mestne občine Celje je izbrala štiri nagrajence, OZS pa je podelila po en srebrni in bronasti ceh ter enajst priznanj. Ob tej priložnosti je Celjski sejem podelil priznanja tudi trem MOS-ovim podjetnim talentom, ki so na razpisu prejeli najvišje število točk. Priznanja so prejeli: Zavod mOBILNO to go, inštitut za razvoj trajnostnih tehnologij, Koper, David Kodarin, Koper za KAKI's – pozitivne sanitarije, Travel manager pl., Filip Bloch, Poznan, Poljska za HOTALIOR – pa-



Več kot 80 % obiskovalcev je napovedalo obisk na jubilejnem 50. MOS-u v 2017

»Na MOS prihajamo zato, da svojo ponudbo predstavimo širšemu krogu ljudi. Gre predvsem za potrjevanje blagovne znamke. Prihodnje leto sejem praznuje 50. jubilej, mi pa 25 let naše prisotnosti na njem. Želimo si dobrega obiska, kakovosti, še več malih podjetij in obrtnikov,« pravi **Stanko Arzenšek**, direktor Strojgradnje SAS.



Vrhunski znanstveni dosežki na Stičišču znanosti in gospodarstva so navdušili obiskovalce

metni produkt hotelskih namestitev, in Eko saja, d. o. o., Anja Marčič,

Lesce za Woodway – modne dodatke iz povsem naravnih materialov.

Poleg podelitve sejmskih priznanj je Celjski sejem petkov večer namenil tudi druženju z razstavljalci in poslovnimi partnerji s predstavitvijo jubilejnega 50. MOS. Prihodnje leto v Celjskem sejmu načrtujejo, da bodo vsebinska področja MOS-a razdelili na pet ključnih področij: MOS – gradnja in obnova doma, MOS – turizem in gostinstvo, MOS – oprema in materiali za obrt in industrijo, MOS – izdelki široke potrošnje, MOS – poslovne storitve in poslovne priložnosti v tujini. V Celjskem sejmu pa so tudi v sklepnih dogovorih, da postane Hrvaška naslednje leto, na jubilejnem 50. MOS-u, država partnerica.

Nataša Vodušek Fras,
Celjski sejem, d. d.

USTVARJENI, DA ZABLESTIJO V VAŠI PROIZVODNJI



Industrijski roboti in komponente za avtomatizacijo japonskega podjetja YASKAWA so **natančni, hitri in zanesljivi**. Z njimi bodo vaši delovni procesi potekali tekoče in brez napak.

Povečajte produktivnost.
Zmanjšajte napake.
Prihranite čas.

MEDNARODNI

Industrijski sejem 2017

CELJSKI SEJEM
4.-7. april 2017



FORMA TOOL – orodjarstvo in strojogradnja
VARJENJE IN REZANJE
MATERIALI IN KOMPONENTE
NAPREDNE TEHNOLOGIJE

Nov koncept za nove potrebe industrije. Za novo industrijsko revolucijo. Industrija 4.0

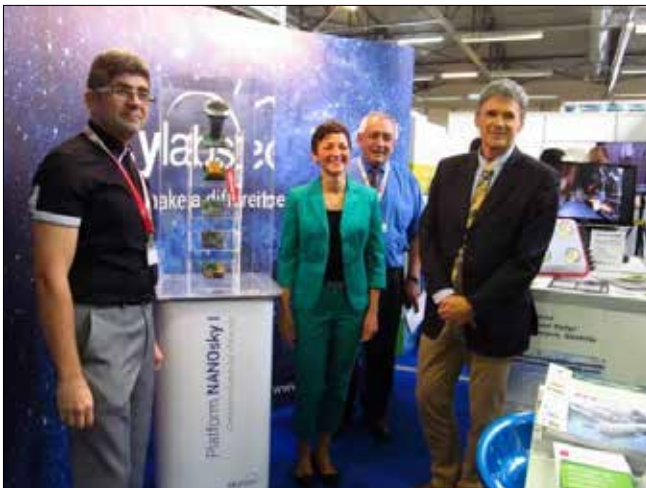
www.ce-sejem.si

40
1976 2016
let
Vaš partner

CELJSKI SEJEM

Stičišče znanosti in gospodarstva na MOS 2016

Stičišče znanosti in gospodarstva je uspešen projekt MIZŠ, ki je bil predstavljen na letošnjem Mednarodnem obrtnem sejmu v Celju (13. do 18. september). To je odgovor na potrebe današnjega časa in pomemben dogodek za uresničevanje SPS. V okviru Stičišča je sodelovalo 16 različnih razvojno-raziskovalnih in izobraževalnih institucij in 14 tehnološko usmerjenih podjetij. Da je Stičišče znanosti in gospodarstva dobilo to težo in kredibilnost, gre zahvala tudi direktorjem institutov: prof. dr. Jadranu Lenarčiču (IJS), prof. dr. Gregorju Anderluhu (KI), prof. dr. Tamari Lah Turnšek (NIB), rektorju Univerze v Ljubljani, Mariboru in Novi Gorici in številnim dekanom različnih fakultet.



Obisk ministrice dr. Maje Makovec Brenčič, direktorja IJS prof. dr. Jadrana Lenarčiča, predsednika Vlade RS dr. Mira Cerarja, ministra Zdravka Počivalška in številnih drugih visokih gostov, tudi predstavnikov iz tujine

Na Stičišču znanosti in gospodarstva je bil poudarek na naslednjih področjih: elektronika, mehatronika, avtomatika, robotika, energetika, IKT, bionika, novi materiali, nano- in biotehnologija, pametne tekstilije, vesoljske tehnologije in drugo. Prvič je bil predstavljen tudi bionski človek za izobraževalne namene bodočih inženirjev bionike. Gre za prvi tovrstni razvojni projekt v Evropi. Idejni vodja tega projekta sem jaz osebno, v razvoj pa so ali bodo vključeni Visoka šola za bioniko na Ptuju, podjetje INTRI, inštituti in fakultete ter visokotehnološka podjetja.

Na Stičišču znanosti in gospodarstva so bile predstavljene predvsem visokotehnološke inovacije, ki prihajajo iz razvojno-raziskovalne sfere in tudi gospodarstva ali pa so že rezultat sodelovanja med akademsko-znanstveno sfero ter naprednim in razvojno naravnanim gospodarstvom. Ni naključje, da je Institut Jožef Stefan sodelo-

val z različnimi odseki in Kemijski inštitut v Ljubljani z različnimi laboratoriji. Izjemno izstopajoče inovacije so bile predstavljene s FERi Univerze v Mariboru in FE Univerze v Ljubljani. Neverjetno pa je vse presenetila Naravoslovnotehniška fakulteta Univerze v

Ljubljani s pametnimi in inteligentnimi tekstilijami, ki so plod slovenskega znanja in povezovanja s partnerji v različnih inštitutih in tudi gospodarstvu.

Po čem je Stičišče znanosti in gospodarstva tako drugačno od



Ekipa znanstvenikov z IJS je predstavila visokotehnološke inovacije

predstavitev drugih v okviru tega mednarodnega sejma? Odgovor je na nek način preprost: Stičišče je združilo razvojno-raziskovalno sfero in gospodarstvo in predstavilo visokotehnološke inovacije ter nove tehnologije. Stičišče je privabilo izjemno veliko število mladih izobraženih obiskovalcev, številne predstavnike uglednih in uspešnih podjetij, privabilo je TV Slovenijo in ekipo, ki pripravlja izjemno zanimive oddaje z naslovom Ugriznimo v znanost.

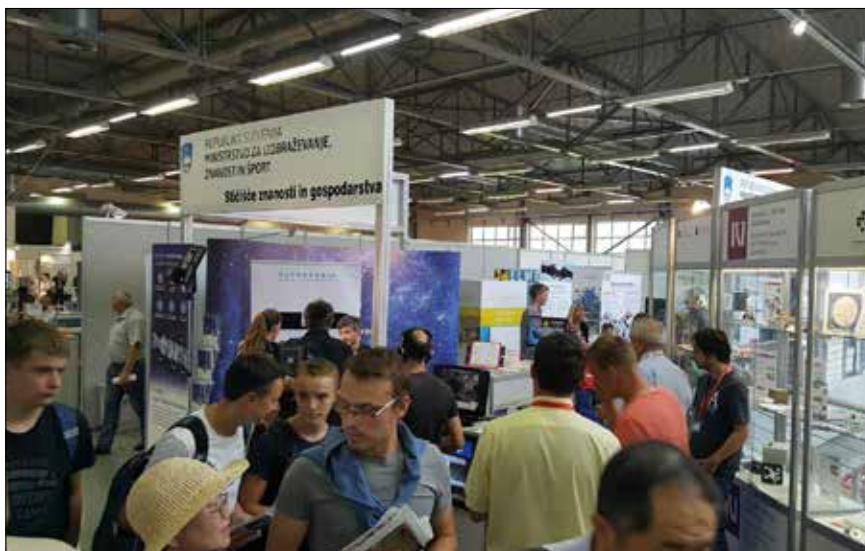
Mednarodni sejem MOS 2016 je obiskalo več kot 125 000 obiskovalcev. Na sejmu je bilo več kot 1500 razstavljalcev iz 35 držav.

Sodelujoče inštitucije v okviru Stičišča znanosti in gospodarstva:

Institut Jožef Stefan,
Kemijski inštitut v Ljubljani,
Nacionalni inštitut za biologijo v Ljubljani,
Univerza v Mariboru,
Univerza v Ljubljani,
Univerza v Novi Gorici,
FERI – Univerza v Mariboru in Fakulteta za strojništvo,
Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani,
Medicinska fakulteta, Univerze v Mariboru,
Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani,
Višoka šola na Ptuj in ŠC Ptuj – Višja strokovna šola,
Center odličnosti NAMASTE,
Center odličnosti – Nanocenter,
Center za prenos tehnologij in inovacij,
SIS EGIZ,
Kompetenčni center – Inovativni kovinski materiali.

Zahvala MIZŠ in vsem sodelujočim na Stičišču znanosti in gospodarstva

Kot pooblaščenec in izvajalec projekta Stičišča znanosti in gospodarstva v okviru MOS se moram za zaupanje in podporo v prvi vrsti zahvaliti MIZŠ, ministrici dr. Maji Makovec Brenčič in še posebej generalnemu direktorju Direktorata za znanost mag. Urbanu Krajcarju, ki je ta projekt podprl že v začetku in verjel v njegovo uspešno izvedbo.



Sejemski utrip Stičišča znanosti in gospodarstva na sejmu MOS 2016



Svečana podelitev zlatega priznanja MIZŠ Stičišču znanosti in gospodarstva

Podjetja in združenja:

SkyLabs d. o. o.,
EKOSEN d. o. o.,
PS d. o. o. Logatec,
Dobre rešitve d. o. o.,

INTRI d. o. o.,
Cosylab d. d.,
Makro Team d. o. o.,
MIEL Elektronika d. o. o.,
Nanotul d. o. o.,
EUREL d. o. o.,
TECES – Maribor,
National Instruments Slovenija,
ROTO d. o. o.,
Ultrasonic audio technologies.

Medijska partnerja dogodka sta bila revija **Ventil** in revija **IRT3000**.

*Janez Škrlec, inž.,
Razvojno raziskovalna dejavnost,
Zg. Polskava
Foto: Alen Rojko*

33. Simpozij o eksperimentalni mehaniki



Otvoritev simpozija

Med 21. in 23. septembrom je v Grand hotelu Bernardin v Portorožu potekal 33. Simpozij Mednarodnega združenja Danubia Adria o eksperimentalni mehaniki (33rd Danubia Adria Symposium on Advances in Experimental Mechanics), ki sta ga organizirala **Center za eksperimentalno mehaniko** Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani in **Slovensko društvo za eksperimentalno mehaniko**. Simpozija so se udeležili 103 udeleženci iz 13 držav

(iz Poljske, Avstrije, Slovaške, Nemčije, Češke, Italije, Hrvaške, Madžarske, Srbije, Romunije, Irana, Japonske in Slovenije), ki so predstavili 14 daljših izbranih prispevkov in 70 posterjev.

V okviru simpozija je znanstveni komite Mednarodnega združenja Danubia Adria podelil nagrade trem najboljšim študentom v sklopu posterske sekcije. Nagrajeni so bili: Michael Schweigler za prispevek The Influence of Displacement Bounda-

ry Conditions on the Embedment Behavior of Dowel-Type Fasteners in Luis Zelaya Lainez za prispevek Multiscale Revision of Bone Composition: Chemical Protocol Complemented by Microscopy, oba iz Avstrije, ter Lars Kanzenbach iz Nemčije za prispevek Development of a Compression Chamber for the Determination of the Bulk Modulus.

Prispevki, predstavljeni na simpoziju, so pokrivali predvsem naslednja



Znanstveni komite Mednarodnega združenja Donava-Jadran



Gala večerja

področja eksperimentalne mehanike: materiali in njihovo testiranje, strukturna analiza, primeri praktičnih aplikacij in študije primerov (»case« študije), biomehanika, področje instrumentov, kompleksnih sistemov in mehanika časovno odvisnih materialov.

Poleg znanstvenega programa smo za udeležence simpozija organizirali tudi strokovno ekskurzijo v Krajinski park sečoveljske soline, kjer smo si ogledali način tradicionalne pride-

lave soli. Uspešno izvedbo simpozija smo proslavili na gala večerji, kjer nas je zabaval in nasmejaj umetniški duo GodArt, ki ga sestavljata Tilen Artač in Jure Godler.

Udeleženci simpozija so pridobili nove informacije s področja eksperimentalne mehanike, predvsem pa navezali nova medsebojna poznanstva in poslovne kontakte. 34. Simpozij o eksperimentalni mehaniki bo naslednje leto v Trstu. Organizirala ga bo Italija.

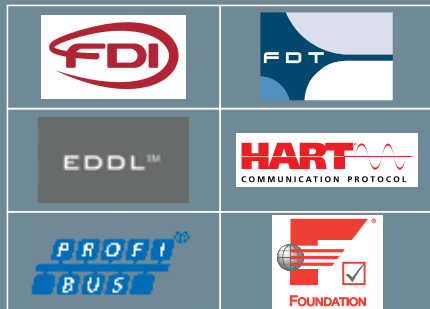
Za uspešno izvedeno znanstveno srečanje se zahvaljujemo tudi donatorjem in sponzorjem (National Instruments, Anton Paar in revija Ventil). Simpozij je prispeval k promociji Slovenije in slovenskega znanja.

*Alenka Rogelj Ritonja
Organizacijski komite Simpozija
Univerza v Ljubljani,
Fakulteta za strojništvo
Slovensko društvo za
eksperimentalno mehaniko*



GIAFLEX

GIA-S Industrijska oprema d.o.o., Industrijska cesta 5, 1290 Grosuplje, Slovenije
Telefon: +386 1 7865 300, Telefax: +386 1 7863 568, info@gia.si, www.giaflex.com



SAMSON razvija in izdeluje regulacijske ventile praktično za vse zahteve in procese – od kovanega krogelnega ventila ter vse do obvodnega „bypass“ ventila za parno turbino. **SAMSON** ponuja kompletno regulacijsko opremo za procesno industrijo najvišje kakovosti ter z najnovejšimi inovativnimi tehnologijami.

Opremljeni s periferno opremo; npr. z magnetnimi ventili hčerinske družbe SAMSOMATIC, lahko tako **SAMSON** ponudi kompletne rešitve na enem mestu.

S **SAMSON**-ovimi pozicionerji avtomatizirani regulacijski ventili komunicirajo preko vseh poznanih protokolov in vmesnikov in so tako kompatibilni s praktično vsemi krmilnimi/nadzornimi sistemi.

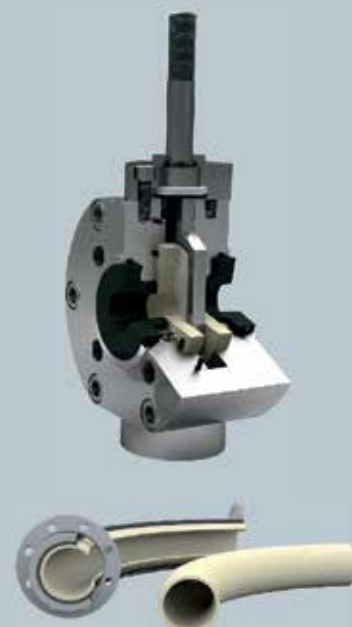
Vaše prednosti so na dlani:

Pri **SAMSON**-u dobite kompletno ventilsko tehnologijo in vse servisne storitve na enem mestu.

SAMSON – Že več kot 100 let razvija in proizvaja podjetje SAMSON opremo za procesno industrijo. Vse od robustnega regulatorja brez pomožne energije pa do visoko specializiranega procesnega ventila. Samson ima v svojem programu ventile vseh standardnih velikosti, iz standardnih in posebnih materialov skupaj z različnimi pogoni, ki v posamezni konfiguraciji povsem ustrezajo vašem procesu in vašim potrebam.

SAMSON AIR TORQUE – Vodilni svetovni proizvajalec pnevmatskih zasučnih pogonov namenjenih za vse vrste zasučnih in rotacijskih ventilov. Tehnična prednost pogonov AIR TORQUE je med drugim tudi možnost zelo natančne nastavitve končnega stanja ter evolventno ozobljenje preko katerega se gibanje prenaša z minimalnim trenjem in predvsem enakomerno v rotacijsko gibanje.

SAMSON CERA SYSTEM – Uporaba keramičnih visokozmogljivih materialov omogoča rešitve predvsem tam, kjer standardne armature pridejo do svojih meja, kjer se zahteva povišana odpornost na obrabo, korozijska obstojnost in visoka temperaturna obstojnost. CERA SYSTEM je specialist za keramično oplasčene krogelne ventile, ploščate zasune, cevne komponente in namenske specifične sestavne dele po željah strank.



SAMSON LEUSCH – Standardni program posebnih armatur do nazivnih velikosti cevi premera 3m. Njihove regulacijske in zaporne lopute, krogelni ventili in krogelno segmentni ventili, ki so lahko mehko ali kovinsko tesneni, so primerni tako za ekstremno nizke kot tudi visoke temperature in tlake: od -196°C do $+1000^{\circ}\text{C}$, in tlačne stopnje do PN 420/Class 2500.



SAMSON PFEIFFER – Visokokakovostno homogeno polimerno oplasčeni regulacijski ventili, lopute in krogelni ventili s prevleko iz PTFE in PFA, ponujajo uporabnikom rešitev za veliko primerov uporabe. Bogata-raznolika paleta izdelkov; vse od kovinskih krogelnih ventilov in loput, do pigging sistemov in njihovih komponent ter elementov tehnike vzorčenja, ki zaokrožujejo njihovo ponudbo.



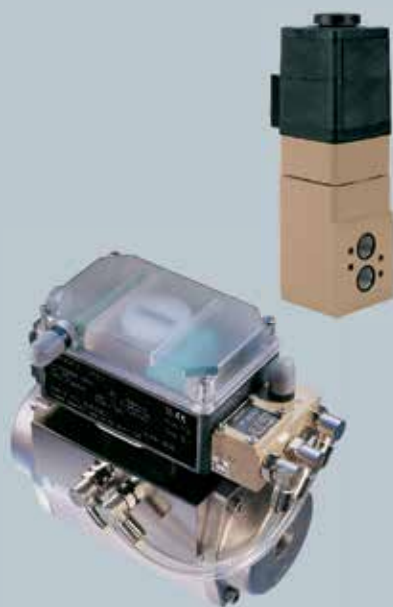
SAMSON RINGO VÁLVULAS – Specialist za armature in ventile velikih nazivnih premerov in tlakov, ki je poznan predvsem v naftni in plinski industriji ter elektrarnah. Paleta proizvodov zajema krogelne ventile, regulacijske armature, zasune, prehodne in nepovratne ventile, aksialne ventile, kot tudi posebne armature kot npr. Double-Block- and-Bleed- ali Subsea-ventile.



SAMSON SAMSOMATIC – Podjetje proizvaja naprave in postrojenja na ključ in ponuja servisne in svetovalne storitve, kot npr.: projektiranje, izdelavo, zagon in validacijo. Hčerinsko podjetje proizvaja tudi magnetne ventile in dajalnike signala za krmiljenje in nadzor pogonov vgrajenih v eksplozisko ogroženih območjih in varnostnih krogih.

SAMSON STARLINE – Poudarek na kovanih krogelnih ventilih od dimenzije NPS $\frac{1}{4}$ do 12" z ANSI-Class 150 do 2500 ali API-6A-tlačno stopnjo. Uporabljajo se predvsem v kriogenih aplikacijah in aplikacijah z visokimi temperaturami. Zaradi visoke kakovosti je STARLINE prednostni dobavitelj opreme pomembnejšim naftnim in plinskim podjetjem kot tudi EPC-glavnemu izvajalcu.

SAMSON VETEC – Maxi-fluss- regulacijski ventil proizvajalca VETEC združuje prednosti regulacijskih ventilov, regulacijskih loput in krogelnih ventilov. Univerzalna konstrukcija omogoča uporabo v standardnih, kot tudi v kritičnih aplikacijah. Zaradi ekscentričnega uležajenja se zasušni stožec dotakne sedeža ventila šele ob popolnem zaprtju. Zaradi tega ima ventil zelo veliko regulacijsko razmerje.



9. mednarodna Konferenca o prenosu tehnologij in Dan inovativnosti 2016

21. septembra 2016 je v organizaciji Centra za prenos tehnologij in inovacij na Institutu "Jožef Stefan" ter v sodelovanju z dnevom inovativnosti 2016, ki ga organizira Gospodarska zbornica Slovenije, potekala 9. mednarodna Konferenca o prenosu tehnologij. Konferenca je bila namenjena raziskovalcem, izumiteljem, ustanoviteljem start-up podjetij, strokovnjakom za industrijski razvoj, študentom s podjetniškimi ambicijami, strokovnjakom za trženje, privatnim investitorjem in finančnim institucijam ter drugi zainteresirani javnosti.



9. mednarodno Konferenco o prenosu tehnologij sta otvorila prof. dr. Maja Makovec Brenčič, ministrica za izobraževanje znanost in šport in prof. dr. Jadran Lenarčič, direktor Instituta "Jožef Stefan"

Letošnjo konferenco sta s spodbudnima pozdravnima govoroma odprla **prof. dr. Maja Makovec Brenčič**, ministrica za izobraževanje, znanost in šport, in **prof. dr. Jadran Lenarčič**, direktor Instituta "Jožef Stefan".

Na konferenci je bilo prisotnih več kot sto obiskovalcev, ki so imeli možnost prisluhniti naslednjim odličnim predavanjem:

- **dr. Tony Raven**, *Cambridge Enterprise Limited, University of Cambridge*: How to optimise collaboration between R & D and industry through optimising communication channels and constructing funding to influence the innovative society and the prosperity of national economy?;
- **dr. Henric Rhedin**, *School of Business, Economics and Law, University of Gothenburg*: Innovation excellence and funding in Europe; Using Innovation information as a competitive edge;
- **dr. Jean-Pierre Nozieres**, *eVaderis*: Start-up launch and early stage funding: case study;
- **Silvi Serreqi**, *The Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises*: Spin-out funding.

V okviru konference je bila podeljena tudi že osma nagrada za najboljšo inovacijo s tržnim potencialom iz javnih raziskovalnih organizacij v letu 2016. Mednarodna ocenjevalna komisija, v kateri so letos sodelovali Domen Bole iz Tehnološkega parka Ljubljana, Vlado Milošević iz META Group, dr. Jean-Pierre Nozieres iz podjetja eVaderis, dr. Tony Raven z Univerze

v Cambridgeu, dr. Henric Rhedin z Univerze v Gothenburgu in Borut Rismal iz Pasadene, je ocenila tržni potencial predstavljenih inovativnih tehnologij in skupini inventorjev z ocenjeno najvišjo možnostjo za preboj na globalni trg podelila nagrado v vrednosti 2.000 evrov.

Nagrade se je razveselila skupina v sestavi: dr. Ana Gantar, dr. Nata-



Več kot sto obiskovalcev, je lahko prisluhnilo odličnim predavanjem



Sodelujoči, ki so predstavili inovativne tehnologije. Nagrado za najboljšo inovacijo s tržim potencialom je prejela skupina v sestavi dr. Ana Gantar, dr. Nataša Drnovšek, Rok Kocen in prof dr. Saša Novak.

ša Drnovšek, Rok Kocen in prof. dr. Saša Novak iz Odseka za nanostrukturne materiale na Institutu "Jožef Stefan" za njihovo inovativ-

no rešitev SilkPatch, ki omogoča hitrejše in bolj učinkovito celjenje kroničnih ran pacientov z uporabo matičnih celic.

Vzporedno s konferenco je bilo izvedeno rekordno število hitrih poslovnih sestankov B2R (business-to-research). Med 33 raziskovalci in podjetniki iz Slovenije, držav EU in Kitajske je bilo izvedenih kar 68 sestankov.

Informacije o konferenci so dostopne na spletni strani: <http://tehnologije.ijs.si/9ittc/>, na naslovu tehnologije@ijs.si ali na telefonski številki (01) 477 32 24 Centra za prenos tehnologij in inovacij na Institutu "Jožef Stefan"

Podporni partnerji konference so:

AREA SCIENCE PARK, Obrtno-podjetniška zbornica Slovenija, Research Promotion Foundation, RAZ:UM, Pasadena, NIB, Foreign trade chamber of Bosnia and Herzegovina, Kemijski inštitut Ljubljana in Univerza v Ljubljani.

tehnologije.ijs.si/9ittc/

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

2. Študentska tehniška konferenca

Kvalitetno znanje ni samo tisto, ki ga ponujajo predavanja in učbeniki, pač pa predvsem tisto, ki ga pridobimo z aktivnim raziskovalnim delom. Da bi študente dodiplomskega in podiplomskega študija spodbudili k raziskovanju in jim hkrati omogočili predstavitev njihovih dosežkov, je bila pod pokroviteljstvom Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani pripravljena druga Študentska tehniška konferenca, ŠTeKam 2016. Pri organizaciji je uredniškemu odboru (doc. dr. Tomaž Berlec, doc. dr. Miha Brojan in dr. Boštjan Drobnič) kot promocijski sponzor pomagala tudi revija Ventil.

Konferenca je potekala v četrtek, 15. septembra, v prostorih Fakultete za strojništvo v Ljubljani. Na otvoritvi je poleg uredniškega odbora navzoče pozdravil tudi dekan Fakultete za strojništvo prof. dr. Branko Širok.



Govor dekana ob otvoritvi konference ŠTeKam 2016

Po skupnem uvodu je konferenca potekala v dveh vzporednih sekcijah, v katerih so študentke in študentje

ter mladi raziskovalci tehnike in drugih študijskih smeri v desetminutnih predstavitev predstavili rezultate svojega raziskovalnega dela z dodiplomskega in podiplomskega študija. Marsikateri predstavitvi so sledila še vprašanja občinstva in zanimive diskusije.

Na konferenco je tokrat prispelo 31 prispevkov, ki so jih recenzirali mentorji z ljubljanskih fakultet za strojništvo, matematiko in fiziko ter gradbeništvo in geodezijo, z mariborske Fakultete za strojništvo in tudi z Instituta Jožef Stefan.

Prispevki pokrivajo naslednja področja:

- analiza in zbujanje signalov,
- razvoj krmilnika,
- optimizacija tehnoloških parametrov,



Raziskovalke in raziskovalci (udeleženci) na konferenci ŠTeKam



Predstavitve prispevka na konferenci ŠTeKam 2016

- optimizacija proizvodnje,
- konstrukcijski preračuni,
- končni elementi,
- preračuni nosilnih konstrukcij,
- vpliv zvoka na meritve,
- merjenje hrupa,
- polimeri,
- 3D-tiskanje,
- dodajalne tehnologije,
- lasersko vrtnanje,
- razvoj laserske glave,
- določitev položaja točk z geodetskimi meritvami,
- prehod žarka skozi plinasto helijevo tarčo,
- spektroskopija,
- numerične simulacije,
- vibracije,
- vitke proizvodnje,
- simulacija dinamskega odziva, ...

Vsi prispevki so objavljeni v zborniku, ki obsega 252 strani in je skupaj s posameznimi prispevki zaveden v bibliografskem sistemu COBISS.

Konferenca je bila zelo zanimiva, saj pokriva širok spekter predvsem tehničnih področij. Na njej so študentje lahko spoznali široko uporabnost tehnike, nova področja, dobili nove ideje in vzpostavili veliko novih stikov.

Uredniški odbor Študentske tehniške konference

ŠTeKam
Študentska tehniška konferenca



POSVET AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2016 - ASM '16

7. decembra 2016

na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani

www.posvet-asm.si

Povabilo k sodelovanju na Posvetu ASM '16

Vabimo vas na tradicionalni posvet Avtomatizacija strege in montaže, ki bo potekal v sredo, 7. decembra 2016, 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.

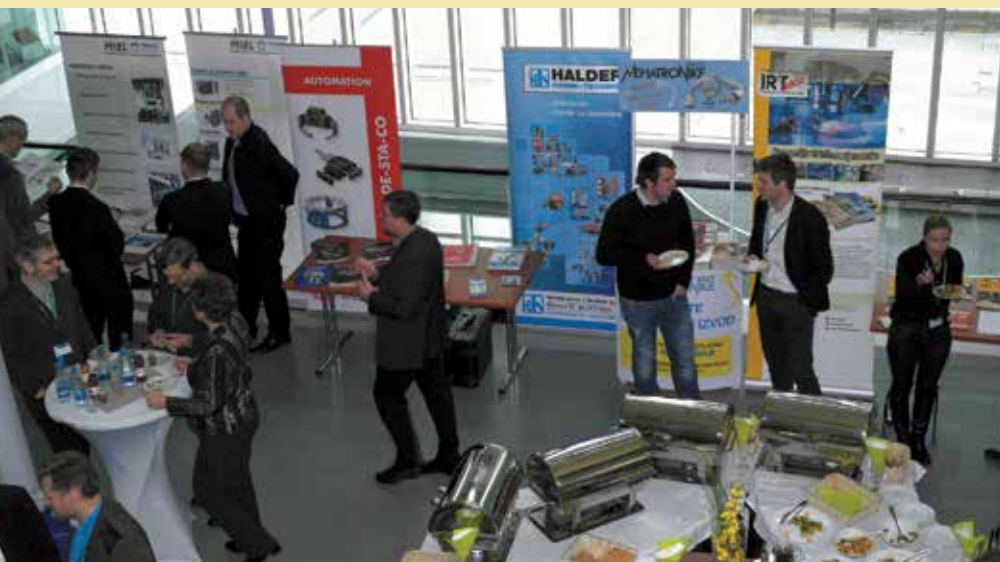
Zelo nas bo veselilo, če bo Vaše podjetje/univerza/inštitut pripravljeno sodelovati na posvetu ASM s strokovnim prispevkom in/ali kot sponzor oz. pokrovitelj ter predstaviti svoje izkušnje in rezultate na tem izredno aktualnem in obsežnem področju. Obenem nudimo tudi možnost 5 minutne komercialne predstavitve podjetja.

Glavni tematski sklopi na posvetu Avtomatizacija strege in montaže 2016 bodo:

1. Inteligentna avtomatizacija in robotika
2. Industrija 4.0 in Tovarne prihodnosti
3. Učinkovitost proizvodnih procesov in sistemov
4. Inovativne rešitve in vitka proizvodnja
5. Podjetja predstavljajo – dobre prakse

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 '16.

Posveti ASM prejšnjih let so izredno uspeli, saj se jih je udeležilo v povprečju okrog 120 strokovnjakov s področij strege, montaže, avtomatizacije, robotike, hidravlike in pnevmatike ter iz drugih področij. Mnoga podjetja so sodelovala na posvetu tudi aktivno v obliki pokroviteljstva, sponzorstva in s strokovnimi prispevki kar dokazuje, da se je posvet Avtomatizacija strege in montaže uveljavil kot redno mesto srečevanja, posvetovanja in aktivne izmenjave mnenj strokovnjakov s tega področja, predvsem pa tudi mesto, kjer lahko podjetja predstavijo svoje strokovne, raziskovalne in tudi komercialne aktivnosti na področju širše avtomatizacije, še posebej pa strege in montaže.



Več novosti o posvetu ASM '16 je objavljeno na:

www.posvet-asm.si

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

Organizacijski odbor ASM '16
Laboratorij LASIM
Univerza v Ljubljani,
Fakulteta za strojništvo
Aškerčeva 6
1000 Ljubljana

Tekmovanje v vodnem raketarstvu WRC 2016 (Water Rocket Competition 2016)

Verjetno prvo tekmovanje v vodnem raketarstvu v Sloveniji je potekalo 1. oktobra 2016 ob Velenjskem jezeru. Nastopilo je 12 ekip, ki so bile sestavljene iz 26 tekmovalcev. Zmagovalna vodna raketa Mihe Rožiča je presegla magično mejo 200 m, saj je poletela 204 m. Tekmovanje si je ogledalo približno 300 obiskovalcev.

O tekmovanju

Na pobudo članov društva vodnih raketarjev in nekaterih ljubiteljev vodnega raketarstva je bilo organizirano tekmovanje v vodnem raketarstvu WRC 2016 (Water Rocket Competition 2016). Ideja tekmovanja je bila srečanje ljubiteljev vodnih raket in tehnike. Cilj tekmovanja je bil, da bi dejavnost vodnega raketarstva s tekmovanjem približali čim širši množici ljudi, predvsem pa učencem, srednješolcem in študentom in jih na ta način odvrnili od vsakodnevnega vrveža na socialnih omrežjih. Tekmovanje je potekalo v sončnem vremenu ob idiličnem Velenjskem jezeru in je trajalo približno dve uri in pol. Okoli 300 obiskovalcev je bilo nad tekmovanjem neverjetno navdušenih (slika 1).

O vodnih raketah

Vodna raketa je običajno sestavljena iz treh osnovnih delov (slika 2). To so trup, stabilizatorji in prednji aerodinamični del. Volumen trupa predstavlja delovni volumen vodne rakete. Stabilizatorji so pritrjeni na trup vodne rakete s stranskega dela. Njihova funkcija je povečanje stabilnosti leta rakete. Prednji aerodinamični del služi za zmanjšanje sile upora med letom vodne rakete. V prednjem delu je tudi obtežitev, ki je pomembna za premik težišča vodne rakete. Gradniki vodne rakete so narejeni iz materialov, ki jih uporabljamo v vsakdanjem življenju in so cenovno zelo dostopni, kot sta na primer PET (polietilen tereftalat) in guma.



Slika 1. Tekmovanje si je ogledalo okoli 300 obiskovalcev

Delovanje vodne rakete spada med kompleksnejše probleme, povezane z mehaniko fluidov, aerodinamiko, konstruktorstvom in termodinamiko. Osnovni princip delovanja temelji na pretvorbi tlačne energije v kinetično energijo vode, ki služi kot pogonsko gorivo. Večje hitrosti vodne rakete dobimo pri večji količini shranjene tlačne energije. Na samo delovanje vplivajo tudi konstrukcijski dejavniki, kot je na primer oblika iztočnega ustja, ki vpliva na kontrakcijsko razmerje. Večje kot je

kontrakcijsko razmerje, večja je hitrost iztekanja kapljevine. Na delovanje vpliva tudi masa prazne vodne rakete. Za stabilen let vodne rakete mora biti zadoščeno pogoju, da je njeno težišče vedno pred prijemališčem rezultante aerodinamičnih sil oz. središča tlaka. Na težišče vodne rakete lahko vplivamo z obtežitvijo. Prijemališče aerodinamičnih sil je odvisno od oblike elementarnih teles vodne rakete (slika 3), med katere prištevamo tudi stabilizatorje. Stabilnejši let vodne rakete do-



Slika 2. Glavni gradniki vodne rakete



Slika 3. Z daljšo vodno raketo in stabilizatorji dosežemo večjo stabilnost leta vodne rakete



Slika 4. Primer lesene izstrelitvene ploščadi



Slika 5. Zmagovalec tekmovanja Miha Rožič z raketo Veliki Primož, ki je poletela 204 m

sežemo s pritrditvijo stabilizatorjev pod kotom. Eksperimentalno je bilo ugotovljeno, da voda kot pogonsko gorivo pri najoptimalnejšem delovanju zasede 35 % do 40 % delovnega volumna vodne rakete.

Pravila tekmovanja

Najpomembnejši pravili na tekmovanju sta bili, da je moral biti trup vodne rakete izdelan iz plastike in da delovni volumen ni smel presežati dveh litrov. Gorivo je lahko bilo zgolj voda. Ekipe so bile sestavljene iz enega ali več članov. Tekmovalci so lahko tekmovali v več ekipah. Vse pripomočke za izstrelitev so si tekmovalci morali priskrbeti sami (slika 4). Organizator ni zagotavljal oskrbe z električno energijo. Dovoljeni čas za izstrelitev je bil tri minute. Najvišja točka vodne rakete pred izstrelitvijo je lahko bila dvignjena največ dva metra nad tlemi. Tekmovanje je potekalo v dveh kvalifikacijskih in eni finalni seriji. Najdaljša in hkrati zmagovalna raketa je bila tista, ki je poletela najdlje v dolžino.

O tekmovalcih in njihovih vodnih raketah

Na tekmovanje je bilo prijavljenih 12 ekip. 26 tekmovalcev je zastopalo različne izobraževalne ustanove, kot so osnovne in srednje šole ter fakultete. Tekmovanja so se udeležile tudi družine in posamezniki – ljubitelji vodnega raketarstva. Približno 300 obiskovalcev je imelo možnost videti najrazličnejše vodne rakete, različne izstreliščne ploščadi in načine izstrelitve. Nekateri so si pri izstrelitvi pomagali s kompresorji, drugi z akumulatorji, spet tretji so si prinesli zgolj ročne oz. nožne tlačilke. Izstreliščne ploščadi so bile narejene iz različnih materialov. Večina je bila iz lesa, nekatere konstrukcije pa so bile jeklene. Vodne rakete so bile narejene iz različnih plastenk. Zanimivo je bilo videti, koliko različnih izvedb vodnih raket je možno narediti.

Rezultati tekmovanja

Povprečna razdalja poleta vodne rakete je bila 109 m. Kar devetim ekipam je uspelo, da je njihova vodna raketa preletela mejo 100 m. Zmagovalna vodna raketa z ime-



Slika 6. Izstrelitev zmagovalne rakete Veliki Primož, ki je poletela 204 m



Slika 7. Udeleženci 1. tekmovanja v vodnem raketarstvu WRC 2016

nom Veliki Primož tekmovalca Mihe Rožiča je poletela kar 204 m (slika 5, slika 6). Drugo mesto je osvojila vodna raketa Apollo 11, ki je poletela 139 m. Na tretjo mesto se je s poletom 133 m uvrstila tekmovalka

z raketo Pikica. Ekipno je najboljši rezultat dosegla Gimnazija Velenje (Šolski Center Velenje).

Rezultati so zbrani v spodnjem okvirčku.

MESTO, DOLŽINA POLETA VODNE RAKETE, IME EKIP (IZOBRAŽEVALNA USTANOVA)

1. mesto: 204 m, Veliki Primož (Gimnazija Velenje, ŠCV Velenje)
2. mesto: 139 m, Apollo 11 (Elektro in računalniška šola Velenje, ŠCV Velenje)
3. mesto: 133 m, Pikica (Gimnazija Velenje, ŠCV Velenje)
4. mesto: 130 m, Raketa (Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani)
5. mesto: 114 m, P-rocket
6. mesto: 110 m, Tomahawk (Osnovna šola Mihe Pintarja Toleda)
7. mesto: 108 m, T-rocket
8. mesto: 105 m, Coke-Shuttle
9. mesto: 100 m, Vortex (Elektro in računalniška šola Velenje, ŠCV Velenje)
10. mesto: 95 m, [0,0,1] (Gimnazija Velenje, ŠCV Velenje)
11. mesto: 70 m, TOP POP
12. mesto: 2 m, S-rocket

Zaključek

S tekmovanjem v vodnem raketarstvu smo želeli v slovenski prostor vnesti nekaj novega, nekaj nenavadnega. To so prepoznali številni posamezniki in podjetja, ki so nas podprli z nepričakovano številnimi sredstvi in praktičnimi nagradami v obliki donacij. Organizatorji se želimo zahvaliti sledečim donatorjem: Degraf Tisku (Koper), Cockti Slovenija, Lidlu Slovenija, Piceriji Velun (Velenje), Plastiki Skaza (Velenje), trgovini Osmica Velenje, kavarni Lucifer (Velenje), Reviji Ventil (Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani), Premogovniku Velenje in podjetju GEOS (Velenje). Več o tekmovanju si lahko preberete na uradni spletni strani tekmovanja: <https://wrc146.wordpress.com/> in na facebooku: <https://www.facebook.com/WaterRocketCompetition/?fref=ts>. Video o tekmovanju si je možno ogledati na spletnem naslovu <https://www.youtube.com/watch?v=tkaGWZmilGw&feature=youtu.be>. Hvala vsem tekmovalcem, ki so se udeležili 1. tekmovanja v vodnem raketarstvu WRC 2016 (slika 7).

Ervin Strmčnik, UL, Fakulteta za strojništvo, vodja tekmovanja

VABILO NA 2. TEKMOVANJE V VODNEM RAKETARSTVU WRC 2017

Na tem mestu vas želimo povabiti na 2. tekmovanje v vodnem raketarstvu, ki bo 7. oktobra 2017 ob Velenjskem jezeru. Glavna nagrada za zmagovalno ekipo bo polet z letalom. K sodelovanju vabimo tako tekmovalce kot sponzorje oz. donatorje. Prijavo lahko pošljete na spletnem obrazcu na naslovu <https://wrc146.wordpress.com/contact/> oz. nam pošljete elektronsko pošto na naslov water.rocket.competition@gmail.com.

ORGANIZACIJSKI ODBOR

Matija Mevc, Matija Koželj, Luka Klobučar, Rok Hribar

39. skupščina Mednarodne organizacije civilnega letalstva – Montreal, 27. september – 7. oktober 2016

Povzetek 39. zasedanja

Skupščina Mednarodne organizacije civilnega letalstva (v nadaljevanju: SICAO) se mora sestati najmanj enkrat na tri leta. Veljavno odloča, če je prisotna večina držav članic. Letošnje zasedanje je potekalo, kot je to običaj, v prostorih ICAO v Montrealu, udeležilo pa se ga je 171 od skupno 191 držav članic, med njimi tudi delegacija iz Slovenije. Delo je potekalo v obliki plenarnega zasedanja in po odborih. SICAO je obravnavala 58 točk dnevnega reda. Izpostavili bomo samo nekatere, pri čemer je potrebno reči, da je slovenska delegacija pri točkah, za katere je sprejela stališče Evropska unija, glasovala v skladu s sprejetimi stališči EU. Glede ostalih točk pa je glasovala v skladu s sprejetimi dogovori na usklajevalnih sestankih, ki so bili organizirani v okviru SICAO. Ker so potekale tudi volitve v Svet ICAO, je Slovenija glasovala za tiste države kandidatke, ki so bile umeščene v seznam mednarodno usklajenih podpor oziroma v skladu s sprejetimi dogovori na usklajevalnih sestankih v okviru SICAO.¹

Po osamosvojitvi Republike Slovenije in razpadu bivše skupne države Jugoslavije je SICAO na zasedanjih obravnavala točko: Zapadli prispev-



39. zasedanju Skupščine ICAO (angl.: 39th Session of the ICAO Assembly)

ki. Sedaj so stvari rešene in Slovenija nima zapadlih obveznosti (10. t. dnevnega reda). Na dnevnem redu sta bili tudi točki o povečanju števila članov Sveta ICAO in Komisije za zračno navigacijo. To bo terjalo spremembo 50(a) in 56. člena Čikaške konvencije. V 16. točki dnevnega reda je potekala razprava o varovanju v letalstvu. Vzpostavljen naj bi bil globalni načrt za varovanje in sprejeta konsolidirana izjava o nadaljevanju politik ICAO, povezanih z varovanjem (oblika resolucije). Ponostavljena naj bi bila tudi identi-

fikacija potnikov (resolucija). Kot je običaj, je SICAO obravnavala tudi varovanje okolja, podnebne spremembe in varnost v letalstvu. Posebej so države članice obravnavale še ekonomsko ureditev mednarodnega zračnega prometa, proračun za leta 2017, 2018 in 2019, neplačane članarine, razporeditev presežka/deficita in imenovanje zunanjega revizorja. Prihodnje 40. zasedanje SICAO bo predvidoma leta 2019.

Mag. Aleksander Čičerov, univ. dipl. prav.

¹ Svet ICAO je sestavljen iz 36 držav članic, ki so voljene po ključu: 11 držav, ki so najpomembnejše v zračnem prevozu, 12 držav, ki sicer niso drugače zajete, vendar največ prispevajo za zagotovitev naprav za mednarodno civilno zračno plovbo, in 13 držav, ki drugače ne bi bile vključene, vendar se s tem zagotovi, da so v Svetu zastopana vsa glavna zemljepisna območja (50. člen Čikaške konvencije).




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

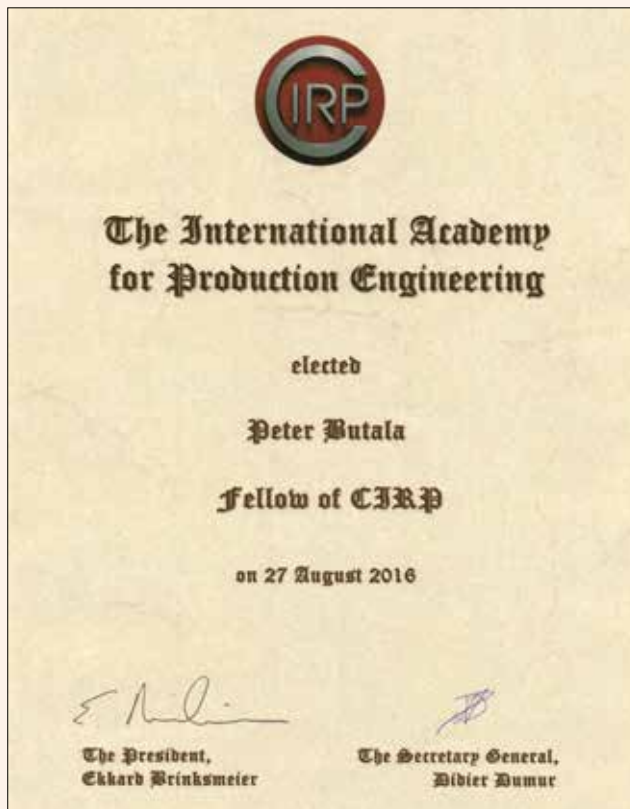
Celje, Slovenija
25.-27.01.2017
www.ifam.si



Prof. dr. Peter Butala postal redni član mednarodne akademije The International Academy for Production Engineering – CIRP

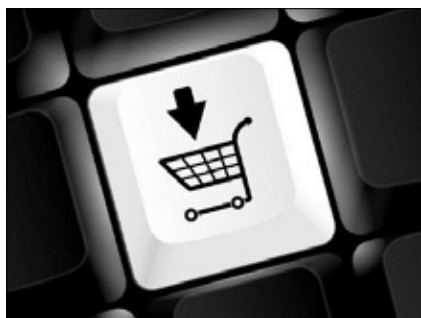
Na 66. zasedanju Generalne skupščine Mednarodne akademije za proizvodno inženirstvo – CIRP – avgusta 2016 v portugalskem Guimaraesu je bil prof. dr. Peter Butala izvoljen za rednega člana (Fellow) te priznane mednarodne akademije. Prof. Butala je bil pridružen član (Associate Member) CIRP-a od leta 2007

CIRP – Mednarodna akademija za proizvodno inženirstvo ima sedež v Parizu (www.cirp.net) in je vodilna svetovna institucija na področju raziskav v proizvodnem inženirstvu. Ustanovljena je bila leta 1951. Njen cilj je spodbujanje mednarodnega sodelovanja pri obravnavanju problemov in izzivov sodobnih proizvodnih znanosti. Njeni člani so mednarodno uveljavljeni znanstveniki s področij načrtovanja, razvoja, optimizacije, krmiljenja in obvladovanja proizvodnih procesov, strojev in naprav. Članstvo temelji na rigoroznem in dolgotrajnem izvolitvenem postopku, ki zagotavlja najvišje akademske standarde. V letu 2016 ima akademija 160 rednih članov (maksimalno število rednih članov je omejeno na 175). Slovenija ima z izvolitvijo prof. Butale dva redna člana. Od leta 2010 je redni član tudi prof. dr. Edvard Govekar.



Strici vam predstavljamo spletno trgovino!

V podjetju **S3C, d. o. o.**, ki je v Sloveniji eno od vodilnih za področje pnevmatike, hidravlike in industrijske opreme, omogočamo svojim strankam tudi **nakup preko sple-**



ne trgovine.

Za ta korak smo se odločili, ker vam poleg hitrejšega postopka s

tem omogočamo tudi iskanje ponudb, artiklov, tehničnih podatkov, skratka brskanje po celotnem programu Landefeld. Hkrati pa lahko spremljate stanje zalog in cene. Pomembna prednost uporabe spletne trgovine je tudi iskanje alternativnih artiklov (zamenjav), saj vam hkrati pokaže iskani originalni del in tudi alternativo, ki je ugodnejša in še vedno kvalitetna zamenjava.

Če želite uporabiti našo spletno trgovino, nam to sporočite na kontaktni telefon, naveden spodaj. Po krajšem sestanku in podpisani pogodbi boste na vaš elektronski naslov prejeli uporabniško ime in geslo ter tako takoj začeli uporabljati spletno trgovino.



Naša spletna trgovina je enostavna za uporabo, vedno pa vam je na voljo tudi celotna ekipa STRIC-a.

Vir: S3C, d. o. o., Tržaška cesta 116, 1000 Ljubljana, tel.: 01/ 423 22 22, fax: 01 423 22 11, internet: www.s3c.si, e-pošta: prodaja@s3c.si

Janez Škrlec – prejemnik častne listine Instituta Jožef Stefan

Po sklepu Znanstvenega sveta Instituta Jožef Stefan sta direktor prof. dr. Jadran Lenarčič in predsednik Znanstvenega sveta prof. dr. Dragan Mihailović 20. 10. 2016. Janezu Škrlecu podelila častno listino.

Janez Škrlec je po poklicu elektrotehnik in inženir mehatronike. 12 let je uspešno vodil sekcijo elektronikov in mehatronikov in 10 let odbor za znanost in tehnologijo pri OZS. Je dolgoletni član Sveta za znanost in tehnologijo Republike Slovenije. Štiri leta je bil član Strokovnega merslovnega sveta RS in podpredsednik področnega odbora RS za poklicne standarde na področju računalništva in tehnike. Bil je tudi član 3. razvojne skupine za nove materiale in nanotehnologijo pri nekdanji Službi Vlade RS za razvoj. Svoje znanje in izkušnje si je nabiral doma in v tujini.

Že leta 2006 je bil podpisnik dogovora o sodelovanju med OZS in Institutom Jožef Stefan. Njegova zasluga je, da sta v desetih letih njegovega vodenja odbora za znanost in tehnologijo OZS in Institut Jožef Stefan sodelovala več kot 60-krat. Sodelovanje se navezuje na tehnološke, nanotehnološke, energetske tehnološke dneve, konference, srečanja gospodarstva in znanosti, sejme IFAM - Intronika, LOS, MOS in druge. Najbolj odmevni in strokovni dogodki so bili nanotehnološki dnevi, ki so tudi najbolj obiskani dogodki za področje nanotehnologije in sorodnih ved pri nas. Škrlec je za obrtnike in podjetnike ter strokovne sekcije vrsto let organiziral tudi strokovne ekskurzije v različne odseke Instituta Jožef Stefan. V letu 2016 je zapustil vodenje odbora za znanost in tehnologijo pri OZS in že povsem samostojno organiziral dvoje letošnjih srečanj gospodarstva in znanosti in izjemno uspešen 12. Nanotehnološki dan. Uspešno je izpeljal tudi projekt MIZŠ Stičiča znanosti in gospodarstva v okviru mednarodnega sejma MOS 2016. Na Stičiču, kjer mu je uspelo združiti 16 razvoj-



Na sliki oba prejemnika Častne listine IJS: desno, g. Janez Škrlec, levo dr. Janez Pirš in v sredini prof. dr. Jadran Lenarčič, direktor IJS

noraziskovalnih institucij, fakultet, univerz in 14 tehnološko naprednih podjetij, je dobil zlato priznanje Celjskega sejma.

Škrlec je zaslužen, da je sodelovanje z Institutom Jožef Stefan potekalo na naslednjih področjih: novi materiali, nanotehnologija, elektronika, mehatronika, IKT, biotehnologija, energetika, robotika, avtomatika, bionika ipd. Škrlec je nove tehnološke dosežke IJS približal gospodarstvu in industriji, s svojim prizadevanjem je pomembno vplival na procese povezovanja znanosti in gospodarstva v širšem slovenskem prostoru. Vsa leta je podpiral tudi mlade raziskovalce in jih promoviral na številnih dogodkih. Znanstvene dosežke Instituta Jožef Stefan je kot dolgoletni član Sveta za znanost in tehnologijo Republike Slovenije predstavljal širši javnosti, tudi vladnim institucijam in ministrstvom.

Besedilo na častni listini Instituta Jožef Stefan se glasi: *Institut Jožef Stefan podeljuje častno listino Janezu Škrlecu, članu Sveta za znanost in tehnologijo Republike Slovenije, za sodelovanje pri prenosu znanstvenih in tehnoloških dosežkov ter znanj, ustvarjenih na Institutu, v družbeno in gospodarsko zaledje doma in v tujini.*

Častno listino Instituta Jožef Stefan za uspešno sodelovanje pri razvoju novih visokotehnoloških izdelkov, ustvarjenih na osnovi znanstvenih in tehnoloških dosežkov, je prejel tudi dr. Janez Pirš, dolgoletni sodelavec IJS, odseka F5 in pobudnik resničnega sodelovanja s slovensko industrijo od leta 1980 naprej. Še posebej je bila pomembna njegova vloga pobudnika sodelovanja med Institutom Jožef Stefan in podjetjem Balder, d. o. o., ki je nastalo leta 1997 kot odcepljeno podjetje Instituta Jožef Stefan. Osnovni nameni podjetja so bili razvoj, izdelava in prodaja zaščitnih varilskih filtrov. Na pobudo dr. Janeza Pirša podjetje Balder in Institut Jožef Stefan že od začetka leta 1997 uspešno sodelujeta pri razvoju novih visokotehnoloških izdelkov na osnovi raziskav, ki se izvajajo na inštitutu.

Uspešno razvojno sodelovanje se je nadaljevalo tudi po letu 2012, ko je podjetje Balder postalo del multinacionalke Kimberly Clark Professional. Po izključni zaslugi dr. Janeza Pirša se je tudi pod novimi lastniki razvojno sodelovanje uspešno nadaljevalo v okviru letnih raziskovalnih nalog.

Povzeto po IJS
Foto: Marjan Smerke

Prvi bionski človek za izobraževalne namene

V času sejma MOS smo v okviru projekta MIZŠ Stičišča znanosti in gospodarstva predstavili prvega bionskega človeka v Evropi za izobraževalne namene bodočih inženirjev bionike. Kot idejni vodja tega projekta sem se že pred tremi leti odločil, da bi idejo o bionskem človeku uresničili in ga v prvi fazi razvili izključno za izobraževalne namene. Ker je ideja dozorela, smo ga letos predstavili in s tem vzbudili izjemno zanimanje obiskovalcev sejma in tudi predstavnikov iz tujine. Z razvojnim projektom pa smo prepričali tudi strokovno komisijo Celjskega sejma in v okviru Stičišča znanosti in gospodarstva prejeli zlato priznanje.



Bionski človek, predstavljen na sejmu MOS v Celju v okviru Stičišča znanosti in gospodarstva



Bionski človek s pregrešno dragimi vsadki

Bionski človek je zelo kompleksen sistem, v katerega so vgrajeni številni vsadki, kot na primer: srčni defibrilator, spodbujevalec srca (pacemaker), inzulinska črpalka, gama črpalka, stimulator hrbtenjače, gastrik stimulator, stimulator možganov za globoko stimulacijo pri Alzheimerjevi bolezni, možganski stimulator za blaženje epilepsije, stimulatorji mišic po možganski kapi, senzorji MEMS, slušni vsadek, bionsko oko, možganski vsadek, elektronski komunikatorji med posameznimi vsadki, bionska ročna in nožna proteza, biometrična komunikacija, monitoring delovanja vsadkov in senzorjev ter drugo.

V prvo fazo razvojnega projekta je bilo vključenih manjše število sodelujočih, predvsem pa podjetje INTRI, d. o. o., direktor Andrej Žužek in Visoka strokovna šola za bioniko iz Ptuja, in sicer: Robert Harb, mag. Darja Harb, dr. Martin Terbut in drugi. V naslednji fazi razvoja bodo vključeni tudi inštituti, fakultete in določena podjetja. Seveda pa bodo s koristnimi informacijami pomagali tudi na Medicinski fakulteti. Nasle-

dni model bo natisnjen s 3D-tiskalnikom in bo iz posebnih materialov, vgrajeni bodo tudi umetni organi, kot kardiovaskularni sistem bo fluidni in mikrofluidni sistem. Vgrajeni bodo vsi pomembnejši vsadki in senzorji, ki se v svetu uporabljajo pri ljudeh z različnimi boleznimi in tudi z večjo hendikepiranostjo. Uporabljeni bodo tudi sistemi MEMS in BioMEMS in druge napredne tehnologije.

Naslednja generacija bionskega človeka bo imela obe bionski ročni in nožni protezi in bo nudila zanimivo interakcijo z zunanjim svetom in človekom. Od zdajšnje komunikacije opravljanja bionske roke s pametnim telefonom bomo prešli na višji nivo komunikacije. Projekt bomo skušali izvesti tudi s pomočjo prijave na javne razpise, saj so stroški razvoja v tej fazi izjemno visoki, predvsem pa je visoka cena vsadkov in drugih zahtevnih sistemov. Bionskega človeka bi želeli spravit tudi do tržno zanimivega izdelka.

Janez Škrlec, inž., Razvojno raziskovalna dejavnost, Zg. Polskava

A. Stušek, uredništvo revije Ventil

Fluidna tehnika – pribor za hidravliko in pnevmatiko

Revija *Fluid* nadaljuje z rednim letnim izdajanjem priročnikov za projektiranje in konstruiranje hidravličnih in pnevmatičnih naprav. Med temi je ponovno posebna izdaja s predstavitevijo pribora oz. pomožnih sestavin za hidravliko in pnevmatiko. Publikacija obsega 135 strani: najprej 70 strani prispevkov o zanimivih temah, ki se nanašajo na sodobna vprašanja in novosti pri pomožnih sestavinah hidravlike in pnevmatike, v nadaljevanju je 22 strani seznamov dobaviteljev takšnih sestavin z njihovimi logotipi in naslovi ter okoli 35 strani preglednic sestavin z njihovimi osnovnimi lastnostmi in dobavitelji.

Pisni prispevki obravnavajo naslednje teme:

Spekter

- Heineman, F., in dr.: *Magazin – poročila o raziskavah, trgu in branži*
- Isenberg, Th.: *Izboljšana zanesljivost, učinkovitost izdelave in moči – gradiva za hidravliko*
- Oberndorfer, D.: *Intervju z Benom Birkejem iz Rexrotha – kdo so najpomembnejši deležniki v hidravliki danes?*

Hidravlika

- Oberndorfer, D.: *Kako naj bodo hidravlični gibki cevovodi bolj učinkoviti? – Naj hidravlični vodi dolgo zdržijo*
- Sahm, S.: *Intervju z Georgom Vlachojannisom iz Voss Fluida – integralni paket za vaše kupce*
- Baer, I.: *Povratni sesalni filter pri mobilnih strojih za vgradnjo v cevovode – iz dveh oblikovan eden*
- Pollmann, H.: *Filtri, ki se samodejno čistijo – vedno čisti*
- Schwer, B.: *Kako izdelovalci ponarejajo izdelke za hidravlične armature – pomembna je tesnost*
- Flaepfer, S.: *Tehnike preoblikovanja in upogibanja cevi za mobilno hidravliko – prilagodljiva sila upogibanja*
- Butzki, Th.: *Preskuševališče navorov v razvojnem centru Stauff – pravi vrtilni moment*
- Weiland, F. G.: *Fleksibilni hidravlični vodi brez zožitev – povečati pretok*

- Goerres, M., Wilke, M., in dr.: *Hidravlične tesnilke jutri – tesnost ni dovolj*
- Reich, U.: *Rešitve tesnjenja omogočajo velike globine vrtin pri transportu nafte in plina – sistem tesnjenja za globino*
- Kräußlich, W.: *Naslovna zgodba: hidravlični akumulator iz Hydaca – skriti mnogokratni pomočnik*
- Timmerberg, R.: *Pršilni sistem za pesticide uporablja hidravliko – usmerjeno zatiranje*
- Menden, N.: *Protipovratni ventil za velike pretoke – optimirana enosmernost*
- Weigel, F.: *Planiranje in projektiranje hidravličnih krmilij – ločevanje plev*

Stisnjen zrak

- Heinemann, F., Lucht, Th., Gräsberger, U.: *Trendi in gradiva pri pnevmatičnih tesnilkah – odvisnost od materiala*
- Heinrichs, K.: *Vijačni čep posebno za pnevmatiko – varčevanje s prostorom, lahek in tesen*
- Brazier, G.: *Miniaturne razpočne ploščice za vsa tlačna območja – najmanjše varnostne sestavine*
- Gerecke, W.: *Pnevmatični gibki cevovodi morajo zdržati več kot samo tlak – neverjetni prihranki pri stroških*
- Störp, M.: *Vtične spojke za gibke cevovode iz nerjavnega plemenitega jekla – čisto vtikanje*
- Knetsch, D.: *Cevni spoji za stisnjen zrak v 6000 variantah – uporaba od A do Ž*

Mehatronika

- Meier, X.: *Merjenje časa delovanja v fluidni sensoriki – množična uporabnost vseh sodobnih*
- Birchinger, Th.: *Senzorji poti vrhnih pogonov za mobilno avtomatizacijo – varni in precizni*
- Biller, G. R.: *Komentar za industrijo iz Bühler Technologies – ali se je prihodnost že pričela?*

Vir: *Fluid Technik 2016 – Zubehör für Hydraulik und Pneumatik – Eine Sonderausgabe der Zeitschrift FLUID, Zal. Verlag Moderne Industrie*

HIWIN®

Motion Control & Systems



reddot award 2016
winner



DESIGN
AWARD
2016



LINEARNI MODULI

Živimo gibanje.

www.hiwin.de

6. evropska konferenca o tribologiji



7.–9. junij 2017
Cankarjev dom, Ljubljana

KONTAKT

SLOVENSKO DRUŠTVO ZA TRIBOLOGIJO

prof. dr. Mitjan Kalin – predsednik konference
Joži Sterle – tajništvo

Bogišičeva 8
1000 Ljubljana

Tel.: +386 1 4771 460
Fax: +386 1 4771 469

E-mail: ecotrib@tint.fs.uni-lj.si
Web: www.tint-ecotrib.com

ORGANIZATORJI



Slovensko društvo za tribologijo



Avstrijsko tribološko društvo



Italijansko tribološko združenje



Švicarska tribologija

Sponsorje/razstavljalce vljudno vabimo k sodelovanju na konferenci. Za več informacij nas prosimo kontaktirajte na ecotrib@tint.fs.uni-lj.si

PRIJAVA

	Predčasna prijava (pred 30. aprilom 2017)	Standardna prijava (po 30. aprilu 2017)
Splošno	430 €	480 €
Študenti	200 €	250 €
Spremljevalna oseba	70 €	

Kotizacija vključuje dostop do vseh ECOTRIB 2017 sekcij in razstavljalnih prostorov, konferenčni material, pozdravni sprejem, kosila in odmore za kavo, vodeni ogled Ljubljane ter gala večerjo. Kotizacija za spremljevalno osebo vključuje kosila in gala večerjo.



Diagnostika in vzdrževanje hidravličnih tekočin

Milan KAMBIČ

Izveček: Postopni razvoj je privedel do tega, da dandanes uporabljamo veliko število različnih vrst hidravličnih tekočin. V nadaljevanju bo glavni poudarek namenjen diagnostiki in vzdrževanju stanja mineralnih olj in težko vnetljivih hidravličnih tekočin, saj omenjeni skupini predstavljata največji delež vseh hidravličnih tekočin. Vpliv kontaminantov na delovanje in uporabno dobo hidravličnih sistemov ter strojev in naprav je ključen in že dolgo časa poznan. Eno od pomembnih diagnostičnih opravil je zato redno nadzorovanje stopnje čistosti in vzdrževanje v priporočenem območju, seveda pa na zanesljivost obratovanja in uporabno dobo opreme vplivajo tudi drugi parametri, na osnovi katerih lahko zanesljivo ocenimo trenutno stanje in se odločimo o nadaljnjih vzdrževalnih ukrepih. Prispevek zato obravnava tudi nekatera vprašanja, pomembna za vzdrževanje stanja hidravličnih tekočin, kot so dopustna vsebnost vode v svežem in rabljenem hidravličnem olju, možnost mešanja različnih vrst hidravličnih tekočin, posebnosti vzdrževanja težko vnetljivih hidravličnih tekočin HFA in HFC in najpogostejše napake pri uporabi hidravličnih tekočin.

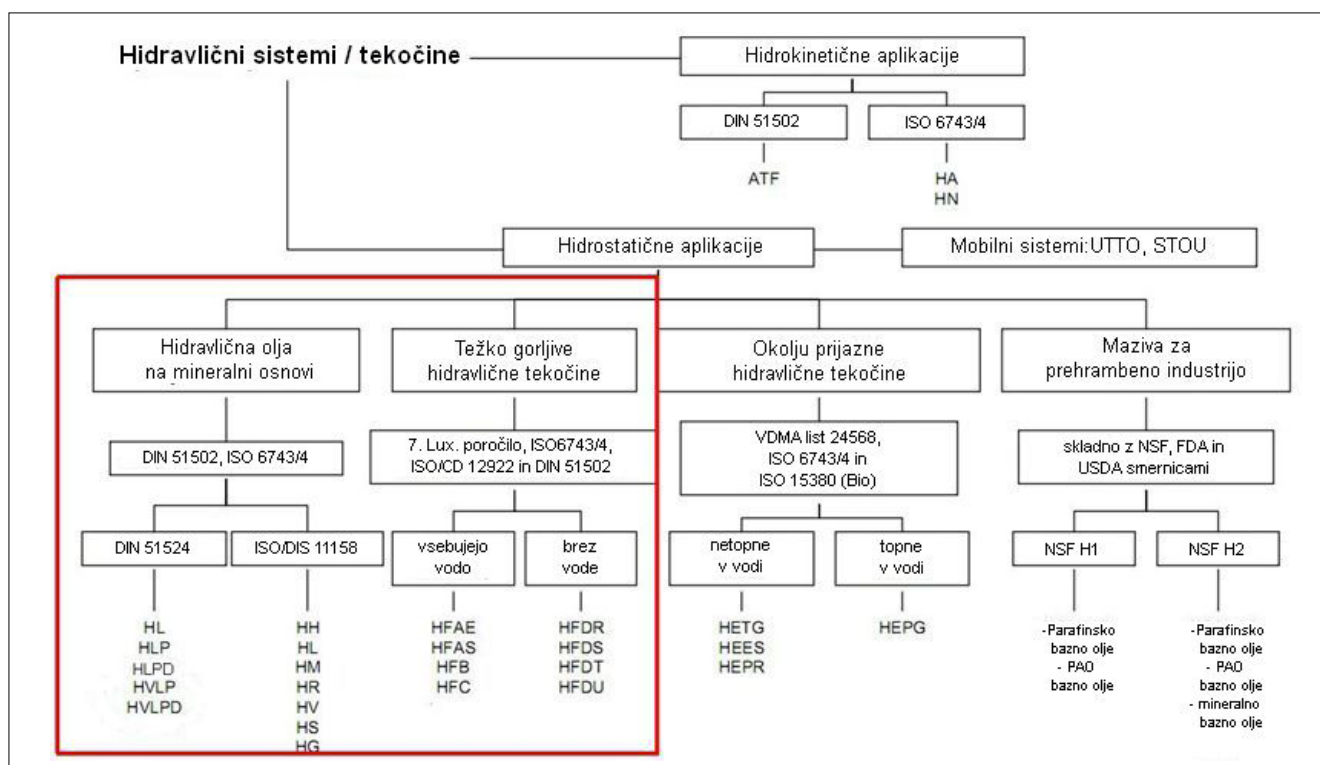
Ključne besede: hidravlična tekočina, diagnostika, vzdrževanje, vsebnost vode, zračni mehurčki

1 Uvod

Dandanes v hidravlični opremi pretežno uporabljamo mineral-

na olja različnih lastnosti in kvaliteten nivojev ter težko vnetljive tekočine [1]. Ti dve skupini pred-

stavljata več kot 90-odstotni delež celotne porabe hidravličnih tekočin, zato sta na *sliki 1*, kjer je pri-



Slika 1. Pregled različnih vrst hidravličnih tekočin

Dr. Milan Kambič, univ. dipl. inž., Olma d. o. o., Ljubljana

kazan pregled različnih vrst hidravličnih tekočin, označeni z rdečim pravokotnikom in jima bomo tudi v nadaljevanju posvetili največjo pozornost. Seveda pa poznamo še veliko drugih vrst hidravličnih tekočin.

■ 2 Stopnje čistosti hidravličnih tekočin

Kontaminacija hidravličnih tekočin je neizogiben pojav, saj del kontaminantov pride v hidravlično tekočino že med njeno proizvodnjo. Del kontaminantov lahko pride v tekočino med transportom, skladiščenjem in polnjenjem hidravličnih naprav ter med samo uporabo, npr. z »dihanjem« rezervoarja. Del jih lahko pride v tekočino tudi ob montaži nečistih gradnikov ali pa z nečisto montažo tovarniško očiščenih gradnikov. Obe skupini vzrokov poimenujemo vneseni kontaminanti. Določeni kontaminanti pa nastanejo med obratovanjem hidravlične naprave in so običajno posledica obrabe – t. i. generirani kontaminanti. Pri tem gre za različne vrste kontaminantov – ne samo za trde, temveč tudi za tekoče in plinaste. V nadaljevanju bomo tovrstnim kontaminantom najprej posvetili svojo pozornost.

Glede na to, da kontaminacije s trdimi delci ne moremo popolnoma preprečiti, je zato pomembno, da znamo izmeriti stopnjo (ne)čistosti hidravlične tekočine, saj na ta način ugotovimo, ali je še primerne za nadaljnjo uporabo [1], [2].

Hidravlični sistem/sestavina	ISO 4406:1999	NAS 1638
PARKER		
vse komponente	18/16/13	7
BOSCH REXROTH		
klasična hidravlika	21/18/14	9-10
proporcionalna hidravlika	20/18/14	9
regulacijska hidravlika	19/17/13	7-8
servo hidravlika	19/17/13	7
GS HYDRO		
klasična hidravlika	18/16/13	7
proporcionalna hidravlika	17/15/12	6
servo hidravlika	15/13/10	4

Slika 2. Zahteve Parker, Bosch Rexroth, GS Hydro

Hidravlični sistem/sestavina	ISO 4406:1999	NAS 1638
SCHRÖDER INDUSTRIES		
zobniške črpalke	19/17/14	9
batne črpalke	18/16/13	8
krilne črpalke	19/17/14	9
direktno upravljani ventili	19/17/14	9
proporcionalni ventili	18/16/13	8
servo ventili	16/14/11	5
MOOG		
servo ventili, splošno priporočilo	17/15/12	< 6
proporcionalni ventili	18/16/13	< 7
batne radialne črpalke	19/17/14	9

Slika 3. Zahteve Schröder Industries, Moog

Potrebno stopnjo čistosti hidravlične tekočine za določen namen predpisujejo/priporočajo proizvajalci strojev oz. hidravličnih naprav, in sicer predvsem glede na vgrajene gradnike (komponente) naprave. Te podatke najdemo oz. jih moramo poiskati v podatkovnih

listih proizvajalca za vsako vgrajeno komponento posebej. Kadar teh podatkov nimamo, lahko kot smernice upoštevamo splošna priporočila različnih proizvajalcev hidravlične opreme [1], [3]. Nekaj priporočil prikazujeta *sliki 2* in *3*.

Poudariti je potrebno, da se vedno ravnamo po najboljčutljivejšem gradniku, kar pomeni, da moramo doseči in vzdrževati vsaj takšno stopnjo čistosti, kot jo ta gradnik zahteva.

Glede same čistosti hidravličnih olj na mineralni osnovi standard DIN 51524 iz leta 2006 zahteva najmanj stopnjo 21/19/16 (ISO 4406: 1999). Čeprav ima večina svežih hidravličnih olj boljšo stopnjo čistosti od zahtevane po tem standardu [4], pa v primeru servoventilov in proporcionalnih ventilov večinoma ne dosejajo zahtev proizvajalcev hi-



Slika 4. Razkorak med zahtevano in dejansko stopnjo čistosti svežega hidravličnega olja

dravlične opreme, ki so prikazane na slikah 2 in 3. Potrebna stopnja čistosti za servoventile znaša namreč okoli 16/14/11. Razkorak med zahtevami sodobne in precizne hidravlične opreme in dejanskim stanjem je po podatkih iz literature lahko celo tako velik, kot je prikazan na *sliki 4*. Ta razkorak v praksi najpogosteje zmanjšujemo z dodatnim filtriranjem svežih hidravličnih olj, v nekaterih primerih pa z uporabo olj boljše stopnje čistosti [3].

Dandanes stopnjo čistosti najenostavneje določamo z avtomatskimi števci delcev. Z meritvami smo ugotovili, da na izmerjene stopnje čistosti lahko zelo vplivajo pogoji med samo meritvijo, na primer pretok in tlak olja, poleg tega pa tudi zračni mehurčki in/ali voda v olju [5].

■ 3 Diagnostika hidravličnih tekočin

Stopnja čistosti svežih in rabljenih hidravličnih olj je izredno pomemben podatek. Za zanesljivo oceno stanja rabljene hidravlične tekočine pa potrebujemo podatke tudi o drugih parametrih. Poznamo več načinov nadzora stanja, npr. enostavnejše meritve na mestu uporabe tekočine (on-site meritve), meritve, izvedene v laboratorijih, ki so tudi najpogosteje uporabljane (off-line meritve), in sodobne, v zadnjem času vse pogosteje uporabljene in uporabne kontinuirane meritve (on-line meritve). Seveda pa pogosto uporabimo tudi kombinacijo omenjenih načinov, kar je običajno celo najboljša možnost.

■ 3.1 Off-line nadzor stanja

V primeru off-line meritev v lastnem ali zunanjem laboratoriju je pomembno, da stanja ne ocenjujemo le na osnovi ene same analize, temveč spremljamo trend spremembe posameznih parametrov. V ta namen moramo opravljati periodične analize vzorcev. Za zanesljivo oceno stanja moramo poznati začetno stanje olja, izrednega pomena pa je reprezentativnost vzorcev. Vsa sodobna oprema in znanje nam namreč ne bosta omo-

gočila ugotovitve dejanskega stanja, če odvzeti vzorec ne bo odražal stanja celotne polnitve olja. Za reprezentativnost vzorca so pomembni:

- način odvzema (statični, dinamični),
- mesto odvzema,
- čas odvzema ter
- čistost uporabljene embalaže.

Vsak vzorec olja odvezamo na enak način, z istega mesta in ob enakem času (režimu obratovanja).

Dinamični odvzem vzorca iz cevovoda med obratovanjem ima prednost pred statičnim iz rezervoarja. Tega opravljamo zato le izjemoma, in sicer na približno 2/3 višine nivoja olja v rezervoarju. Pri dinamičnem odvzemu je pomembno, da je mesto vzorčenja v toku olja in ne morda v mrtvih conah.

Mesto odvzema vzorca je odvisno od namena vzorčenja. Običajno želimo iz sistema pridobiti čim več podatkov, zato moramo odvzem opraviti pred morebitnim povratnim filtrskim elementom, ki nam filtrira večji del delcev in tako odstrani večji del za nas pomembnih podatkov. Seveda pa je včasih, ko nas zanima učinkovitost filtrskega elementa, potrebno vzorec odvzeti pred filtrskim elementom in za njim.

Vzorčenje opravljamo vsakokrat v stabilnih pogojih obratovanja, ko je olje ogreto na delovno temperaturo. Če vzorčenje med obratovanjem ni možno, ga opravimo čim prej po zaustavitvi, preden se kontaminanti začno posedati.

Za vzorčenje uporabljamo suho in čisto namensko embalažo. Pred odvzemom reprezentativnega vzorca prvo količino olja iz merilnega/odvzemnega mesta zavržemo zaradi možnih nakopičenih kontaminantov v merilnem priključku, kar bi lahko pripeljalo do napačnih rezultatov meritev stopnje čistosti.

Ostali parametri, ki nam v primeru reprezentativnega vzorca olja omogočajo zanesljivo oceno stanja, so kemijske narave:

- kinematična viskoznost (40 °C, 100 °C),
- indeks viskoznosti,
- gostota,
- plamenišče,
- nevtralizacijsko število,
- vsebnost vode,
- vsebnost mehanskih nečistoč (skupno, porazdelitev po velikosti, elementna sestava ...),
- drugi (videz, barva, vonj ...).

Poročilo o analizi mora poleg ustreznih enot in navedbe uporabljenih metod vsebovati tudi komentar rezultatov in mnenje o stanju, saj si v nasprotnem primeru uporabniki morda ne bodo znali ustrezno razlagati dobljenih rezultatov. Rezultati analize in mnenje o stanju so osnova za določitev potrebnih vzdrževalnih ukrepov (na primer dodatna filtracija, vgradnja drugačnih filtrskih elementov, menjava polnitve ...).

Uporabniki olj večkrat ne verjamejo v verodostojnost rezultatov meritev in pravilnost mnenja o stanju. Za ta sum ni pravega razloga, saj vedno obstaja možnost pridobitve »drugega mnenja«. Zaradi tega proizvajalci tekočine in tudi izvajalci laboratorijskih meritev ne bodo podajali napačnih/zavajajočih zaključkov, v katerih bi predlagali menjavo polnitve, pa čeprav ta ne bi bila potrebna. Lahko pa seveda tudi pri takšnem »drugem mnenju« pride do napak, še posebej v primerih, ko je bil vzorec za »drugo mnenje« odvzet na drugem mestu, ob drugačnih obratovalnih pogojih in/ali čez nekaj časa. Vsak od teh vzrokov ima lahko za posledico različne rezultate in temu primerne zaključke. Prav tako pa je potrebno biti pozoren tudi na uporabljeno metodo – standard, saj različni laboratoriji določenih parametrov ne merijo vedno po isti metodi. V tem primeru lahko pride do napačne interpretacije. Tako je potrebno pri zahtevanem »drugem mnenju« – primerjalnem testiranju, zapisati tudi metodo, po kateri želimo rezultat.

Tovrstnih zapletov in napačnih interpretacij običajno ni pri on-line

nadzoru stanja. Lahko pa pride do napačne interpretacije stanja in napačnih zaključkov, ki pa imajo v tem primeru druge vzroke.

■ 3.2 On-line nadzor stanja

V zadnjih letih se je kot odlična alternativa opisanega off-line načina začel uveljavljati tudi on-line nadzor stanja. Glavna prednost tega načina je namreč izredno kratek odzivni čas, saj zaradi različnih senzorjev, ki merijo stanje kontinuirano ali v kratkih časovnih intervalih in so vgrajeni v hidravlično napravo, praktično v vsakem trenutku poznamo aktualno stanje hidravlične tekočine. Tako vzdrževalnemu osebu preostaja več časa do nastopa kritičnih okvar in jih v večini primerov lahko prepreči.

Slika 5 prikazuje različne vrste senzorjev, namenjenih on-line nadzoru stanja.

On-line spremljanje stanja ima seveda tudi svoje omejitve, med katerimi je treba poudariti predvsem omejeno število senzorjev oz. veličin, ki jih lahko spremljamo. Prav tako se parametri, ki jih merimo z on-line senzorji, običajno razlikujejo od parametrov, ki jih določamo z laboratorijskimi analizami, zato neposredna primerjava med njimi ni mogoča. Ne nazadnje pa je za interpretacijo meritev običajno treba izvesti kalibracijo senzorjev, ki je veljavna le za posamezno vrsto hidravlične tekočine.

Zaradi omenjenih omejitev je on-line spremljanje stanja hidravličnih tekočin za razliko od meritev tlaka ali temperature veliko bolj kompleksno. Stanje olja namreč ni odvisno le od posameznega parametra, temveč od več hkrati. V odvisnosti od obremenitve, vrste olja in drugih mejnih pogojev se stanje olja tudi spreminja [6].

Pri načrtovanju in izvajanju oddaljenega nadzora stanja hidravličnih naprav je za dosego kvalitetnih merilnih podatkov ključnega pomena več dejavnikov, kot npr.:



Slika 5. Različni senzori za on-line nadzor stanja

- izbira ustreznih senzorjev,
- ustrezna vgradnja senzorjev,
- ustrezno mesto zajemanja vzorca iz hidravličnega sistema (reprezentativnost vzorca),
- ustrezna povezava senzor–enota za zajemanje in obdelavo podatkov,
- dodatni ukrepi za izboljšanje natančnosti in verodostojnosti meritev.

■ 4 Vzdrževanje hidravličnih tekočin

Vzdrževanje ustreznega stanja hidravličnih tekočin mora biti stalna aktivnost, kajti tudi tedaj, ko stanje ne zahteva nujnih vzdrževalnih posegov (dodatna filtracija, sušenje olja, menjava polnitve), moramo opravljati redne kontrole nivoja olja, temperatur, tlakov, padca tlaka na filtrskih elementih, stopnje čistosti tekočine, netesnosti ipd.

Poleg trdih kontaminantov, ki so bili podrobneje omenjeni v 2. poglavju in jih na še dopustnem nivoju vzdržujemo z vgrajenimi filtrskimi elementi, po potrebi pa tudi z dodatno filtracijo, veliko pozornost namenjamo tudi drugi vrsti zelo pogosto prisotnih kontaminantov v hidravlični tekočini, tj. količini vlage/vode. To seveda ne velja za tekočine na osnovi vode, kot so tekočine HFA in HFC, temveč za mineralna hidravlična olja in težko vnetljive tekočine vrste HFD, kjer je

dopustna vsebnost vode zelo nizka. Seveda pa količino vode (pogosto z meritvijo viskoznosti) nadzorujemo tudi pri tekočinah vrste HFC, saj se zaradi izparevanja vode njena količina običajno niža, viskoznost tekočine pa posledično viša. Tudi pri vrsti HFA so potrebne redne kontrole koncentracije, saj ta zelo vpliva na mazalne lastnosti, sposobnost zaščite pred korozijo ipd.

V nadaljevanju bo omenjeno tudi mešanje hidravličnih tekočin, in sicer tako mešanje iste vrste tekočine kot tudi različnih vrst tekočin.

■ 4.1 Dopustna vsebnost vode

Analize vzorcev hidravličnih olj večkrat potrdijo prisotnost manjše ali večje količine vode. Tako proizvajalci hidravlične opreme kot proizvajalci maziv in delovnih fluidov običajno tolerirajo manjšo količino vode v olju. Enotno veljavnega priporočila o mejnih vrednostih pa ni. Različni viri navajajo sprejemljive vrednosti v območju med 0,05 % in 0,3 % prostornine polnitve hidravlične naprave [5].

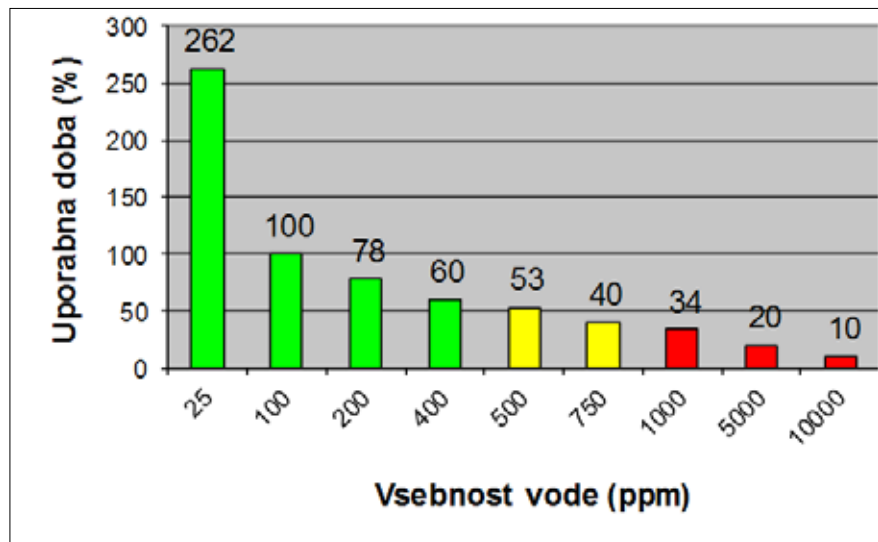
Kratek in jednat odgovor na vprašanje o sprejemljivi vsebnosti vode je: v hidravličnem fluidu naj ne bo vode, če pa vseeno je, naj bo njena vsebnost čim nižja. Tudi najmanjša količina vode vpliva na kemijske lastnosti olja in učinkuje na kovin-

ske površine hidravličnih sestavin in rezervoarja v napravi, kar prikazuje *slika 6*. S slike je jasno razvidno, da je pri prej navedeni okvirni zgornji dopustni vsebnosti vode v rabljenem hidravličnem olju 0,1 % oziroma 1000 ppm uporabna doba strojnega dela le še tretjina nazivne. Pri vsebnosti vode 0,05 % ali 500 ppm (kar je zgornja dopustna vsebnost vode v svežem mineralnem hidravličnem olju po standardu DIN 51524) pa uporabna doba strojnega dela znaša le še polovico nazivne. Preprosto povedano: raven škode na olju in stroju je odvisna od količine in časa prisotnosti vode v olju, napravi. Zato cilj ne sme biti le zagotavljanje vsebnosti vode pod zgornjo dopustno mejo, temveč obratovanje naprave brez vode ali z minimalno možno vsebnostjo vode [7]. O neugodnem vplivu vode se tudi lahko prepričamo, če pogledamo v že omenjene podatkovne liste za posamezen gradnik: dovoljene obratovalne vrednosti (npr. za tlak) so v primeru uporabe tekočin na osnovi vode veliko nižje kot v primeru uporabe mineralnih olj.

Izčrpen odgovor na zastavljeno vprašanje o dopustni vsebnosti vode (tam, kjer je ni že v osnovni tekočini) je zapleten. Tudi aditivi v nekaterih hidravličnih oljih, še zlasti tisti proti obrabi (AW – Anti Wear), lahko vplivajo na točnost kazanja instrumentov, ki jih običajno uporabljamo za ugotavljanje onesnaženja z vodo.

V praksi je priporočljivo sistematično spremljati trend parametrov, določenih z analizami olja, in najprej ugotoviti, ali količina vode v določenih časovnih intervalih narašča, pada ali je stabilna. Če iz rezultatov analize ugotovimo, da se je vsebnost povečala, je olje treba zamenjati ali vodo odstranjevati z ustreznimi izločevalniki, kot so: vakuumske naprave, centrifuge, absorpcijski filtri ali kakšni drugi separatorji.

Pri tem je po odstranjevanju vode iz olja z analizo treba ugotoviti, ali je olje še primerno za nadaljnjo uporabo. Z odstranjevanjem vode se namreč pri določenih pogojih izlo-



Slika 6. Vpliv vode na uporabno dobo sestavin

čijo tudi aditivi – t. i. izčrpavanje oz. izločanje aditivov.

Prav tako je treba ugotoviti vir oz. vire onesnaževanja z vodo in opraviti potrebne spremembe, popravila ali korekcije na napravi, da bi se preprečilo ponovno vstopanje vode v olje, napravo. Običajni vzroki onesnaženja z vodo so dolivanje nečistega fluida, neučinkoviti ali pokvarjeni odzračevalni filtri, slabo zatesnjeni pokrovi za dolivanje, netesni oljni hladilniki, neustrezno izpiranje naprave, kondenzacija vlage v notranjosti naprave, rezervoarja ipd. [7].

■ 4.2 Zračni mehurčki in penjenje

Vzroki pojava pen, vdiranja zraka v hidravlični sistem ali izločanja raztopljenega zraka iz hidravličnega olja so dokaj kompleksni in medsebojno povezani, saj so lahko različni in tesno povezani s samo zasnovo naprave, uporabljenim medijem in obratovalnimi parametri naprave.

Če se zrak v obliki pen pojavlja pri svežem, čistem mineralnem olju, je pojav pen treba iskati na sami hidravlični napravi. Vzroki so lahko različni in so povezani z zasnovo hidravlične naprave. Omenimo na kratko samo nekatere:

- premajhen rezervoar ali premajhna polnilna odprtina rezervoarja,

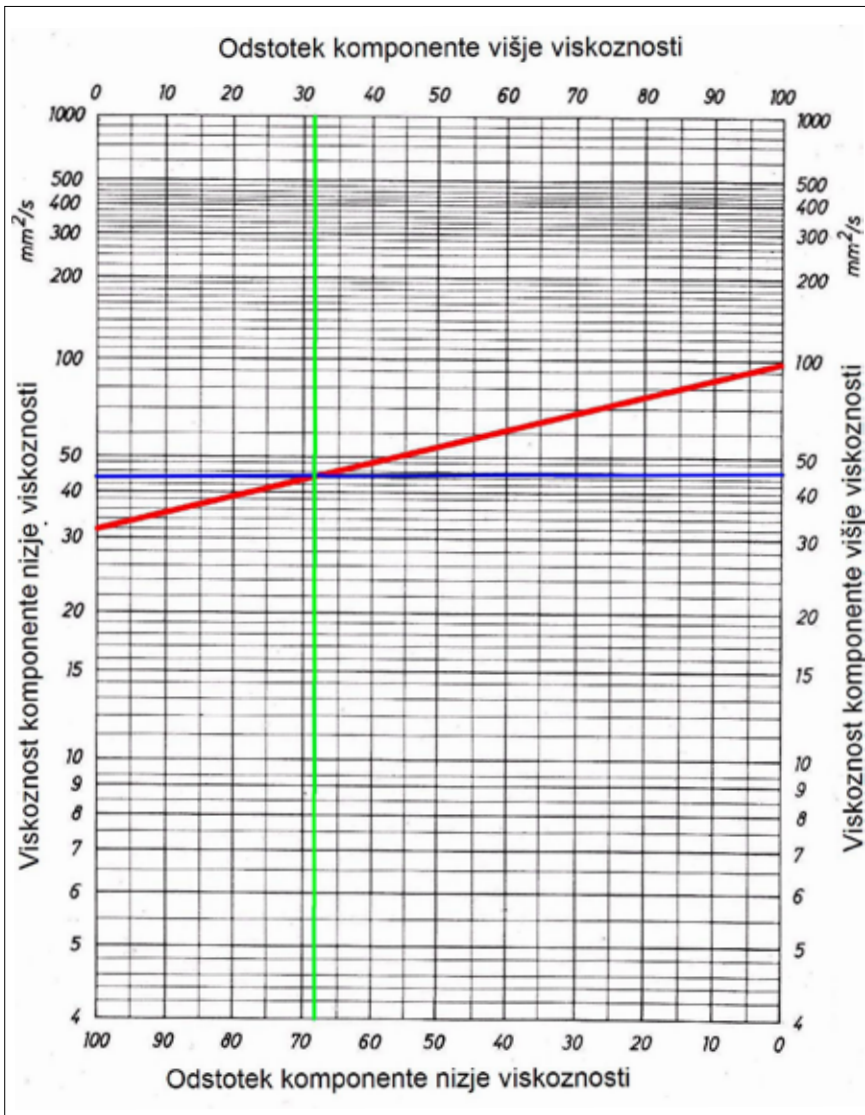
ki povzročata vrtinčenje olja in s tem absorpcijo zraka,

- črpalka sesa zrak skozi netesno mesto na črpalki ali na sesalnem vodu,
- povratni vod ni speljan pod površino tekočine. Tako tekočina, ki se vrača, pada na gladino olja in s sabo zajema zrak, ki na ta način prispe v olje in povzroči nastanek pen oz. mehurčkov, ki jih kasneje poseša črpalka,
- preslabo odzračevanje na novo napolnjene naprave. Tako ostanejo v cevovodu zračne blazine, ki pod tlakom preidejo v raztopino in se ob razbremenitvi pokažejo v obliki pen,
- topnost plinov v mineralnem olju v primeru, če ima hidravlična naprava vgrajen hidravlični akumulator.

Omenjena povezanost prisotnosti zraka z gradniki in samo izvedbo hidravličnega sistema je na nekaj primerih podrobneje pojasnjena v drugi strokovni literaturi [8].

■ 4.3 Mešanje hidravličnih tekočin

Mešanje hidravličnih tekočin je možno le izjemoma. Ena od takšnih izjem je mešanje istih vrst hidravličnih tekočin z različno viskoznostjo. To možnost večkrat uporabimo, kadar nimamo na razpolago olja določene viskoznostne gradacije, imamo pa olji z nižjo in višjo grada-

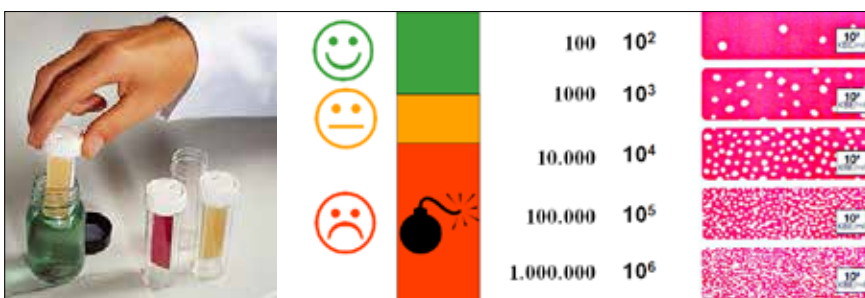


Slika 7. Diagram mešanja

cijo od zelene. V tem primeru lahko potrebna deleža olja nižje in višje gradacije viskoznosti določimo z diagramom mešanja (slika 7).

V prikazanem primeru želimo z mešanjem doseči viskozno gradacijo ISO VG 46, in sicer z uporabo olj ISO VG 32 in ISO VG 100. V diagramu obe razpoložljivi viskoznosti

povežemo s premico in v presečišču te premice z zeleno viskoznostjo (v našem primeru ISO VG 46) potegnemo navpičnico ter enostavno odčitamo potreben delež olja višje viskoznosti na zgornjem delu diagrama, delež olja nižje viskoznosti pa na spodnjem delu diagrama. Za dosego zelene viskoznostne gradacije ISO VG 46 bi tako potrebovali



Slika 8. Določanje števila mikroorganizmov

eno tretjino olja ISO VG 100 in dve tretjini olja ISO VG 32.

Lahko pa si seveda pomagamo tudi s spletnimi orodji (aplikacijami), s katerimi lahko na hiter in enostaven način določimo potrebna razmerja mešanja posameznih gradacij.

Prikazani primer pa je na žalost praktično edini, kjer je mešanje hidravličnih tekočin možno. Hidravličnih tekočin različnih vrst nikakor ne smemo mešati.

Mešanje mineralnega olja in tekočine vrste HFC ni možno zaradi visoke vsebnosti vode v HFC. Enako velja za tekočino vrste HFD in tekočino vrste HFC. Načeloma je sicer možno mešanje mineralnega olja in tekočine HFD, saj nobena vode ne vsebuje, pa tudi v kemijskem smislu sta združljivi. Vendar bi z dodajanjem mineralnega olja v tekočino HFD zelo ogrozili varnost pred požarom, ki jo zagotavlja tekočina HFD.

V primeru neželenega mešanja različnih vrst hidravličnih tekočin je treba ravnati po navodilih proizvajalcev hidravličnih tekočin, ki imajo predvidene postopke sanacije za vsak posamezen primer.

4.4 Vzdrževanje tekočin vrste HFA

Nadzor stanja in vzdrževanje je v tem primeru podobno kot pri tekočinah za obdelavo kovin, ki jih mešamo z vodo, saj gre za emulzije oziroma raztopine. Med različnimi meritvami in vzdrževalnimi ukrepi bi poudarili pomen rednega nadzora koncentracije (navadno z refraktometri, včasih tudi s titracijo) in vzdrževanja v priporočenem območju ter občasnega določanja števila mikroorganizmov (navadno s potopnimi valji, kar prikazuje slika 8), po potrebi dodajanja biocidov.

4.5 Vzdrževanje tekočin vrste HFC

Zaradi izhlapevanja vode se pri tej vrsti tekočin viskoznost med uporabo večkrat postopoma dviga. V določenih primerih lahko viskoznost

naraste nad priporočeno ISO VG gradacijo. Viskoznost lahko vrnemo v priporočeno območje z dolivanjem ustrezne količine destilirane vode. Pri tekočinah HFC je smiselna tudi občasna kontrola vrednosti pH in stopnje čistosti (kjer pa imamo težave, saj običajni avtomatski števcji delcev niso primerni za tovrstne tekočine), manj običajna pa je kontrola števila mikroorganizmov.

■ 4.6 Najpogostejše napake pri uporabi

Na osnovi naših dolgoletnih izkušenj na področju uporabe hidravličnih tekočin so najpogostejše napake uporabnikov naslednje:

- skladiščenje (odprto skladišče, pokončna lega, ki omogoča t. i. »dihanje sodov«),
- polnjenje hidravličnih sistemov brez ustrezne filtracije olja,
- ni nadzora stanja oljnih polnitve,
- nenamenska, »umazana« embalaža, ki jo uporabimo za vzorčenje,
- neupoštevanje mnenja proizvajalca glede stanja in morebitnih priporočil o potrebnosti menjave.

Priporočljivo je skladiščenje v zaprtih, temperiranih prostorih s temperaturo nad 5 °C. Sode po možnosti skladiščimo v ležečem položaju, da tako preprečimo t. i. »dihanje sodov«. Tako prvo polnjenje hidravličnih sistemov kot kasnejša dolivanja izvedemo preko filtrirnih agregatov, na katerih

uporabimo tako fin filtrski element, kot je najbolj fin originalno vgrajen filtrski element. Oljne polnitve moramo redno nadzorovati sami ali pa s pomočjo dobavitelja/proizvajalca hidravlične tekočine, ki največkrat svoje usluge ponuja celo brezplačno. Pomen namenske in čiste embalaže za vzorčenje je ključen za pravilno interpretacijo rezultatov in realno oceno stanja. Na žalost veliko uporabnikov ne zaupa v poštenost mnenja proizvajalca hidravlične tekočine, še posebej tedaj, ko ta priporoči celotno menjavo polnitve. Kot je bilo že omenjeno, razloga za dvom v poštenost na tem mestu ni, saj se vsak proizvajalec zaveda, da uporabnik lahko opravi tudi vzporedne analize v drugih laboratorijih, zato si prikrojevanja rezultatov lastnim interesom nikakor ne bo dovolil.

■ 5 Sklep

Za nemoteno obratovanje hidravličnih sistemov in naprav je ključnega pomena primerna stopnja čistosti, ki jo podajajo proizvajalci hidravlične opreme. Poleg tega pa pri nadzoru stanja spremljamo tudi trend drugih parametrov, na primer vsebnosti vlage/vode in ostalih, saj je zanesljiva ocena stanja tekočine, posredno pa hidravlične naprave, možna le s spremljanjem trenda različnih parametrov. Nabor parametrov, ki so vključeni v sistem nadzora stanja tekočine, je odvisen tudi od vrste tekočine, zato se ti pri te-

kočinah vrste HFA in HFC razlikujejo od parametrov, ki jih nadzorujemo pri mineralnih hidravličnih oljih. Navedene so najpogostejše napake pri uporabi hidravličnih tekočin, predvsem zato, da jih v prihodnosti ne bi ponavljali.

Viri

- [1] Lovrec, D., Kambič, M.: Hidravlične tekočine in njihova nega, Univerza v Mariboru, 2007.
- [2] Kambič, M., Hrobat, A.: Spremljanje kontaminacije hidravličnih tekočin, Ventil 13(2007) 6, str. 414–418.
- [3] Kambič, M.: Proizvodnja hidravličnega olja boljše stopnje čistosti, Slotrib 2012, Zbornik predavanj, str. 211–220.
- [4] Kambič, M., Kus, B., Vidmar, L.: Stopnja čistosti svežih hidravličnih olj, Slotrib 1998, Zbornik predavanj, str. 195–203.
- [5] Kambič, M., Tič, V.: Vpliv kontaminantov na izmerjene stopnje čistosti hidravličnih tekočin, 7. Industrijski forum IRT 2015, Zbornik, str. 121–126.
- [6] Tič, V., Kambič, M.: On-line nadzor stanja maziv, 6. Industrijski forum IRT 2014, Zbornik, str. 151–157.
- [7] Kambič, M.: Kolikšna je sprejemljiva vsebnost vode v hidravličnem olju?, Ventil 12(2006) 2, str. 106–106.
- [8] Lovrec, D.: Vzroki za prisotnost zraka v hidravličnem sistemu, Ventil 22(2016)4, str. 310–317.

Diagnosics and maintenance of hydraulic fluids

Abstract: The gradual development has led to the fact that today we use many different types of hydraulic fluids. In the paper the main emphasis will be on diagnostics and maintenance of mineral oils and fire resistant hydraulic fluids, because this group represents the largest share of all hydraulic fluids. The impact of contaminants on the performance and service life of hydraulic systems, machines and devices is critical and has long been known. One of the most important diagnostic tasks is therefore regularly monitoring the cleanliness level and its maintenance in the recommended range. Of course, the operational reliability and service life of equipment is also influenced by other parameters, based on which we can reliably assess the current situation and decide on further maintenance actions. This presentation discusses some other issues, important for maintaining the state of hydraulic fluids, such as admissible water content in fresh and used hydraulic oil, the possibility of mixing different types of hydraulic fluids, specialty maintenance HFA and HFC types of fire resistant hydraulic fluids and most common mistakes in the use of hydraulic fluids.

Keywords: hydraulic fluid, diagnostics, maintenance, water content, air bubbles

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



Hibridna izdelava s postopkom ciljnega nalaganja taljenega polimera in frezanja:

2. del – Optimizacija tehnoloških parametrov hibridne izdelave ob uporabi ekstrudorske šobe večjega premera in primerjava rezultatov s standardno ekstrudorsko šobo

Damir GRGURAŠ, doc. dr. Davorin KRAMAR, David HOMAR, prof. dr. Janez KOPAČ

Izvleček: V tem dvodelnem prispevku je predstavljena hibridna izdelava s ciljnim nalaganjem taljenega polimera in frezanjem. Hibridna izdelava, ki vključuje kombinacijo tehnologije dodajanja materiala po plasteh in tehnologije odrezavanja, se vse pogosteje uporablja v industriji. Vedno več proizvajalcev obdelovalnih strojev ponuja tudi hibridne stroje, ki imajo obe tehnologiji implementirani na enem stroju, kar omogoča izdelavo v enem vpetju. Tudi na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani je bil izdelan takšen hibridni stroj, kar je bilo opisano že v prvem delu tega članka (v prejšnji številki revije Ventil). V prvem delu članka smo predstavili optimizacijo tehnoloških parametrov hibridne izdelave, kjer smo za postopek ciljnega nalaganja taljenega polimera uporabili standardno ekstrudorsko šobo premera $D = 0,4$ mm. V tem drugem delu članka je predstavljena optimizacija tehnoloških parametrov pri uporabi nestandardne ekstrudorske šobe večjega premerom $D = 1,1$ mm. Na koncu je predstavljena še primerjava rezultatov hibridne izdelave z obema šobama.

Ključne besede: hibridna izdelava, ciljno nalaganje taljenega polimera, obodno frezanje, material PLA, načrtovanje eksperimentov, empirično modeliranje in optimizacija

■ 1 Uvod

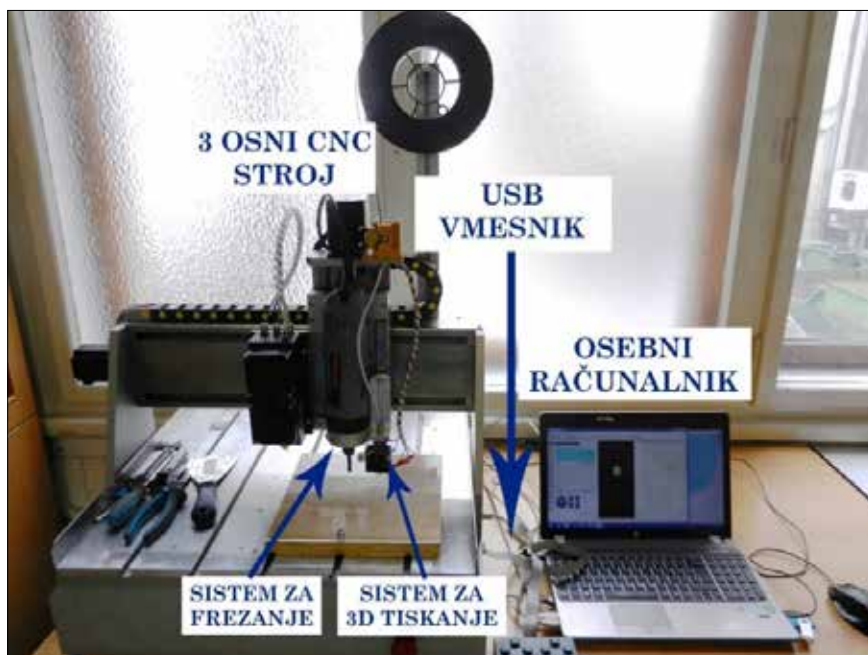
Hibridna izdelava, pri kateri gre za kombinacijo konvencionalne tehnologije odrezavanja in sodobne tehnologije dodajanja materiala, je vse pogosteje uporabljena v indu-

Damir Grguraš, univ. dipl. inž., doc. dr. Davorin Kramar, univ. dipl. inž., David Homar, univ. dipl. inž., prof. dr. Janez Kopač, univ. dipl. inž., vsi Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

strijskem okolju, saj se s tem združijo prednosti posamezne tehnologije. V naši raziskavi smo se omejili na polimerne izdelke, tako smo za tehnologijo dodajanja materiala uporabili ciljno nalaganje taljenega polimera (ang. *Fused Deposition Modeling – FDM*). Pri postopku FDM se staljeni polimer, ki prihaja iz ogrete ekstrudorske šobe, dodaja plast za plastjo. Ko se doda polimer še na zadnji prerez, je izdelek končan. Izdelki, narejeni po postopku FDM, imajo relativno veliko hrapavost, saj na površini ostanejo sledi posamezne plasti. Zato je

smiselno površino izdelka izboljšati s frezanjem po obodu izdelka. V ta namen je bil izdelan tudi hibridni stroj (*slika 1*), ki je podrobneje opisan v prvem delu članka (v prejšnji številki revije Ventil), in omogoča uporabo obeh tehnologij v enem vpetju.

V prvem delu članka [1] je bila podana optimizacija tehnoloških parametrov hibridne izdelave, pri kateri smo uporabili standardno ekstrudorsko šobo, ki ima premer izhodne izvrtine $D = 0,4$ mm. Predstavljeni so bili statistično zanesljivi



Slika 1. Stroj za hibridno izdelavo

matematični modeli za hrapavost površine, porabo materiala in časa za hibridno izdelavo. S pomočjo regresijskih modelov so bile določene optimalne vrednosti tehnoloških parametrov za doseganje minimalne hrapavosti površine ob minimalni porabi materiala in časa za hibridno izdelavo. Optimalni parametri, pridobljeni z optimizacijo, pa so bili potrjeni s potrditvenim testom.

Zaradi želje po znatno hitrejši hibridni izdelavi bomo v tem članku predstavili optimizacijo tehnoloških parametrov pri uporabi večje ekstrudorske šobe, in sicer z izhodno izvrtino premera $D = 1,1$ mm. Ob tem je pričakovati manj kakovostno površino po postopku FDM, vendar jo lahko po predvidevanjih in izkušnjah znatno izboljšamo s postopkom frezanja. Za načrtovanje eksperimentov smo upoštevali enake vhodne kot tudi izhodne tehnološke parametre. Tudi eksperimentalni vzorec iz materiala PLA (ang. *PolyLactic Acid – PLA*) je bil enakih dimenzij, in sicer kocka s stranicami 22 mm. Za frezanje smo uporabili enako orodje, to je frezalo premera 8 mm z oznako: Widin Co. Ltd Zamus end mill TX302080.

Po pregledu dodatne literature je razvidno, da je bilo že nekaj raziskav namenjenih izboljšanju površi-

ne izdelkov, narejenih po postopku FDM glede na debelino plasti in orientiranost gradnje. Pulak M. Pandey in ostali [2] so predstavili empirični model za ovrednotenje hrapavosti izdelkov, narejenih s postopkom FDM. Z uporabo vročega rezila so znatno izboljšali hrapavost površine. V prihodnosti želijo narediti hibridni sistem, ki bo uporabil vroče rezilo po vsaki nanieseni plasti in bo tako omogočen dostop rezila do vseh površin izdelka. Galantucci in ostali [3] so predstavili vpliv kemijske poobdelave izdelkov, narejenih po postopku FDM iz materiala ABS (ang. *Acrylonitrile Butadiene Styrene – ABS*). Uporabljena kemična obdelava je ekonomična, hitra in enostavna. Hrapavost R_a je bila znatno izboljšana, žal pa se pri tem zmanjša natančnost izdelka. Nadalje načrtujejo izboljšanje površine z uporabo različnih topil. Wei-chen Lee in ostali [4] so sestavili hibridni stroj, ki vključuje postopek FDM in 5-osno CNC-frezanje. Ekstrudor je bil nameščen na drugo stran vretena oz. na rotirajočo os B. Tako so z obračanjem te osi dosegli zamenjavo tehnologije brez uporabe dodatnih aktuatorjev ter izboljšali dimenzijsko natančnost in kakovost površine. Ker so uporabili 5-osni stroj, so pokazali, da tudi pri grajenju previsnih delov s FDM postopkom ni potrebno uporabiti podpore. To pa

ne zmanjša le cene in časa izdelave, temveč tudi možnost deformacij, ki se pojavijo pri odstranitvi podpor.

2 Priprava, načrtovanje in izvedba eksperimentov

V fazi priprave eksperimentov smo izbrali vhodne parametre in njihove mejne vrednosti. Vhodni tehnološki parametri hibridne izdelave, predstavljeni že v prvem delu članka, so bili določeni na podlagi izkušenj in poznavanja hibridne izdelave in so naslednji: vrtilna frekvenca frezala n [min^{-1}] (vrtilna hitrost frezala), višina plasti nalaganja materiala h [mm], kompenzacijski pretok materiala Φ [%] (potrebna količina materiala za FDM je pomnožena z vrednostjo tega kompenzacijskega pretoka), hitrost nalaganja materiala v [mm/s] (hitrost, s katero se premika ekstrudorska šoba pri nalaganju materiala), podajalna hitrost frezala v_f [mm/min] in globina frezanja a_p [mm]. Sledilo je določanje mejnih vrednosti vhodnih parametrov, ki smo jih določili na podlagi poskusnih eksperimentov in s pomočjo predlaganih vrednosti iz računalniškega programa *CURA*, ki služi za pridobitev CNC-kode za postopek FDM. Enako kot v prvem delu članka smo tudi tokrat vhodne parametre nastavljali na treh nivojih. Tabela 1 prikazuje vrednosti vhodnih parametrov na posameznih nivojih. Kot nivo -1 smo upoštevali minimalne vrednosti parametrov, kot nivo $+1$ pa maksimalne vrednosti. Vrednosti na srednjem nivoju 0 smo dobili kot srednje vrednosti med nivojema -1 in $+1$. S pomočjo Taguchi-jeve ortogonalne matrike $L_{27} (3^{13})$ smo oblikovali načrt s 27-imi eksperimenti, ki je prikazan v tabeli 2 levo od odebeljene črte. Desno od odebeljene črte pa so prikazane povprečne izmerjene vrednosti izhodnih parametrov pri posameznem eksperimentu. Kot izhodne parametre – odzive – smo tudi tokrat spremljali: hrapavost površine po hibridni izdelavi R_a in R_y [μm] v smeri nalaganja materiala (indeks l) in prečno na to smer (indeks h), poraba materiala pri hibridni izdelavi MD [m] in čas, potreben za hibridno izdelavo t [s].

Tabela 1. Vrednosti vhodnih parametrov na posameznih nivojih

		Vhodni parametri					
		n [min ⁻¹]	h [mm]	ϕ [%]	v [mm/s]	v_f [mm/min]	a_p [mm]
Nivo 1	-1	10000	0,30	60,0	10	200	0,41
Nivo 2	0	15500	0,55	70,0	25	400	0,55
Nivo 3	+1	21000	0,80	80,0	40	600	0,69

Tabela 2. Načrt in rezultati izvedbe eksperimentov

N	n [min ⁻¹]	h	ϕ [%]	v [mm/s]	v_f [mm/min]	a_p	Ra_h [μm]	Ry_h [μm]	Ra_l [μm]	Ry_l [μm]	MD [m]	t [s]
1	10000	0,30	60,0	10	200	0,41	5,10	47,26	4,91	41,65	2,09	2330
2	10000	0,30	70,0	25	400	0,55	5,64	47,73	6,92	52,15	2,43	1977
3	10000	0,30	80,0	40	600	0,69	4,83	45,01	5,82	45,32	2,78	1901
4	10000	0,55	60,0	25	400	0,69	4,81	49,14	6,26	50,37	2,05	1102
5	10000	0,55	70,0	40	600	0,41	9,19	114,12	4,33	43,31	2,39	1061
6	10000	0,55	80,0	10	200	0,55	16,08	162,03	10,90	73,92	2,73	1312
7	10000	0,80	60,0	40	600	0,55	1,18	8,44	3,75	27,50	2,04	721
8	10000	0,80	70,0	10	200	0,69	2,24	17,52	3,64	24,02	2,38	900
9	10000	0,80	80,0	25	400	0,41	2,57	18,40	3,57	21,06	2,72	763
10	15500	0,30	60,0	25	600	0,55	4,30	33,67	4,43	33,19	2,09	1973
11	15500	0,30	70,0	40	200	0,69	24,75	198,15	9,61	75,19	2,43	1921
12	15500	0,30	80,0	10	400	0,41	7,47	61,69	8,65	57,98	2,78	2319
13	15500	0,55	60,0	40	200	0,41	14,65	171,67	5,64	40,99	2,05	1079
14	15500	0,55	70,0	10	400	0,55	7,56	55,75	8,94	60,33	2,39	1293
15	15500	0,55	80,0	25	600	0,69	9,07	120,38	6,09	54,23	2,73	1103
16	15500	0,80	60,0	10	400	0,69	2,97	26,14	5,25	38,50	2,04	882
17	15500	0,80	70,0	25	600	0,41	3,64	31,49	4,07	34,31	2,38	752
18	15500	0,80	80,0	40	200	0,55	8,98	65,07	8,11	60,07	2,72	752
19	21000	0,30	60,0	40	400	0,69	10,63	158,18	6,20	42,14	2,09	1907
20	21000	0,30	70,0	10	600	0,41	7,76	56,27	6,78	48,55	2,43	2311
21	21000	0,30	80,0	25	200	0,55	8,09	55,75	9,48	68,24	2,78	1989
22	21000	0,55	60,0	10	600	0,55	5,73	42,42	7,87	53,77	2,05	1282
23	21000	0,55	70,0	25	200	0,69	25,00	154,25	11,12	95,37	2,39	1121
24	21000	0,55	80,0	40	400	0,41	6,30	54,83	6,22	49,46	2,73	1068
25	21000	0,80	60,0	25	200	0,41	9,60	98,97	8,04	61,24	2,04	771
26	21000	0,80	70,0	40	400	0,55	3,40	43,69	7,06	48,81	2,38	730
27	21000	0,80	80,0	10	600	0,69	6,82	51,13	5,39	42,63	2,72	888

Tabela 3. Ovrednotenje regresijskih modelov

Odziv	F-vrednost	p-vrednost	Regresor – vplivni parameter Neznačilni hierarhični parameter	R ²	Adj-R ²	Pred-R ²	S/N
Ra_h	7,97	0,0002	$h, v_f, v \cdot v_f, h^2 \cdot v$	0,705	0,617	0,427	10,90
Ry_h	5,90	0,0012	***	0,835	0,693	0,344	9,95
Ra_l	12,50	<0,0001	$n, \phi, v_f, v \cdot a_p, h^2 \cdot a_p \cdot h, v$	0,902	0,830	0,669	12,11
Ry_l	14,40	<0,0001	$n, \phi, v_f, a_p, n \cdot h, n \cdot v, \phi \cdot v_f, v \cdot a_p, v_f \cdot a_p, h^2 \cdot h, v$	0,935	0,870	0,673	15,68
MD	246000	<0,0001	$h, \phi, h \cdot \phi, h^2 \cdot \phi^2$	1,000	1,000	1,000	1190,27
t	1157,56	<0,0001	h, v	0,990	0,989	0,987	80,32

*** Opomba: Neuporaben model, ker se Adj-R² in Pred-R² razlikujeta za več kot 0,2.

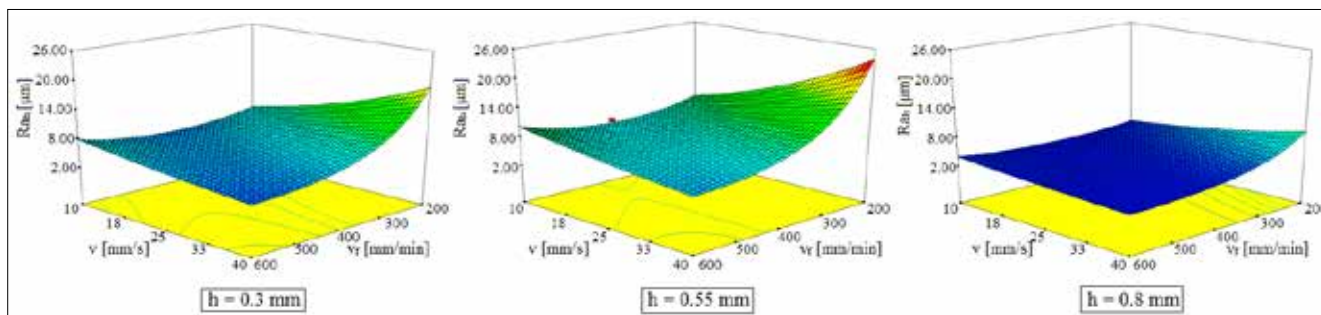
3 Rezultati

Tabela 2 prikazuje načrt in rezultate izvedbe eksperimentov. Vpliv vhodnih tehnoloških parametrov na izhodne smo popisali tudi z empiričnimi (regresijskimi) modeli, ki smo jih pridobili in ovrednotili s pomočjo računalniškega programa *Design-Expert*, ki razvije in analizira regresijske modele na osnovi ANOVE. Ovrednotenje pridobljenih regresijskih modelov je prikazano v tabeli 3. V nadaljevanju so predstavljeni regresijski modeli in njihova razlaga s pomočjo pripadajočih grafov. Na koncu je izvedena še optimizacija tehnoloških parametrov hibridne izdelave glede na zastavljene kriterije optimizacije.

3.1 Regresijski model za hrapavost Ra prečno na smer nalaganja materiala (Ra_h)

S slike 2 je razvidno, da minimalno hrapavost Ra_h dosežemo pri maksimalni višini plasti nalaganja materiala h . Maksimalna vrednost te višine plasti privede do manjšega števila prehodov med plastmi celotnega izdelka, kar posledično pomeni manj vdolbin med plastmi, ki bi jih konica merilne naprave zaznala pri merjenju hrapavosti. Nadalje ugotovimo, da podajalna hitrost frezala v_f vpliva obratno sorazmerno na hrapavost, kajti minimalno hrapavost Ra_h dosežemo ob maksimalni podajalni hitrosti frezala v_f . Takrat frezalo potuje hitreje in ima manj časa, da bi toplotno vplivalo na površino materiala ter posledično tudi na hrapavost.

$$\ln(Ra_h) = 0,54592 + 8,93868 \cdot h + 0,056732 \cdot v - 5,08715 \cdot 10^{-3} \cdot v_f - 1,28640 \cdot 10^{-4} \cdot v \cdot v_f - 9,38239 \cdot h^2 + 8,21082 \cdot 10^{-6} \cdot v_f^2 \quad (1)$$



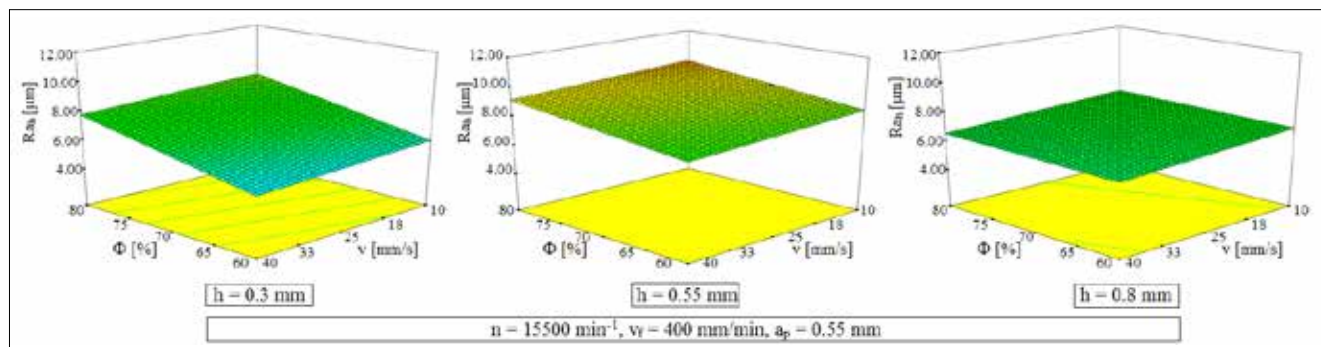
Slika 2. Vpliv hitrosti nalaganja materiala v in podajalne hitrosti frezala v_f na hrapavost Ra_h pri različnih višinah plasti nalaganja materiala h

3.2 Regresijski model za hrapavost Ra v smeri nalaganja materiala (Ra_l)

Vendar vidimo, da se hrapavost Ra_l , čeprav bi upoštevali minimalni Φ , ne bi preveč poslabšala, saj pri maksimalnih h in v parameter Φ ni

ga vpliva na hrapavost (slika 4). To lahko razložimo na enak način kot pri regresijskem modelu Ra_h , kajti z večjo podajalno hitrostjo frezala

$$Ra_l = -28,06072 + 3,78833 \cdot 10^{-4} \cdot n + 49,56052 \cdot h + 0,18399 \cdot \Phi - 0,26487 \cdot v - 7,98704 \cdot 10^{-3} \cdot v_f + 58,95257 \cdot a_p - 7,85634 \cdot 10^{-6} \cdot n \cdot v - 0,21452 \cdot h \cdot \Phi + 0,66534 \cdot v \cdot a_p - 31,67556 \cdot h^2 - 66,12812 \cdot a_p^2 \quad (2)$$



Slika 3. Vpliv kompenzacijskega pretoka materiala ϕ in hitrosti nalaganja materiala v na hrapavost Ra_l pri različnih višinah plasti nalaganja materiala h

Pri maksimalni hitrosti nalaganja materiala v je pri višini plasti nalaganja materiala $h = 0,3$ mm potreben majhen pretok, pri $h = 0,8$ mm pa maksimalni kompenzacijski pretok materiala Φ , da dosežemo minimalno hrapavost Ra_l . Iz prejšnjih spoznanj, da najmanjšo hrapavost dosežemo ob maksimalni višini h , je potem potrebno upoštevati maksimalni kompenzacijski pretok Φ .

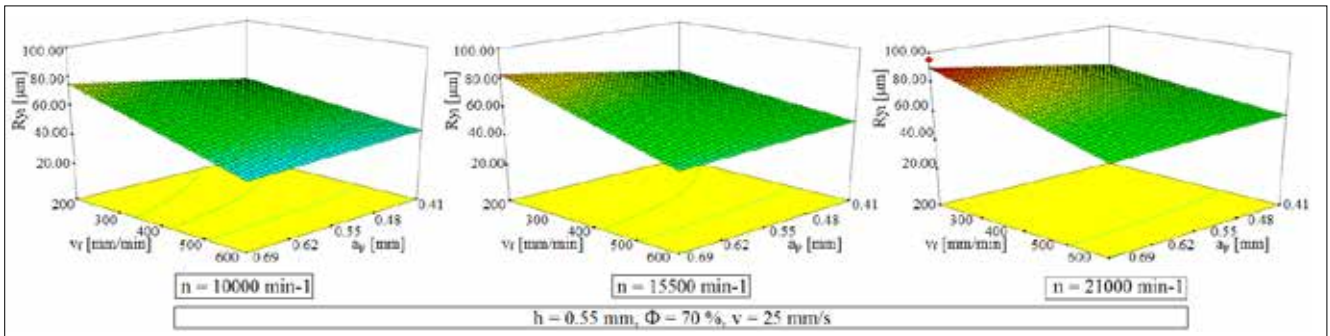
preveč vpliven na hrapavost, kar prikazuje slika 3.

3.3 Regresijski model za hrapavost Ry v smeri nalaganja materiala (Ry_l)

Najmanjšo hrapavost dosežemo z veliko podajalno hitrostjo v_f pri najmanjši vrtilni frekvenci frezala n . Pri tem globina frezanja a_p nima velike-

v_f to potuje najhitreje in ima manj časa, da bi toplotno vplivalo na površino materiala. Enako velja za vrtilno frekvenco frezala n , počasneje se ta vrti, manj segreva material. Preveč segret material – polimer, kar se zgodi, če izberemo parametre v nasprotju s temi trditvami, se lahko začne ovijati okoli frezala, kar lahko poslabša hrapavost obdelane površine.

$$Ry_l = -129,23439 - 7,37746 \cdot 10^{-4} \cdot n + 265,11886 \cdot h + 2,13655 \cdot \Phi - 1,19240 \cdot v + 0,22008 \cdot v_f - 3,26786 \cdot a_p + 7,46030 \cdot 10^{-3} \cdot n \cdot h - 8,17239 \cdot 10^{-5} \cdot n \cdot v - 1,26044 \cdot h \cdot \Phi - 2,44771 \cdot 10^{-3} \cdot \Phi \cdot v_f + 4,41349 \cdot v \cdot a_p - 0,19900 \cdot v_f \cdot a_p - 270,54667 \cdot h^2 \quad (3)$$

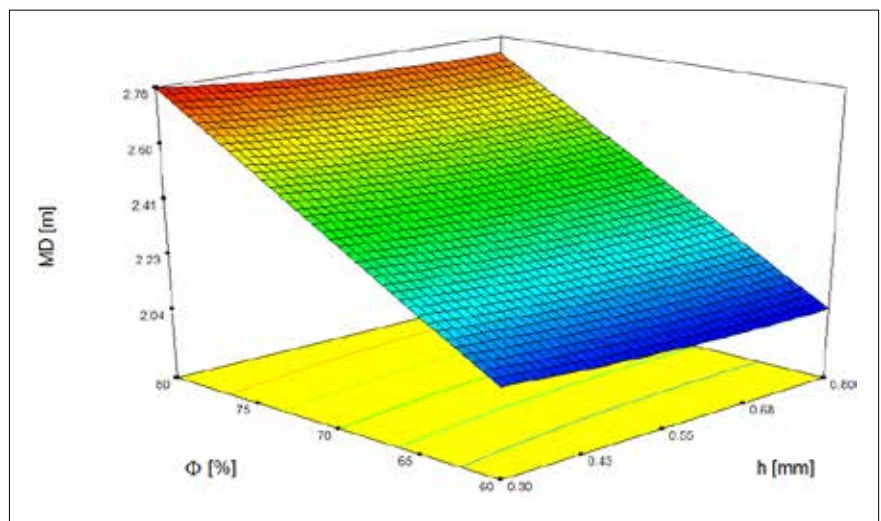


Slika 4. Vpliv podajalne hitrosti v_f in globine freziranja a_p na hrapavost R_y , pri različnih vrtilnih frekvencah n

$$\ln(MD) = -0,53217 - 0,18252 \cdot h + 0,027546 \cdot \Phi + 2,39521 \cdot 10^{-4} \cdot h \cdot \Phi + 0,11018 \cdot h^2 - 9,53869 \cdot 10^{-5} \cdot \Phi^2 \quad (4)$$

3.4 Regresijski model za porabo materiala pri hibridni izdelavi MD

S slike 5 vidimo, da ima kompenzacijski pretok materiala ϕ največji vpliv na porabo materiala MD in vpliva premo sorazmerno. Upoštevajoč to trditev in predhodne ugotovitve, da minimalno hrapavost površine dosežemo ob uporabi najvišje plasti nalaganja materiala h , je torej smiselno uporabiti minimalno vrednost kompenzacijskega pretoka materiala.



Slika 5. Vpliv kompenzacijskega pretoka materiala ϕ in višine plasti nalaganja materiala h na porabo materiala pri hibridni izdelavi MD

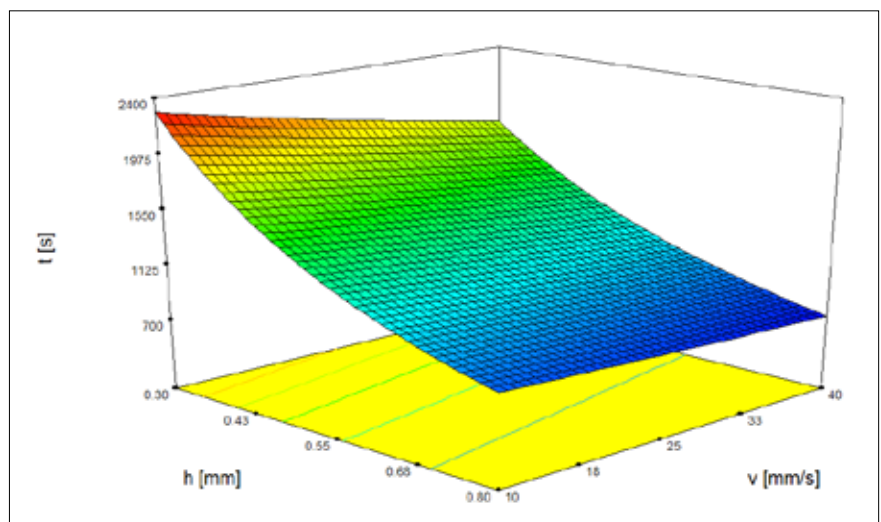
3.5 Regresijski model za čas, potreben za hibridno izdelavo t

Vpliv višine plasti nalaganja materiala h in hitrosti nalaganja materiala v na čas za hibridno izdelavo t prikazuje slika 6. Največji vpliv ima tako višina plasti nalaganja materiala h , in sicer: višja kot je plast nalaganja materiala, krajši je čas hibridne izdelave. Vpliv hitrosti nalaganja materiala v nima tako signifikantnega vpliva na čas hibridne izdelave t , a je vseeno smotno, da izberemo najvišjo hitrost v , saj stremimo k minimalnemu času hibridne izdelave.

$$\frac{1}{\sqrt{t}} = 0,011849 + 0,027023 \cdot h + 9,22941 \cdot 10^{-5} \cdot v \quad (5)$$

3.6 Optimizacija parametrov hibridne izdelave

Regresijske modele smo izkoristili za optimizacijo vhodnih tehnoloških parametrov hibridne izdelave za doseg minimalne hrapavosti površine, minimalne porabe ma-



Slika 6. Vpliv višine plasti nalaganja materiala h in hitrosti nalaganja materiala v na čas za hibridno izdelavo t

teriala in minimalnega potrebnega časa za izdelavo. Pridobljene optimalne parametre, ki se skladajo z našimi ugotovitvami z interpretacijo grafov regresijskih modelov, smo preverili s potrditvenim eksperimentom, ki je potrdil rezultate optimizacije, kar prikazuje *tabela 4*.

■ 4 Primerjava optimalnih tehnoloških parametrov pri obeh ekstrudorskih šobah

Tabela 5 prikazuje primerjavo rezultatov, dobljenih s standardno ekstrudorsko šobo premera $D = 0,4$ mm ter z ekstrudorsko šobo večje premera $D = 1,1$ mm.

Če primerjamo obe ekstrudorski šobi in rezultate, prikazane v *tabeli 5*, lahko pridemo do enakih zaključkov. Da dosežemo optimalne rezultate, moramo izbrati maksimalno višino plasti nalaganja materiala h , maksimalno hitrost nalaganja materiala v , minimalen kompenzacijski pretok materiala ϕ , minimalno vrtilno frekvenco frezala n , maksimalno podajalno hitrost frezala v_f in globino frezanja a_p v območju od minimalne do srednje vrednosti. Iz tabele lahko razberemo, da so dobljene hrapavosti pri uporabi obeh ekstrudorskih šob zelo podobne. Zato je z vidika časa smiselno, da uporabimo ekstrudorsko šobo večjega premera, ki za celoten proces potrebuje tretjino časa manjše šobe. Pri porabi materiala se bolj izkaže manjša šoba, ker pa je cena materiala relativno nizka, čas izdelave pa je vselej zelo pomemben, pridemo do zaključka, da je tudi v tem primeru bolj smotrna uporaba ekstrudorske šobe večjega premera $D = 1,1$ mm.

■ 5 Zaključki

Prednost hibridnih izdelav je, da združijo dobre lastnosti vseh uporabljenih izdelovalnih tehnologij in obenem odstranijo slabe lastnosti posamezne izdelovalne tehnologije. V prispevku je predstavljena hibridna izdelava s postopkom FDM in obodnim frezanjem. V predhodni številki revije Ventil je objavljen I. del prispevka, v katerem je predstavljena optimizacija tehnoloških parametrov hibridne izdelave, kjer smo pri postopku FDM uporabili stan-

Tabela 4. Optimalni vhodni tehnološki parametri in rezultati potrditvenega eksperimenta

Optimalni vhodni parametri		Izhodni parametri	Predvidene vrednosti z optimizacijo	Izmerjene vrednosti pri potrditvenem eksperimentu
n [min^{-1}]	10000	Ra_h [μm]	2,18	2,16
h [mm]	0,8	Ry_h [μm]	neuporaben model	ni merjeno
Φ [%]	60	Ra_l [μm]	2,69	2,60
v [mm/s]	40	Ry_l [μm]	18,05	18,18
v_f [mm/min]	600	MD [m]	2,04	2,04
a_p [mm]	0,46	t [s]	724	723

Tabela 5. Primerjava rezultatov, pridobljenih z dvema različnima ekstrudorskima šobama

Premer šobe D [mm]	0,4	1,1
	Optimalni parametri	
n [min^{-1}]	10000	10000
h [mm]	0,3	0,8
Φ [%]	55	60
v [mm/s]	65	40
v_f [mm/min]	600	600
a_p [mm]	0,10	0,46

	Predvidene vrednosti	Izmerjene vrednosti	Predvidene vrednosti	Izmerjene vrednosti
Ra_h [μm]	1,96	2,05	2,18	2,16
Ry_h [μm]	neuporaben model	ni merjeno	neuporaben model	ni merjeno
Ra_l [μm]	2,71	2,74	2,69	2,60
Ry_l [μm]	18,56	19,24	18,05	18,18
MD [m]	1,02	1,01	2,04	2,04
t [s]	2494	2496	724	723

dardno ekstrudorsko šobo premera $D = 0,4$ mm. V II. delu prispevka je bila pri postopku FDM uporabljena ekstrudorska šoba večjega premera $D = 1,1$ mm, kar bistveno skrajša čas izdelave brez pomembnih sprememb in vplivov na hrapavost površine. Izvedena je bila optimizacija parametrov te hibridne izdelave, optimalni parametri pa so bili potrjeni s potrditvenim eksperimentom.

Pri analizi vpliva parametrov hibridne izdelave smo uspešnost izvedbe eksperimentov potrdili s statistično zanesljivimi matematičnimi modeli za hrapavost površine, po-

rabo materiala in časa. Na podlagi analize regresijskih modelov smo glede na testirane parametre hibridne izdelave (vrtilna frekvenca frezala n [min^{-1}], višina plasti nalaganja materiala h [mm], kompenzacijski pretok materiala Φ [%], hitrost nalaganja materiala v [mm/s], podajalno hitrost frezala v_f [mm/min] in globina frezanja a_p [mm]) ugotovili:

- 1) **Hrapavost površine po hibridni izdelavi:** Največji vpliv na hrapavost imajo parametri ciljnega nalaganja taljenega polimera, in sicer višina plasti nalaganja materiala h , ki na hrapavost vpliva

obratno sorazmerno. Tako pri vrednosti $h = 0,8$ mm dosežemo minimalno hrapavost v obeh smerih merjenja. Pri tej maksimalni vrednosti parametra h kompenzacijski pretok materiala Φ nima velikega vpliva na hrapavost. Pri tem hitrost nalaganja materiala v ne vpliva na hrapavost. Za optimalno vrednost parametra n – vrtilna frekvenca frezala, je izbrana minimalna vrednost, saj se pri višji vrednosti pojavi navijanje materiala okoli frezala. Podajalna hitrost frezala v_f vpliva obratno sorazmerno na hrapavost, večja kot je, manjša je hrapavost. Globina freziranja a_p nima velikega vpliva na hrapavost.

2) **Poraba materiala pri hibridni izdelavi:** Na porabo materiala vplivajo le parametri postopka ciljnega nalaganja taljenega polimera, in sicer višina plasti nalaganja materiala h in kompenzacijski pretok materiala Φ . Vplivnejši je parameter Φ , zato je kot optimalna vrednost izbrana minimalna vrednost $\Phi = 60$ %.

3) **Čas za hibridno izdelavo:** Večina časa za hibridno izdelavo se porabi za ciljno nalaganje taljenega polimera, zato v modelu nastopajo le parametri tega postopka, in sicer parametra h – višina plasti nalaganja materiala – in v – hitrost nalaganja materiala. Večji vpliv ima parameter h , oba pa z naraščanjem povzročata skrajšanje časa izdelave. Z zvišanjem vrednosti obeh parametrov

z minimalne ($h = 0,3$ mm in $v = 10$ mm/s) na maksimalno ($h = 0,8$ mm in $v = 40$ mm/s) se tako čas skrajša trikrat. Maksimalne vrednosti so izbrane kot optimalne.

Da bi dosegli minimalno hrapavost površine ob minimalni porabi materiala in minimalnem času hibridne izdelave, se priporočajo naslednje vrednosti vhodnih parametrov hibridne izdelave ob uporabi ekstrudorske šobe večjega premera $D = 1,1$ mm:

- vrtilna frekvenca frezala $n = 10000$ min⁻¹,
- višina plasti nalaganja materiala $h = 0,8$ mm,
- kompenzacijski pretok materiala $\Phi = 60$ %,
- hitrost nalaganja materiala $v = 40$ mm/s,
- podajalna hitrost frezala $v_f = 600$ mm/min,
- globina freziranja $a_p = 0,46$ mm.

Izdelava izdelkov z uporabo standardne ekstrudorske šobe premera $D = 0,4$ mm je precej počasna, kar smo ugotovili v prvem delu prispevka. S tem, ko smo uporabili ekstrudorsko šobo večjega premera $D = 1,1$ mm, smo celoten čas izdelave skrajšali trikrat. Zaradi dodatne operacije freziranja smo v obeh primerih dosegli podobne hrapavosti površin po hibridni izdelavi, kar nas pripelje do glavnega zaključka, da z uporabo ekstrudorske šobe večjega premera lahko dosežemo enake hrapavosti površin kot pri hibridni izdelavi ob uporabi standardne ekstrudorske šobe, a vse to trikrat hitreje.

Predlogi za nadaljnje delo

Optimizacijo tehnoloških parametrov hibridne izdelave bi bilo potrebno narediti tudi za primer, ko bi za izdelavo izdelkov uporabili material ABS. Tako bi imeli optimalne parametre za dva najpogostejše uporabljana materiala.

Viri

- [1] Grguraš, D., Kramar, D., Homar, D., Kopač, J.: Hibridna izdelava s postopkom ciljnega nalaganja taljenega polimera in freziranja: I. del – Optimizacija tehnoloških parametrov hibridne izdelave ob uporabi standardne ekstrudorske šobe, Ventil, vol. 22, str. 318–325. 2016.
- [2] Pandey, P. M., Reddy, N. V., Dhande, S. G.: Improvement of surface finish by staircase machining in fused deposition modeling, Journal of Materials Processing Technology, vol. 132, str. 323–331. 2003.
- [3] Galantucci, L. M., Lavecchia, F., Percoco, G.: Experimental study aiming to enhance the surface finish of fused deposition modeled parts, CIRP Annals – Manufacturing Technology, vol. 58, str. 189–192. 2009.
- [4] Lee, W., Wei, C. Chung S.: Development of a hybrid rapid prototyping system using low-cost fused deposition modeling and five-axis machining, Journal of Materials Processing Technology, vol. 214, str. 2366–2374. 2014.

Hybrid manufacturing with fused deposition modeling and milling:

Part II – optimization of the technological parameters in hybrid manufacturing using bigger extruder nozzle size and comparison of the results with standard extruder nozzle size

Abstract: In this two-part paper, hybrid manufacturing with fused deposition modeling and milling is presented. Hybrid manufacturing, which combines additive manufacturing and subtractive machining, is nowadays increasingly used in the industry. And even more producers of the CNC machines offer such hybrid machines that have both technologies implemented in one machine which allows manufacturing in one clamping. Such a hybrid machine has been also made at the Faculty of Mechanical Engineering, University of Ljubljana, and is already presented in Part I of the paper (in the previous number of the magazine Ventil). Part I contains the optimization of the technological parameters in hybrid manufacturing using standard extruder nozzle size $D = 0.4$ mm for fused deposition modeling. In this following part of the two-part paper, optimization of the technological parameters in hybrid manufacturing using bigger extruder nozzle size $D = 1.1$ mm is presented and a comparison of the results obtained with both nozzle sizes is given.

Keywords: hybrid manufacturing, fused deposition modeling, peripheral milling, PLA material, design of experiments, empirical modeling and optimization



IFAM
international trade fair of
automation & mechatronic



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

Celje, Slovenija
25.-27.01.2017
www.ifam.si

ELEKTRO *POJIL*

Mednarodni pravni status vodje zrakoplova – 2. del

Aleksander ČIČEROV

Izvleček: Poskus uzakoniti mednarodni pravni status poveljnika zrakoplova temelji na dejstvu, da se ta pri opravljanju svojih nalog znajde v različnih pravnih okoljih. Ali je njegov status tudi mednarodnopravno urejen in kakšne so možnosti, da ga bodo šteli mednarodni predpisi? Poveljnik zrakoplova ni samo pilot v klasičnem smislu, vse bolj postaja letalski menedžer. Se njegova vloga (pravice in dolžnosti) z modernimi tehnologijami spreminja in če se, ali je še nujen za varno, pravočasno in učinkovito upravljanje z zrakoplovom?

Ključne besede: poveljnik zrakoplova, mednarodni pravni status, Čikaška konvencija, aneksi, de lege lata, de lege ferenda, Tokijska konvencija, osnutek Konvencije o pravnem statusu poveljnika zrakoplova ICAO (februar 1947)

De lege lata – de lege ferenda

- 1 Ureditev pred Pariško konvencijo
- 2 Pariška konvencija
- 3 CITEJA
- 4 Čikaška konvencija in aneksi
- 5 Tokijska, Haaška in Montrealska konvencija
- 6 Zrakoplov in zrakoplovno osebje
 - 6.1 Pristojnosti vodje zrakoplova
 - 6.2 Pravice in dolžnosti po zasebnem pravu
- 7 Zaključki de lege lata
- 8 Sodobni pogledi na status vodje zrakoplova
- 9 Status vodje zrakoplova de lege ferenda
- 10 Viri

■ 4 Čikaška konvencija in njeni aneksi

Konvencija o mednarodnem civilnem letalstvu (Čikaška konvencija) iz leta 1944 pomeni za večino držav članic ICAO veljavno mednarodno letalsko pravo. Ureja zračni prevoz z natančno določitvijo pravic in obveznosti, ki zadevajo vodjo zrakoplova. Kaj vse torej ureja ta multilateralna konvencija? Najprej prelet

Mag. Aleksander Čičerov, univ. dipl. prav. UL, Fakulteta za strojništvo – uredništvo revije Ventil

oziroma prepoved preleta čez prepovedana območja, pristanek na carinskem letališču, uporabo letalskih predpisov in predpisov, ki urejajo prihod in odhod zrakoplovov, zaščito pred nalezljivimi boleznimi in preprečevanje njihove širitve, registracijo zrakoplovov, carinske in vseljeniške postopke, pomoč zrakoplovu v težavah, preiskavo nesreč, dokumente na krovu zrakoplova, opremo zrakoplova, dokazilo o plovnosti, licence letalskega osebja, potovalno(e) knjigo(e), prepovedan tovor in podobno.

Čikaška konvencija v 32. členu omejuje vodjo zrakoplova. O njem govori kot o 'pilotu, ki upravlja zrakoplov v mednarodni zračni plovbi' in mora imeti potrjena o usposobljenosti in dovoljenja, ki jih izda ali jim podaljša veljavnost država, v kateri je zrakoplov registriran. Prav tako si vsaka pogodbenica pridržuje pravico, da za plovbo nad svojim ozemljem ne prizna veljavnosti tistih potrdil o usposobljenosti in dovoljenj, ki jih njenim državljanom izda neka druga država pogodbenica. Velja še omeniti, da je pri statusu vodje zrakoplova treba upoštevati še anekse 1 (Licenciranje osebja), 2 (Pravila

zraka), 3 (Meteorologija), 4 (Letalski zemljevidi), 6 (Operacije zrakoplovov – 1. del – Mednarodni letalski prevoz), 11 (Storitve zračnega prometa) in 12 (Iskanje in reševanje). Države pogodbenice so se zavezale, da bodo sodelovale pri tem, da se doseže najvišja možna stopnja enotnih predpisov in organizacije, ki se nanašajo na zrakoplove, osebje, zračne poti in pomožne službe na vseh področjih, na katerih bo lahko tako poenotenje poenostavilo in izboljšalo zračno plovbo.¹

■ 5 Tokijska, Haaška in Montrealska konvencija

Tokijska konvencija (v izvorniku: Convention on Offences and Certain Other Acts Committed on Board Aircraft, 1963) priznava vodji zrakoplova določeno avtoriteto in mu podeljuje pravico do disciplinskih ukrepov v primerih kršitev, ki jih storijo osebe na krovu zrakoplova v času, ko opravlja naloge vodje zrakoplova (III. poglavje, pooblastila vodje zrakoplova).

Haaška konvencija (v izvorniku: The Convention for the Suppression of Unlawful Seizure of Aircraft, 1970)

¹ Glej Konvencijo o mednarodnem civilnem letalstvu, zbral, uredil in posodobil mag. Aleksander Čičerov, UL, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana 2011.

in Montrealska konvencija (v izvirniku: The Convention for the Suppression of Unlawful Acts Against the Safety of Civil Aviation, 1971) se niti de facto niti de iure ne ukvarjata z vodjem zrakoplova, kajti njun glavni cilj je bolj natančno definirati, kdaj je zrakoplov v letu (glej 3. člen Haaške konvencije in 2. člen Montrealske konvencije).

■ 6 Zrakoplov in zrakoplovno osebje

»Ko govorimo o zrakoplovu, govorimo o objektu mednarodnega prava.«² Kaj je zrakoplov, nam povedo aneksi k Čikaški konvenciji. Zrakoplov je vsaka naprava, ki se lahko obdrži v atmosferi zaradi reakcije zraka, razen reakcije zraka na zemeljsko površino (Aneks 7). Primerjava z besedilom razlagalnega slovarja nam odpira nekaj vprašanj, ki pa niso neposredno povezana s statusom vodje zrakoplova.³

Ne glede na nedorečenost definicije zrakoplova je potrebno dodati, da zrakoplov (še) potrebuje pilota za varno vožnjo. Seveda so se časi spremenili. Pilot ni samo pilot, ampak je tudi vodja zrakoplova, četudi sam ne pilotira. Kot piše Matte, je bila ideja o vodji zrakoplova, ki ne bi bil pilot, zavržena tako v ICAO kot tudi v IATA. Nacionalnim zakonodajam pa je prepuščeno, da določijo pogoje, ki so lahko tudi drugačni od tistih v Aneksu 1 (Licenciranje osebja). Poleg vodje zrakoplova med letalsko osebje štejemo tudi navigatorja, mehanika, glavnega stewarda (stewardeso), medicinsko sestro.⁴

■ 6.1 Pristojnosti vodje zrakoplova

Rekli smo že, da se vodja zrakoplova pri opravljanju svojih nalog srečuje z različnimi področji in okolji.

To od njega zahteva veliko tehnično predznanje.

Da bi varno vodil zrakoplov, prevažal pošto in potnike ter tovor, se mora soočiti s pravili letenja, rojstvi, smrtjo, oporokami, odnosi pravne narave, delovnopravnimi predpisi. Vodja zrakoplova se pojavlja v vlogi agenta delodajalca in še v drugih situacijah. Poglejmo najprej naloge vodje zrakoplova.

Med pravice in dolžnosti javnega prava štejemo določene naloge, ki jih vodja zrakoplova opravlja pred vzletom, med letenjem, pred nesrečo in po njej ali v zvezi z nesrečo ali nezgodo na krovu zrakoplova med letom, naloge med iskalno in reševalno akcijo in v primerih, ko je potrebno izpeljati sanitarne ukrepe na krovu zrakoplova.

■ 6.2 Pravice in dolžnosti po javnem pravu

Pred poletom (ang. before take-off) so naloge poveljnika zrakoplova odvisne od tega, komu operater te naloge dodeli. Ni dvoma, da gre za najbolj kvalificiranega pilota, ki izpolnjuje pogoje iz Aneksa 1 (Licenciranje osebja) k Čikaški konvenciji. Prav tako mora izpolnjevati dolžnosti in zakone ter pravila države pogodbenice, katere državljan je pilot, upoštevajoč 32. in 33. člen Čikaške konvencije. Omenimo še Aneks 6, ki predpisuje, da mora operater za vsak polet določiti enega pilota, ki bo vodja zrakoplova. Nasprotno mnenje glej pri M. Bravo Navarro, El commandante de aeronave y regimen juridico, thesis, Consejo Superior de Investigaciones Cientificas, Instituto Francisco de Victoria, Madrid, 1966, p. 107 et seq.

Najprej si oglejmo, kakšne naloge opravlja vodja zrakoplova v **služ-**

bah zračnega prometa (ang. air traffic services). Nedvomno gre za službe, ki opravljajo zelo pomembne naloge, kot so preprečevanje trčenj med zrakoplovi, preprečevanje trčenj med zrakoplovi na manevrskih površinah in ovirami na teh površinah, pospešujejo in vzdržujejo normalen pretok zračnega prometa, zagotavljajo nasvete in uporabne informacije za varen in učinkovit let, obveščajo ustrezne organizacije glede zrakoplovov, ki potrebujejo pomoč oziroma njihovo iskanje in reševanje ter pomagajo pri organizaciji, kot je potrebno. Naštujemo torej te storitve:

1. storitve zračnega nadzora, območna nadzorna služba, nadzorna služba prileta, storitve letalske informacijske službe;
2. storitve letalske informacijske službe,
3. storitve alarmne službe.

V operativni kontroli (ang. the operational control) nadzorujejo začetek, nadaljevanje, ločitev in/konec leta. Te naloge opravljajo t. i. dispečerji ali razpečevalci (ang. flight operations officer), ki nadzorujejo vzlete na letališčih, ki jih uporabljajo njihovi zrakoplovi. Dispečerji morajo dobro poznati pravila navigacije, meteorologijo, pravila zraka in podobno. Te službe so danes zelo razširjene in delujejo po priporočilih ICAO z namenom, da pomagajo vodji zrakoplova. Podrobnosti najdemo v Aneksu 6. **Dispečer** pomaga vodji zrakoplova pri pripravi leta in zagotovi ustrezne informacije, pomaga vodji zrakoplova pri pripravi načrta leta, podpiše, ko je to potrebno, in shrani načrt leta pri ustreznih enotah službe zračnega prometa, na ustrezen način oskrbi vodjo zrakoplova v letu s podatki, ki bi bili lahko koristni za varno vodenje leta zrakoplova. V nujnem primeru

² A. Čičerov, op. cit., nav. delo, str. 151.

³ Dominik Gregl, Letalski razlagalni slovar z ustreznici v angleščini, samozaložba 2009, str. 56 in 153. Letalo je letalnik težji od zraka, ki dobi potreben aerodinamični vzgon na krilu, ko se giblje skozi zrak (ang. airplane). Zrakoplov je letalnik, lažji od zraka, z lastnim pogonom, ki se lahko krmari in ima ogrodje, da obdrži obliko (ang.: airship). Aneks 7 določa, da je zrakoplov (ang. aircraft) »any machine that can derive support in the atmosphere from the reactions of the air other than the reactions of the air against the earth's surface.«

⁴ O delitvi na osebje in letalsko posadko glej Matte, nav. delo, str. 22.



FLIGHT PLAN NAČRT POLETA			
PRIORITY PREDNOSTNA OZNAČBA <<= FF =>	ADDRESSEE(S) / NASLOV _____ _____ _____ <<=		
FILING TIME ČAS VLOŽITVE _____	ORIGINATOR POŠILJATELJ _____ <<=		
SPECIFIC IDENTIFICATION OF ADDRESSEE(S) AND/OR ORIGINATOR TOČNE OZNAČBE NASLOVNIKA IN/ALI POŠILJATELJA _____			
3 MESSAGE TYPE TIP SPOROČILA <<= (FPL	7 AIRCRAFT IDENTIFICATION OZNAČBA ZRAKOPLOVA _____	8 FLIGHT RULES PRAVILA LETENJA _____	TYPE OF FLIGHT TIP POLETA _____ <<=
9 NUMBER ŠTEVILO _____	TYPE OF AIRCRAFT TIP ZRAKOPLOVA _____	WAKE TURBOLENCE CAT KATEGORIJA VRTINČNE SLEDI _____ / _____	10 EQUIPMENT OPREMA _____ / _____ <<=
13 DEPARTURE AERODROME ODHODNO LETALIŠČE _____		TIME ČAS _____ <<=	
15 CRUISING SPEED HITROST KRIZARJENJA _____	LEVEL NIVO _____ → _____		
_____ <<=			
_____ <<=			
16 DESTINATION AERODROME NAMENBNO LETALIŠČE _____	TOTAL EET SKUPNO PREDVIDEN PORABLJEN ČAS HR. MIN _____	ALTN AERODROME ALTERNATIVNO LETALIŠČE _____ → _____	2ND. ALTN AERODROME 2. ALTERNATIVNO LETALIŠČE _____ → _____ <<=
18 OTHER INFORMATION OSTALE INFORMACIJE _____			
) <<=			
SUPPLEMENTARY INFORMATION (NOT TO BE TRANSMITTED IN FPL MESSAGES) DODATNA OBVESTILA (SE NE POŠILJAJO Z NAČRTOM POLETA)			
19 ENDURANCE AVTONOMIJA _____ HR. MIN → E / _____	PERSONS ON BOARD OSEBE V ZRAKOPLOVU → P / _____	EMERGENCY RADIO RADIJSKA ZVEZA V SILI UHF VHF ELBA → R / <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> E	
SURVIVAL EQUIPMENT OPREMA ZA PREŽIVETJE UHF POLARNA DESERT PUŠČAVSKA MARITIME JUNGLE JACKETS LIGHT FLUORES UHF VHF → <input type="checkbox"/> S / <input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> J → <input type="checkbox"/> J / <input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> V			
DINGHIES ČOLNI NUMBER ŠTEVILO → <input type="checkbox"/> D / _____	CAPACITY NOSILNOST → _____	COVER POKRIVALO → <input type="checkbox"/> C → _____	COLOUR BARVA _____ <<=
AIRCRAFT COLOUR AND MARKINGS BARVA IN OZNAČBE ZRAKOPLOVA A / _____			
REMARKS PRIPOMBE → N / _____ <<=			
PILOT-IN-COMMAND VODJA ZRAKOPLOVA C / _____) <<=			
FILED BY VLOŽIL _____			
SPACE RESERVED FOR ADDITIONAL REQUIREMENTS REZERVIRANO ZA DODATNE ZAHTEVE			<input type="checkbox"/> REQUEST FOR PIB ZAHTEVA ZA PIB

Vedno manj je pairne birokracije in več elektronske

začne s postopki, ki so določeni v Operativnem priročniku. Tako vodja zrakoplova kot dispečer igrata zelo veliko vlogo glede ekonomskih koristi operatorja. Drug brez drugega preprosto ne moreta.

Vodja zrakoplova je tisti, ki sprejme končno odločitev pod pogojem, če so izpolnjeni vsi pogoji za varen let, da odleti. Vedno in res vedno je vodja zrakoplova tisti, ki je od začetka naloge do vzleta končna avtoriteta v primeru, če se pojavi neka težava. Spet se moramo sklicevati na Aneks 2, ki mu nalaga pazljivo proučitev trenutnega vremenskega poročila in predviden razvoj vremena na njegovi poti/letu, upošteva-joč zadostno količino goriva, če bi prišlo do primera, ko ne bi mogel opraviti naloge tako, kot je bilo zamišljeno.

Aneks 2 se nanaša tudi na načrt poleta (glej prilogo). Vodja zrakoplova pripravi načrt poleta, ko prejme vse za nameravan let potrebne informacije. V njem določi, ali se bo ravnal po vizualnih ali instrumentalnih pravilih letenja, pri čemer je načrt poleta opcij-ski, če gre za vizualni let, oziroma obvezen, če gre za let po pravilih instrumentalnega letenja (IFR). Aneks 2 našteva vse elemente, ki jih mora vsebovati načrt leta. To so: identifikacija zrakoplova, pravila letenja, letalski status, številka in vrsta zrakoplova, oprema za komuniciranje, navigacijska oprema in oprema za prilet, sekundarni nadzorni radar, letališče odhoda, čas odhoda, predviden čas prehoda meje informacijskega območja, potovalna hitrost, smer letenja, alternativno letališče, najdaljši čas letenja, merjen s količino goriva (ang. fuel endurance), število ljudi na krovu, oprema za preživetje, oprema v nujnih primerih in druge informacije.

S stališča prava podpisan načrt leta pomeni, da je posadka kvalificirana, da ima zrakoplov vso potrebno opremo za let in da bo vodja zrakoplova ravnal v skladu s pravili. Načrt leta je treba predati enoti območne kontrole nadzora, ki ga lahko modifikira, prav tako pa to lahko stori vodja zrakoplova.

Težav ni, če so vsi elementi določeni. Če ne oziroma so parametri neugodni, lahko vodja zrakoplova opravi inšpekcijo zrakoplova sam ali s pomočjo predstavnika oz. tehnično usposobljenega osebja. Če je rezultat negativen, bo vodja zrakoplova odklonil let, ne da bi zato odgovarjal operaterju, kajti odklonitev leta ne pomeni kršitve pogodbe med njim in operaterjem, ampak je namenjena varnosti človeških življenj in skrbi za tovor, ki mu je bil zaupan. To velja tudi v primeru slabih vremenskih razmer ali če vodja zrakoplova ni zadovoljen z alternativnim ciljem, če ni dovolj goriva ali olja ali je premajhna količina kisika in kisikovih mask, da bi končal let.

V celovitem procesu priprav na let, pri letu samem in pristanku ne gre spregledati **direktorja letališča**. Njegova vloga se je precej spremenila zaradi letenja po instrumentih. Direktor letališča je skrbel (oziroma po njegovem pooblastilu kdo drug) za vzdrževanje stikov z vodjo zrakoplova s pomočjo nadzornega stolpa. Pri vzletu sta ga tako nadomestila tiho soglasje in signal z zeleno lučjo. V nobenem primeru pa vodja zrakoplova ne sme ubogati navodil, ki jih da direktor letališča in se nanašajo na parkiranje zrakoplova, njegovo utrditev zoper veter, polnjenje z gorivom in podobno.

Med poletom čakajo vodjo zrakoplova številne naloge.

S pravnega aspekta nas najprej zanima, kdaj je 'zrakoplov v letu'. Pomagata nam Rimska in Čikaška konvencija.⁵ Oba mednarodna akta štejeta, da je 'zrakoplov v letu' od trenutka, ko je moč motorja uporabljena za vzlet, do trenutka, ko je končan pristanek. Po Haaški in Montrealski konvenciji pa je zrakoplov v letu od trenutka, ko so vsa zunanja vrata zaprta po vkrcanju, pa do trenutka, ko so katera koli vrata odprta za izkrcanje.⁶ Po mnenju Matteja vseh pravic in dolžnosti vodje zrakoplova ni mogoče našte-ti. Dostikrat se zgodi, da se znajde v nepredvidljivih razmerah, ki zahtevajo njegovo pravilno odločitev. Če uporabimo grobo delitev, bi lahko rekli, da jih uvrstimo v splošno skupino, ki pa jo je spet mogoče deliti v tehnično in ekonomsko (kontakt z zemljo) in tisto, ki se nanaša na osebe in stvari, ki jih prevažata zrakoplov.

Letalska tehnologija se hitro razvija. Tako vodja zrakoplova postaja vse bolj vodja skupine tehnikov (ang. the head of technicians). Komuniciranje s prometno službo(ami), nadzornim stolpom in operativnim nadzorom zahteva od vodje zrakoplova poleg pilotiranja še druga znanja. Kot pravijo, vodja zrakoplova ostaja 'gospodar za Bogom'. V 12. členu Čikaška konvencija določa spoštovanje zrakoplovnih predpisov. Vsaka država pogodbenica se zavezuje, da bo sprejela ukrepe, ki bodo zagotavljali, da bo vsak zrakoplov, ki bo letel ali izvajal manever na njenem ozemlju, in vsak zrakoplov, ki bo nosil njeno državno oznako ne glede na to, kje je, spoštoval pravila in predpise, ki tam veljajo za letenje in manevriranje. Hkrati se vsaka država pogodbenica zavezuje, do bodo njeni predpisi v tem pogledu v največji možni meri skladni s predpisi, ki bodo občasno pripravljani v skladu s Čikaško konvencijo. Nad odprtim morjem bodo veljala

⁵ Convention on Damages caused by Foreign Aircraft to Third Parties on the Surface, Rim, 1952, in Tokijska konvencija (Convention on Offences and Certain Other Acts Committed on Board Aircraft, Tokio 1963).

⁶ Convention for the Suppression of Unlawful Seizure of Aircraft, Haag, 1968, in Convention for the Suppression of Unlawful Acts against the Safety of Civil Aviation, Montreal 1971.

⁷ Glej podrobno v primeru Dames Ficher et al v. Sabena case, RFDA (Revue Française de Droit Aérien), str. 423, 1950. O sodnih primerih glej še Paul Stephen Dempsey, Air Law, McGill University, 2008, str.: 72, 233, 238, 239, 267, 316, 794, 795, 796.

pravila, sprejeta na podlagi te konvencije. Vsaka država pogodbenica se obvezuje, da bo preganjala vsako osebo, ki bi prekršila predpise, ki se uporabljajo v teh primerih.

Aneks 2 je k temu dodal še druge podrobnosti, ki jih mora upoštevati vodja zrakoplova. Še več, avtoriteta vodje zrakoplova je tu nedvoumno potrjena: vodja zrakoplova je odgovoren za upravljanje zrakoplova in ima zadnje besedo pri razpolaganju z zrakoplovom, ki ga upravlja.⁷

Letenje (odločitev je seveda prepuščena vodji zrakoplova) je naslednje področje, ki se nanaša na dela in naloge vodje zrakoplova. Pri tem mora seveda upoštevati in ubogati določena pravila letenja. Za vsak način letenja so določeni pogoji in pravila

(letenje po instrumentih oziroma vizualno letenje – IFR ali VFR).

Nadzor zračnega prometa je zagotovljen vsem letom IFR in VFR v kontroliranem zračnem prostoru. Vodja zrakoplova se mora s Službo za nadzor letenja (ATC) posvetovati, kadar koli je to mogoče. ATC zagotavljajo: območna kontrola, priletna kontrola in letališka nadzorna služba.

Služba za nadzor letenja zagotavlja učinkovit zračni promet, minimalno separacijo (razmik med zrakoplovi), koordinira prenos odgovornosti za nadzor nad zrakoplovi, izdaja dovoljenja in jih koordinira in ureja prekoračen zračni promet. Dodatno ureja tudi gibanje oseb in vozil na manevrskih površinah letališča s pomočjo kontrolnega stolpa, ko je

potrebno, da se poveča tveganje za pristajajoče zrakoplove, tiste, ki taksirajo ali vzletajo.

Pomoč Službe za nadzor letenja lahko primerjamo s semaforjem. Zelena luč na semaforju ne pomeni, da lahko vodja zrakoplova počne, kar se mu zljubi, prav tako ga ne rešuje od opravljanja njegovih običajnih nalog. Stremeti mora k uporabi tehničnega znanja, ki ga je osvojil, biti mora profesionalen in ostati miren tudi takrat, ko gre za težaven in nepričakovan položaj. Vodja zrakoplova naj bi bil tudi neomahljiv. Končno je on tisti, ki odloča o končnih potezah in manevrih od trenutka, ko vzleti, pa do trenutka, ko pristane.

Se nadaljuje

International Legal Status of the Aircraft Commander

Abstract: A trial to legalize the international legal status of aircraft commander based on the fact that the aircraft commander performing its duties finds himself in a different legal environments. Is this status internationally and legally regulated and what are perspectives for him to be protected by international laws? The aircraft commander is not only a mere pilot, he is becoming more and more a flight manager. Does his role (rights and duties) changes by modern technologies, and if this is the case, is he still indispensable for a safe, timely and effective managing of the airplane?

Keywords: aircraft commander, international legal status, The Chicago Convention, anexis, de lege lata, de lege ferenda, The Tokyo Convention, ICAO's Draft Convention on the Legal Status of the Aircraft Commander.

INTRONIKA

Mednarodni
strokovni sejem
za industrijsko
in profesionalno
elektroniko

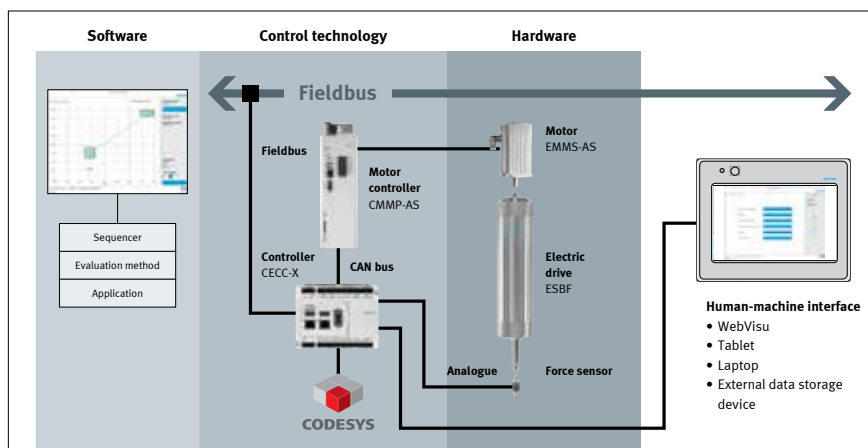
International
Trade Fair
for Industrial
and professional
electronics and
electrotechnics

25.-27.01.2017
Celje, Slovenija

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

Servostiskalnica za vgradnjo – YJKP

Modularni sistem YJKP obsega medsebojno usklajene Festove standardne komponente: električni pogon z vijahnim vretenom, motor, krmilnik motorja, senzor moči in krmilje – vse za električni servopogon stiskalnic do sile preoblikovanja 17 kN. Sistem je mogoče enostavno vgraditi v različne uporabniško specifične rešitve. Z modularnim sistemom YJKP dobi uporabnik visoko precizen sistem stiskalnice z veliko natančnostjo, ponovljivostjo in optimalnim razmerjem med stroški in uporabnostjo.



Slika 2. Komponente sistema



Slika 1. Stiskalnica s servopogonom YJKP

Prednastavljen uporabniški vmesnik je pripravljen za takojšnjo vgradnjo tudi brez znanja programiranja, parametriziranje je enostavno in intuitivno. Modularno programsko orodje v CODESYS z uporabniško specifičnimi funkcijami je namenjeno za platformo PC in iPad oziroma druge vmesnike človek-stroj. Krmilnik CECC-X z OPC-UA zagotavlja, da bo sistem primeren za avtomatizacijo 4.0 v industriji.

Z YJKP je mogoče enostavno nadzorovati potek stikanja kakor tudi ostale parametre, kot so sila, pot, zasučni moment, kot zasuka pri spajanju, vtiskavanju, postopkih upogibanja in vrtenja.

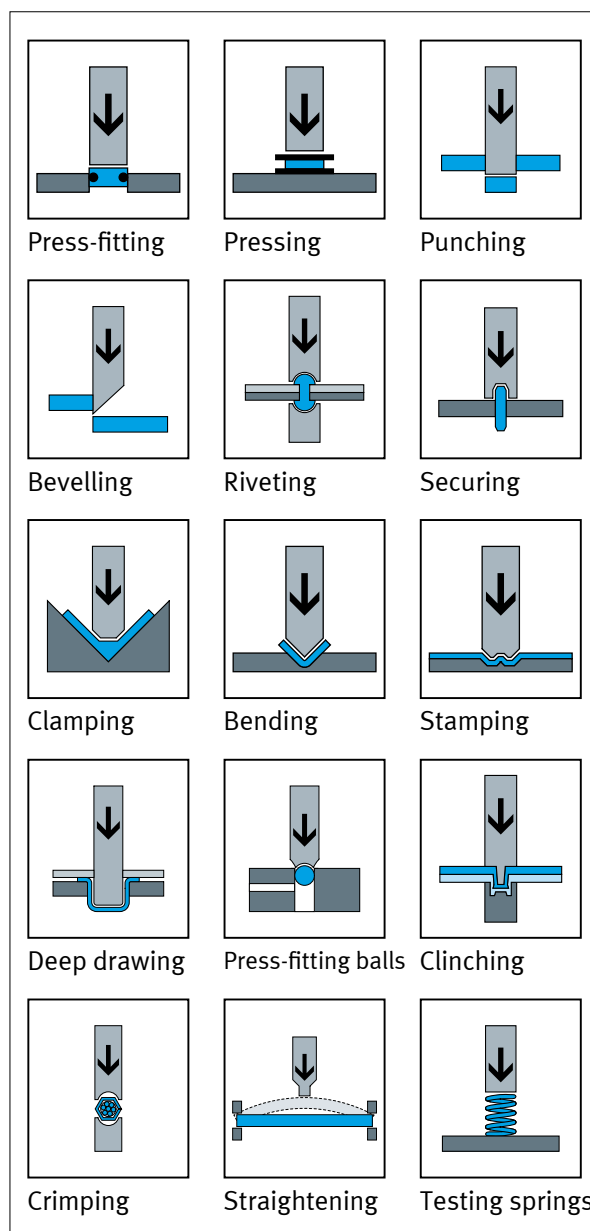
S funkcijskimi gradniki programske knjižnice je mogoče hitro oblikovati in enostavno posluževati različne postopke preoblikovanja. Nadzor procesov je enostaven in jasno upodobljen.

Potek programiranja:

- konfiguriranje procesa preoblikovanja: nastavitve okolja, pot preoblikovanja, potrebni časi čakanja,
- določitev podatkov procesa za zagotavljanje kakovosti,
- izvoz podatkov za predvidene in določene poteke diagrama sila - pot kot datoteka *.csv,
- funkcije za ovrednotenje poteka diagrama sila - pot,
- opredelitev oken,
- ovojnice,
- točke prehoda,
- programiranje v CODESYS.

Program je mogoče uporabniško specifično razširiti.

Nekaj tehničnih podatkov:



Slika 3. Področja uporabe

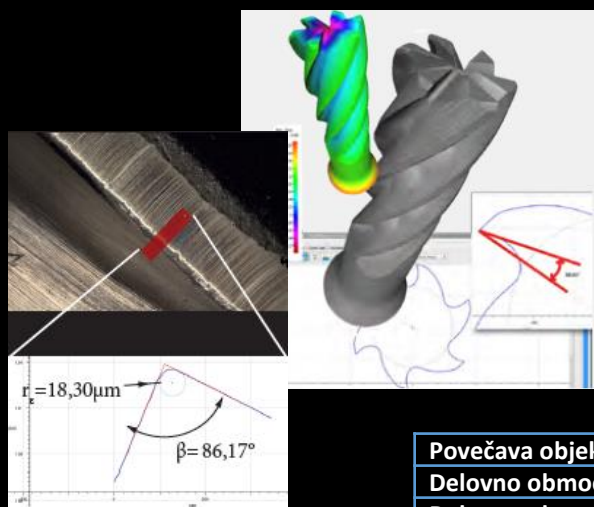


Slika 4. Komunikacijsko okno za konfiguriranje, posluževanje in vizualizacijo

- dolžine gibov: 100, 200, 300 in 400 mm,
- območje sil: 0,1 do 0,8; 1,5; 4; 7; 12; 17 kN,
- največja podajalna hitrost: 250 mm/s,
- ponovljivost: <-, +-, 0,01 mm.

Področja uporabe so potiskanje, stiskanje, štancanje, obrezovanje, kovičenje, pritrdjevanje, vpenjanje, upogibanje, vtiskovanje, globoki vlek, vtiskavanje krogel, ravnanje itd.

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



ALICONA
InfiniteFocusSL



MERITVE GEOMETRIJE REZALNIH ORODIJ,
MERITVE OBRABE REZALNIH ORODIJ ...

MERITVE HRPAVOSTI (linijska, površinska)

MERITVE POLJUBNE 3D GEOMETRIJE

Povečava objektiva	5x	10x	20x
Delovno območje (X, Y, Z) [mm]	50 x 50 x 155		
Delovno območje objektiva [mm]	4 x 4	2 x 2	1 x 1
Lateralna resolucija [μm]	3,52	1,76	0,88
Vertikalna resolucija [nm]	510	100	50
Minimalna merljiva profilna hrapavost Ra [μm]	-	0,3	0,15
Minimalna merljiva površinska hrapavost Sa [μm]	-	0,15	0,075
Minimalen merljiv radij [μm]	10	5	3

KATEDRA ZA MENEDŽMENT OBDELOVALNIH TEHNOLOGIJ

Predstojnik katedre: izr. prof. dr. Franci Pušavec

Telefon: +386 1 4771 211
Faks: +386 1 4771 768
E-mail: franci.pusavec@fs.uni-lj.si

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



KATEDRA ZA
MENEDŽMENT
OBDELOVALNIH
TEHNOLOGIJ



Nova družina krmilnikov Allen-Bradley CompactLogix 5380

Nedavno je prišla na trg nova serija krmilnikov Allen-Bradley CompactLogix 5380 (slika 1), za katere sta značilni povečana zmogljivost in hitrost.

Nova serija krmilnikov CompactLogix 5380 ima pomembne novosti:

- vgrajeno dvojno neodvisnih 1 Gb ethernet vrat,
- skrajšan čas cikla omogoča povečano zmogljivost,
- povečana hitrost za komunikacijo s še kompaktnjšimi lokalnimi I/O-moduli (do 31),
- 20-odstotno povečanje delovnega pomnilnika (do 4Mb),
- integriran napajalnik ponuja ločene sponke za napajanje lokalnih in ostalih naprav.

Oddaljene I/O-enote in druge naprave se priključujejo preko vgrajenega vodila Ethernet/IP, in sicer do 55 naprav (povezave HMI in OPC ne štejejo v ta limit). Večina teh naprav ima vgrajeno Ethernet stikalo z dve-



Krmilnik CompactLogix 5380

ma priključkoma RJ45 in jih lahko povežemo v redundantno obročno topologijo (DLR – Device Level Ring).

Vgrajeni večosni krmilnik gibanja (Motion control) omogoča koordi-

nirano gibanje do 20 (!) osi s servosistemi družine Kinetix in PowerFlex (različni modeli z razponom moči od 50 W do 500 kW na os).

Zmogljivost podprtih programskih jezikov, kot so lestvična logika, funkcijski bloki, strukturirani tekst in diagram prehajanja stanj, je močno povečana, saj je npr. čas skeniranja pri lestvični logiki 13-krat povečan, pri strukturiranem tekstu 21-krat, pri funkcijskih blokih 7,5-krat in diagrami prehajanja stanj za 20-krat. Čas izvajanja nalog in sami preklopni časi so hitrejši za ok. 5-krat.

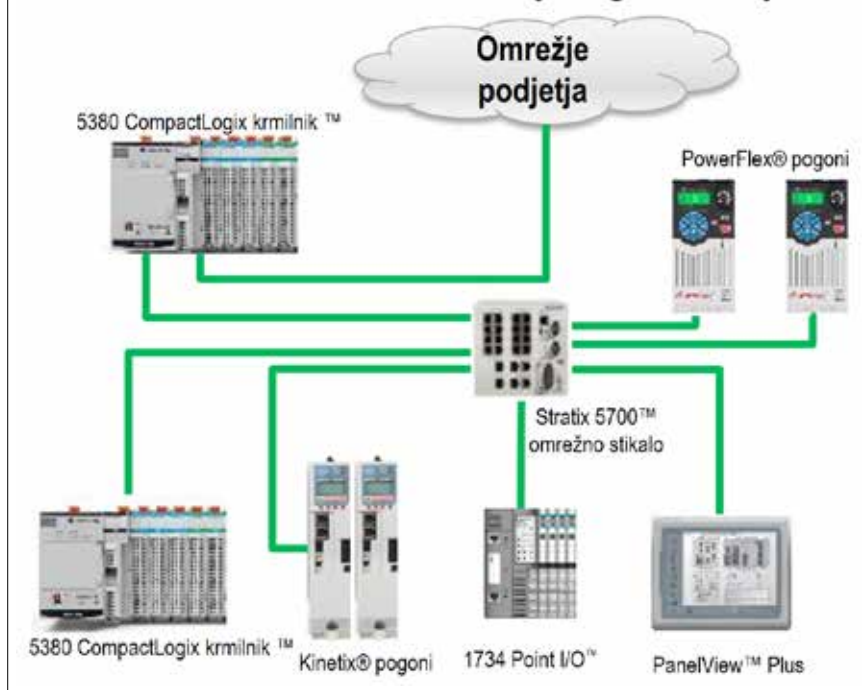
Novost je tudi majhen prikazovalnik, ki omogoča prikaz statusa krmilnika, I/O-enot, IP-naslovov brez odpiranja programskega paketa Studio 5000.

Pomembna novost je tudi ta, da krmilnik za lokalne I/O-module (5069) podira časovno značko (angl. time stamping) s točnostjo 10 μ s in ločljivostjo 1 ms.



Novi kompaktnjši (ožji) I/O-moduli serije 5069 z modulom AENTR (na začetku) kot oddaljena enota

Fizična ločitev industrijskega omrežja



Dvoje neodvisnih 1 Gb ethernet vrat omogoča fizično ločitev dveh omrežij

Analogni vhodi so po novem univerzalni, kar pomeni, da je funkcija programsko nastavljiva.

Področja uporabe:

- manipulatorji »pick and place«, paletizerji, enostavni roboti,
- pakirni in polnilni stroji, ovijalniki,
- strega in montaža,
- naprave za razrez, leteče žage, tekoči trakovi,
- stiskalnice, preoblikovanje materialov, brizganje plastike, tlačno litje,
- naprave za avtomatsko kontrolo kvalitete izdelkov,
- čistilne naprave in vodovodna oskrba.

Povezave:

www.rockwellautomation.com

www.tehna.si

Vir: Tehna, d. o. o., Tehnološki park 19, 1000 Ljubljana, tel. +386 1 28 01 775, fax: +386 1 28 01 760, www.tehna.si, g. Andrej Kolmanič



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

Kompaktna pozicionirna miza iz podjetja HIWIN

Podjetje HIWIN predstavlja kompaktno pozicionirno mizo z velikostjo le 320 × 320 × 100 mm. To je najmanjša pozicionirna miza z linearnimi motorji, za katero velja maksimalna zmogljivost v minimiziranem ohišju.

Razvijalci v HIWIN-u so izdelali pozicionirni sistem za 50 milijonov ciklov – za ekstremno dolge življenjske cikle in z minimalnim vzdrževanjem. Za pogon je uporabljen zelo dinamičen brezkontaktni linearni motor serije LMSA, kar omogoča kompaktni enoti LMX2LSA11 ponovljivost pozicioniranja 0,003 mm (slika 1).

Sistem vodil in merilni sistem sta zaščiteni pred prahom in toploto, kar je posebej uporabno za aplikacije z laserji. Zaradi dimenzij in koncepta Plug & Play je delo z LMX2LSA11 resnično užitek.



Večja pozicionirna miza ima hode 150 x 150 mm, 200 x 200 mm, in 300 x 250 mm. Linearni motorji so krmiljeni s pogoni serije HIWIN D1-N ali pa z drugimi primerljivimi pogoni.

Pozicionirno mizo tako odlikujejo natančno pozicioniranje, enostavna integracija, fleksibilnost in modularnost ter dolga življenjska

doba brez posebnega vzdrževanja.

Več na: http://www.hiwin.de/en/news_detail.html?article=6265888

Vir: HIWIN GmbH, Brücklesbünd 2, 7765 Offenburg, Germany, T: +49 7 81-9 32 78 – 114, F: + 49 7 81-9 32 78 – 90, E: christine.matt@hiwin.de, I: www.hiwin.de

Najnovjši modularni PLK krmilnik FX5U in modul za nadzor servo osi

Pri podjetju Inea RBT v sodelovanju s partnerjem Mitsubishi Electric predstavljajo paket, ki vsebuje najnovjši modularni PLK krmilnik serije FX5U in modularno enoto za nadzor servo osi.

Kompaktni krmilnik FX5U nudi širok nabor vgrajenih funkcionalnosti: hitri števniki moduli, vlak pulzov 200 kHz, Ethernet komunikacija Modbus TCP, analogni in digitalni vhodi/izhodi in SD kartica z Data Logging funkcionalnostmi. Krmilnik ima tudi vgrajeno pozicioniranje za 4 osi.

»Motion« modul za krmiljenje servo osi in pozicioniranje omogoča osnovni nadzor gibanja za 4 osi s sledečimi funkcijami: enostavna uporaba tabele pozicije za nadzor pozicioniranja, možnost sledenja obdelovanca z uporabo kombinacije linearne interpolacije, dvoosne krožne interpolacije in neprekinje-



nega spremljanja trajektorije ter možnost sledenja neprekinjene trajektorije z uporabo S-curve acceleration/deceleration funkcije. Modul omogoča tudi bolj napreden nadzor gibanja s funkcijami napredne sinhronne kontrole, točkovnim zaznavanjem oznak in avtomatskim generiranjem Cam-ov.

Do konca leta 2016 paket, ki vse-

buje krmilnik FX5U-32M in modul za krmiljenje servo osi FX5-40SSC-S, pri podjetju Inea RBT ponujajo po ugodni ceni. Zraven nudijo tudi brezplačno enodnevno šolanje.

Vir: Inea RBT, oprema za avtomatizacijo, d.o.o., Stegne 11, 1000 Ljubljana, tel.: 01 5138 100, e-mail: info@inea-rbt.si, spletna stran: www.inea-rbt.si

Parker PVL-B2 – nov pnevmatski ventilski blok



Parker Hannifin divizija PDE (Pneumatic Division Europe) razširja družino pnevmatičnih ventilov PVL z novo serijo PVL-B2, ki je zasnovana tako, da ustreza različnim konfiguracijam strojev. V času, ko uporab-

niki od svojih komponent zahtevajo največ, ponuja serija PVL-B2 možnost vgradnje samostojnega ventila, ki skrbi za en hidravlični valj, ali vgradnje več ventilov v blok za krmiljenje več aktuatorjev v istem območju.

PVL-B2 je na voljo s 15-milimetrskim elektromagnetnim pilotnim ventilmom po DIN-normi IP65 za široko izbiro napetosti in 10-milimetrskim elektromagnetnim pilotnim ventilmom za zelo ekonomično 24VDC-povezavo s priključkom IP40.

Pomembne značilnosti nove serije pnevmatičnih ventilov PVL-B2 so nova konstrukcija, zmanjšana raznolikost rezervnih delov in pomoč pri nadzoru zalog. Nova serija PVL-B2 je popolnoma združljiva s prvotno serijo PVL-B.

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.si, Miha Šteger

Sistemi strojnega vida: OMRON XPECTIA FH in FH-Lite

Platforma OMRON Xpectia je serija visoko zmogljivih sistemov strojnega vida. Na voljo so kompaktni krmilniki z možnostjo priključitve do 8 kamer. Za njihovo hitro vzporedno delovanje skrbi 4-jedrni procesor, ki zagotavlja zanesljive, zelo hitre in fleksibilne rešitve.

Značilnosti platforme OMRON Xpectia:

- izbira krmilnika glede na zahtevnost aplikacije,
- velik nabor kamer,
- pregleden in enostaven grafični vmesnik,
- komunikacija Ethernet/IP in EtherCAT.

Na voljo so trije tipi krmilnikov glede na zmogljivost. Ultra hiter FH-3050 (4-jedrni procesor), hiter FH-1050 (2-jedrni procesor) in novi Lite krmilnik FH-L550 (2-jedrni procesor). Ponujajo priključitev do 8 kamer (FH) oz. do 4 kamere (FH-Lite). Krmilnik ima dva video izhoda (VGA in HDMI) za prikaz na operaterskih panelih, računalnikih (podpira Microsoft .NET) in ostalih industrijskih ali neindustrijskih prikazovalnikih. Na voljo je namenski 12-palčni na dotik občutljiv industrijski prikazovalnik FH-MT12.



Široka izbira kamer ločljivosti od 0,3 Mpx (ki za zajem slike potrebuje le 330 μ s) do 12 Mpx, ki so kompatibilne z vsemi tipi krmilnikov. Možno je izbrati tudi kompaktno kamere z že vgrajeno LED-osvetlitvijo. Uporabna prednost so miniaturne kamere za integracijo v omejenem prostoru. Z namenskimi FH-kamerami je možno uporabiti 2 slikovna kanala za povečanje hitrosti zajema slike, izbirati pa je možno med različnimi objektivni in industrijsko LED-osvetlitvijo.

Serija FH ima že izdelan zelo enostaven in pregleden grafični vmesnik ter bogat nabor algoritmov. Vsi krmilniki ponujajo enak vmesnik za parametrisiranje, ki ga lahko poljubno oblikujemo. Parametrisiranje je enostavno, na voljo pa so številni algoritmi iz bogate Omronove knji-

žnice za aplikacije končne kontrole izdelkov, pozicioniranje v robotskih aplikacijah idr. Vse to omogoča enostavno izdelavo aplikacij, hitre spremembe in dodajanje algoritmov za dodatne zahteve preverjanja. Posodobljen je zelo pogosto uporabljen algoritem za iskanje referenčnih oblik, imenovan »Shape Search III«, ki je v primerjavi s predhodnikom hitrejši in bolje eliminira faktorje, ki vplivajo na stabilnost meritve. To so sprememba svetlobe, sprememba kontrasta merjenca, spreminjanje ostrine zaradi različne višine, prekrivanje merjencev, manjkajoči deli merjencev in ostalo.

Vsak krmilnik ima poleg komunikacije Ethernet/IP možnost povezave v omrežje EtherCAT (z izjemo FH-Lite), kjer znaša ciklični komunikacijski čas le 0,5 ms. Omogoča zelo dobro povezljivost z novo platformo Omron Sysmac, kjer so vse komponente na eni povezavi in jih je možno programirati oz. parametrisirati s programskim okoljem Sysmac Studio.

Vir: MIEL Elektronika, d. o. o., Efenkova cesta 61, 3320 Velenje, tel.: +386 3 898 57 50 (58), fax: +386 3 898 57 60, internet: www.miel.si, e-pošta: info@miel.si

SMC predstavlja novo serijo ventilov, ki izpolnjujejo zahteve mednarodnih standardov za varnost strojev

Varnost med proizvodnim procesom je globalna skrb tako za proizvajalce kot uporabnike strojev in naprav.

SMC razume izzive svojih strank kot priložnost za nenehen razvoj novih varnostnih rešitev in se s tem postavlja med vodilne proizvajalce tovrstne opreme. Skladno z zahtevami standarda ISO13849-1 upošteva smernice ter načela za oblikovanje in integracijo z varnostjo povezanih krmilnih sistemov, vključno z zasnovo programske opreme.

SMC s specialnimi elektromagnetnimi ventili sledi varnostnemu standardu ISO13849-1, ki jih predstavlja v nadaljevanju. Modela VP-X555 in X585 se kot novo dizajnirana pridružujeta skupini komponent za varnostno kategorijo 3 in 4, katerih paleta je že do sedaj obsegala serije VP-X536, VP-538 in VG-X87, ki zadoščajo visokim zahtevam varnostnega standarda.

Kot odziv na ISO 13894-1 SMC ponuja vrsto varnostnih komponent, vključno z več posameznih in podvojenih sistemov za izpust komprimiranega zraka.

Širitev ponudbe varnostnih komponent dopolnjuje še z dvema tripotnima elektromagnetnima ven-



tiloma – VP-X555 in VP-X585 za varnostno kategorijo 3 in 4. Oba sta opremljena s funkcijo mehkega starta, ki po zaustavitvi postopoma dviguje tlak v pnevmatskem sistemu, s čimer omogoča dodatno varnost tako za operaterje kot za opremo. Za najvišje stopnje varnosti so varnostni ventili SMC sestavljeni iz podvojenih enot za primer nepredvidenega delovanja ene enote.

Dodatne prednosti novih ventilov VP-X555 in X585 se kažejo v izbiri velikosti pretokov, kar omogoča

tudi preciznejšo izbiro glede na vaš sistem. Izvedeni so v zaščiti IP65 in prilagojeni za montažo na modularni tip enot FRL, kar jim daje še dodatno prilagodljivost za številne aplikacije in okolja.

Za več informacij o serijah VP-X555 in X585 obiščite stran: www.smc.si

Vir: SMC Industrijska Avtomatika, d. o. o., Mirnska cesta 7 T, 8210 Trebnje, tel.: +386 7 3885 421 M.: +386 40 471 006, faks: +386 7 3885 415, e-pošta: p.jarc@smc.si, internet: www.smc.si, www.smc.eu



NEPOGREŠLJIV VIR INFORMACIJ ZA STROKO

VSAKA DVA MESECA
NA VEČ KOT
140 STRANEH

Vodnik skozi množico informacij

- proizvodnja in logistika • obdelava nekovin • orodjarstvo in strojogradnja
- vzdrževanje in tehnična diagnostika • varjenje in rezanje • napredne tehnologije

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



Generatorji dušika (N₂) in kisika (O₂)

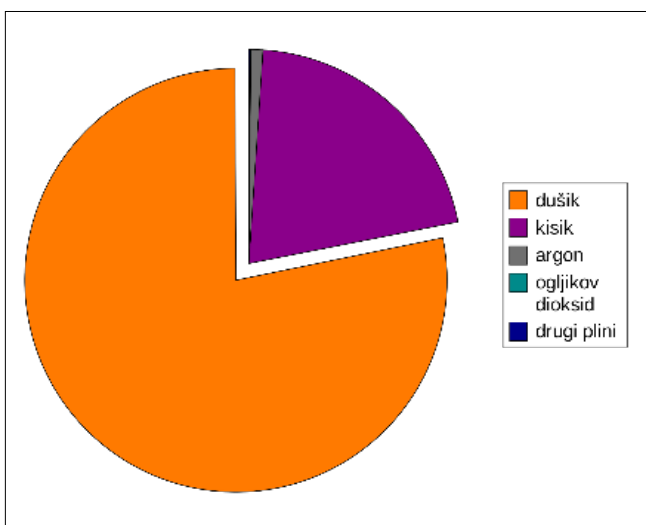
OMEGA AIR d.o.o. Ljubljana, proizvajalec naprav in elementov za učinkovito pripravo stisnjenega zraka, pospešeno razvija tudi naprave za druge pline, ki se uporabljajo v industrijski proizvodnji. Med njimi so tudi generatorji dušika (N₂) in kisika (O₂), ki zagotavljajo stalen in zanesljiv plin, proizveden neposredno na mestu uporabe. Tako je proizvodno podjetje neodvisno od dobaviteljev jeklenk oziroma utekočinjenih plinov.

1. Dušik, lastnosti in uporaba

Dušik je plin, ki ga je v zraku približno 78 % in tako predstavlja glavnino vseh plinov, ki sestavljajo zrak (slika 1 in tabela 1). Pri normalnih pogojih je dušik v plinastem stanju, brez barve in okusa. Molekula dušika je sestavljena iz dveh atomov dušika, ki sta med sabo povezana s trojno vezjo. Zaradi trojne vezi med atomi je dušik izredno nereaktiven in tako ga je mogoče v veliko procesih uporabiti kot inertni plin. Zaradi močne vezi je dušik težko pripraviti do točke, ko bi postal reaktiven in vstopal

v kemične reakcije. Dušik vstopa v reakcije pri visokih tlakih in temperaturah in prisotnosti katalizatorjev. Pri atmosferskem tlaku se dušik utekočinja pri -196 °C, pri -210 °C pa tekoči dušik prične prehajati v trdno stanje.

Čistost dušika se določa na podlagi izmerjene koncentracije preostalega kisika. Od mešanice plinov se odšteje koncentracija kisika. V preostali mešanici so še ostali plini, predvsem žlahtni plini, ki so prav tako kot dušik inertni. Zaradi inertne narave žlahtnih plinov, ti ne vplivajo na razne procese, zato se v dušiku ne spremljajo posebej.



Slika 1. Sestava zraka

Tabela 1. Deleži plinov v zraku

Dušik	78,09 %	780900 ppm
Kisik	20,95 %	209500 ppm
Argon	0,93 %	9300 ppm
Ogljikov dioksid	0,033 %	330 ppm
Neon	0,0016 %	16 ppm
Helij	0,00052 %	5,2 ppm
Kripton	0,00011 %	1,1 ppm
Vodik	0,0001 %	1 ppm
Ksenon	0,000008 %	0,8 ppm

Tabela 2. Čistost dušika

Nomenklatura	Čistost (% vol.)	Nečistoče (ppm)	
Tehnični dušik	> 99,8	Prisotne nečistoče – v glavnem O ₂ , H ₂ O, Ar in ostali plini	
Dušik 4.0	> 99,99	O ₂	< 50
		H ₂ O	< 30
		Ar	< 30
Dušik 4.6	> 99,996	O ₂	< 5
		H ₂ O	< 5
		Ar	< 30
		H ₂	< 0,5
Dušik 5.0	> 99,999	O ₂	< 2
		Ta nivo čistosti zadostuje pogojem v elektroniki.	
		H ₂ O	< 3
		H ₂	< 0,1
		CO/CO ₂	< 0,1
Dušik 5.5	> 99,9995	Ar	< 5
		Certificirana meritev	
		O ₂	< 0,5
		H ₂ O	< 0,5
		H ₂	< 0,1
Dušik 6.5	> 99,9999	CO/CO ₂	< 0,1
		Ar	< 3
		Certificirana meritev	
		O ₂	< 0,5
		H ₂ O	< 0,5
Dušik 6.5	> 99,9999	H ₂	< 0,1
		CO/CO ₂	< 0,1
		Ar	< 1
		Ar	< 1

Možnosti uporabe dušika:

- priprava kontrolirane atmosfere v hladilnicah, skladiščih žit in ostalih silosov; zelena čistost dušika je 95–97 %;
- predelava hrane; zelena čistost dušika je 97 %;
- zaščita olj pred oksidacijo; zelena čistost dušika je 99,9 %;
- kontrolirana atmosfera v zalogovnikih tekočih goriv; zelena čistost dušika je 95–97 %;
- izpihovanje cevi (protieksplozijska in protikorozijska zaščita); zelena čistost dušika je 95–97 %;
- kemična industrija;
- jeklarstvo, toplotna obdelava kovin; zelena čistost dušika je do 97 %;
- elektronika; zelena čistost dušika je 99,9 %, lahko tudi manj.

2. Pridobivanje in priprava dušika

Za pridobivanje in pripravo dušika podjetje OMEGA AIR d.o.o. Ljubljana izdeluje generatorje dušika, in

sicer v dveh izvedbah: modulna in varjena izvedba.

Prva izvedenka temelji na konstrukciji adsorbcijskega sušilnika A-Dry 150, pri kateri je mogoče osnovno enoto generatorja razširiti s sedmimi moduli. Z osnovno enoto, sestavljeno iz sedmih modulov, je mogoče pokrivati območje proizvodnje dušika s čistostjo 5.0 do pretoka 10,5 Nm³/h. Tehnološka shema proizvodnje z membransko tehnologijo je primerna za porabnike dušika, ki ne zahtevajo visoke čistosti N₂ (slika 2).

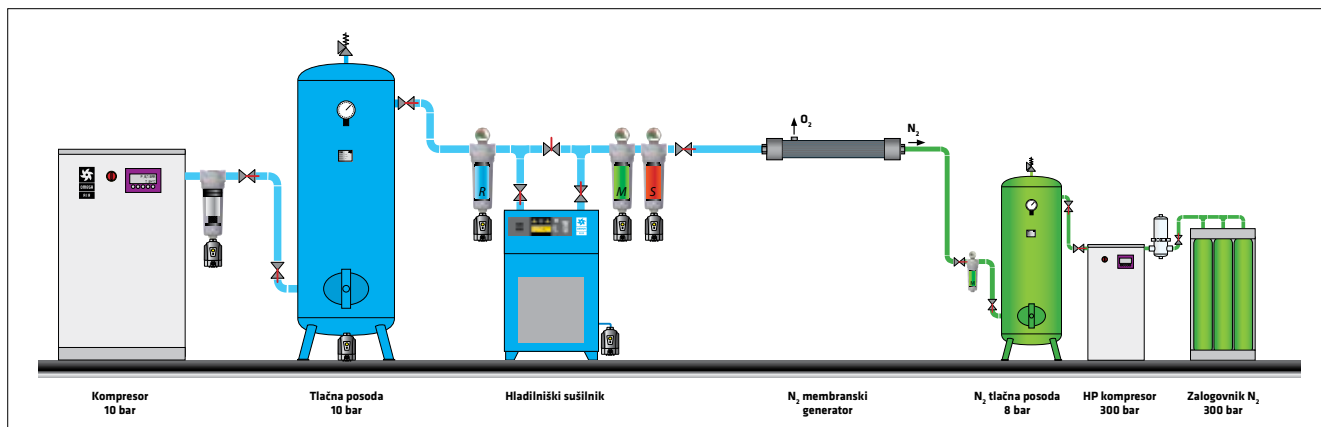
Druga zasnova generatorja temelji na varjenih kolonah. Varjeni generatorji tako pokrivajo območje s čistostjo 5.0 in pretokom do 50 Nm³/h (slika 3).

Generatorji dušika Omega Air - NG izločijo razpoložljiv dušik iz okoljskega zraka in ostalih plinov na osnovi tehnologije PSA. Med procesom PSA stisnjen in očiščen okoljski

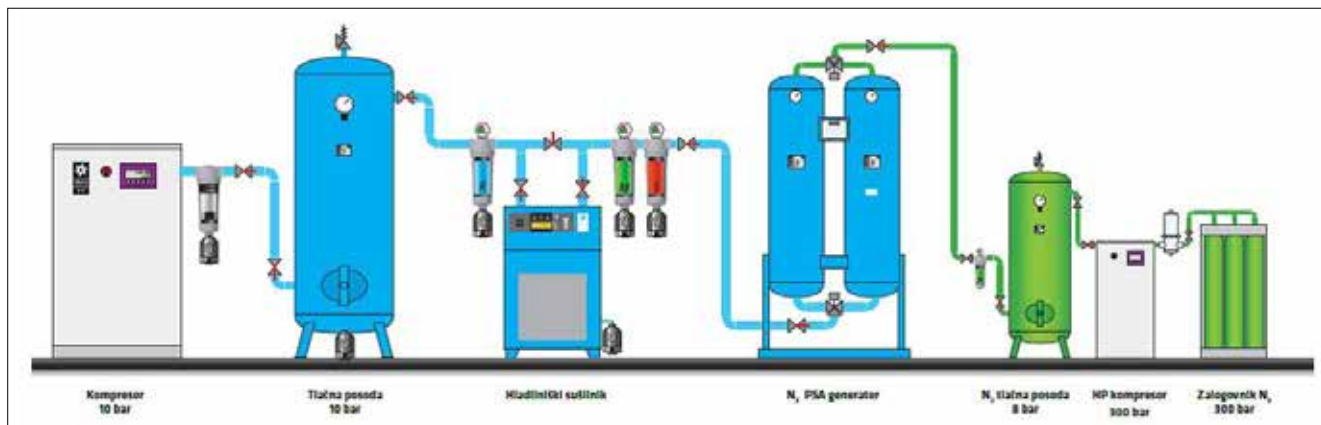
zrak prehaja preko plasti adsorbenta CMS, ki omogoča prehod dušiku, kisik pa se adsorbira. Ko je izstopni ventil zaprt, CMS sprosti adsorbirane pline v atmosfero, tlak pa pade na raven tlaka okolice. Nato je kolona s CMS-jem očiščena z dušikom, še preden svež stisnjen zrak vstopi za nov proizvodni cikel. Za zagotovitev konstantnega pretoka NG generatorji dušika uporabljajo mo-



Slika 4. Generator dušika



Slika 2. Tehnološka shema proizvodnje z membransko tehnologijo



Slika 3. Tehnološka shema proizvodnje dušika z varjenimi kolonami

OMEGA AIR

Better air



Vijačni kompresorji



Adsorpcijski sušilniki



Oprema za stisnjn zrak



Merilna oprema

dul dveh kolon s plastjo molekularnega sita, ki se izmenjujeta v fazah adsorpcije in regeneracije. V normalnih pogojih obratovanja ima ob ustrezni temperaturi molekularno sito praktično neomejeno življenjsko dobo.

V generatorjih dušika PSA se kot adsorbent najpogosteje uporablja carbon molecular sieve – CMS oz. ogljikovo molekularno sito. Za razliko od aktivnega oglja, ki je amorfno (brez kristalne strukture) in z relativno velikimi porami, je CMS z bistveno manjšimi porami, ki se jih doseže z delno kristalizacijo. Manjše pore (40–50 nm) omogočajo selektivno vezavo kisika in dušika, CO₂ in vodne pare. Molekuli kisika in dušika sta si po velikosti zelo podobni, tako je tudi celotna kapaciteta vezave CMS-ja za dušik in kisik zelo podobna. Do ločevanja pride

predvsem zaradi celokupnega naboja molekule. Do ločevanja med molekulami kisika in dušika prihaja zaradi različnih hitrosti vezave – kinetična selektivnost.

Do desorpcije vezanega kisika pride zaradi nizkega tlaka in prepihanja s čistim dušikom.

3. Ekonomičnost proizvodnje dušika po PSA-postopku

Lastna proizvodnja dušika je glede na kupovanje tekočega dušika ali pa jeklenk stroškovno zelo učinkovita. Doba vračanja je od 6 mesecev do dveh let. Pri odločanju za lastno proizvodnjo igra pomembno vlogo želena čistost dušika. Od tega je odvisna poraba energije.

www.omega-air.si

Tabela 3. Primerjava izračuna ekonomske upravičenosti za porabnika z dvema napravama za laserski rez

Dnevna proizvodnja dušika 4.0	280 Nm ³ /h
Kompresor KSA 30: 3,43 Nm ³ /min, 13 bar	7.397 EUR
Hladilniški sušilnik OMD 175	1.150 EUR
Tlačna posoda TP500V13	944 EUR
Tlačna posoda TP300V	636 EUR
Filtracija AF 0186	432 EUR
Odvajalnik ECD 40B	300 EUR
Generator dušika NG 56	15.000 EUR
Visokotlačni kompresor: 30 Nm ³ /h, 250 bar	25.000 EUR
Visokotlačne jeklenke 50l x 8 kom.	3.000 EUR
Skupaj investicija	53.859 EUR
Enostavna amortizacija na 8 let	6.732 EUR
Variabilni stroški	
Poraba el. energije za kompresor KSA 30	288 kWh/dan
Poraba el. energije za visokotlačni kompresor: 30 Nm ³ /h, 250 bar	144 kWh/dan
Strošek energije na dan	54 EUR/dan
Strošek servisa na leto	9.000 EUR
Skupaj variabilni stroški (energija + servis)/leto	24.120 EUR
Skupaj stroški na leto	30.852 EUR
	280 m ³ /dan
Št. jeklenk 50 L/ 200 bar	28
Jeklenka 4.0 50 L/200 bar	15 EUR
Strošek na dan	420 EUR
Strošek na leto	117.600 EUR
Doba vračanja	7 mesecev



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

Polimerna plastika Iglidur

Plastika je danes zelo razširjena in splošno uporabna. Iz nje izdelujejo tako različne male izdelke za vsakodnevno uporabo, kot so vžigalniki, obeski, vrečke, jedilni pribor, embalaža, kakor tudi zahtevne strojne elemente, ki so vgrajeni v motorne sklope in delovne stroje, kot so puše, vodila in podobno.

Podjetje Igus, ki je eden od vodilnih svetovnih proizvajalcev plastičnih ležajev, linearnih vodil in energijskih verig, uporablja iglidur® za brizganje puš kot osnovni material. Na

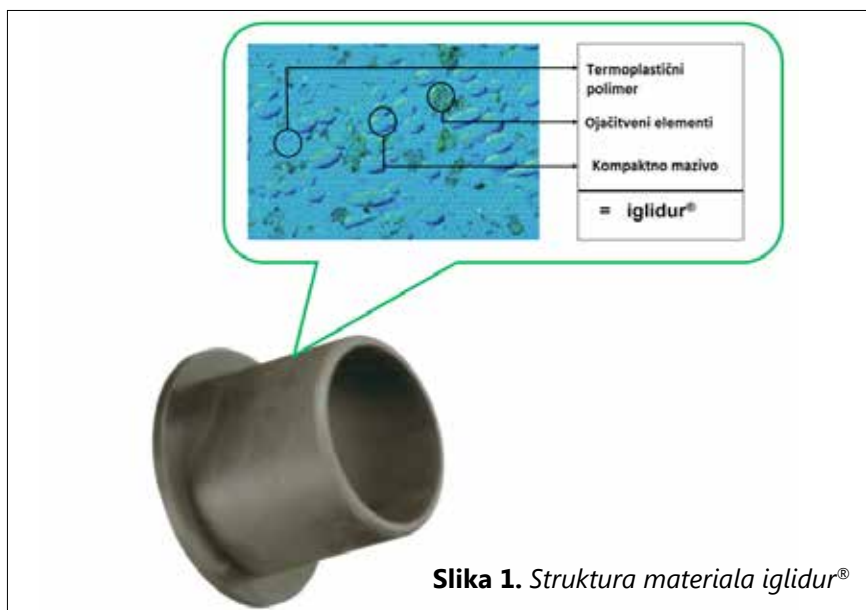







Tabela 1. Standardni materiali za različne razmere delovanja

iglidur®G:	suho delovanje brez vzdrževanja, dobra odpornost na obrabo, odpornost na prah in umazanijo, temperaturno območje od $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+130\text{ }^{\circ}\text{C}$.	
iglidur®J:	nizka obraba pri različnih materialih osi, nizko trenje pri suhem delovanju, dušenje vibracij, dobra odpornost na kemikalije, nizka vpojnost vlage, temperaturno območje od $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+90\text{ }^{\circ}\text{C}$.	
iglidur®M250:	izjemno dušenje vibracij, odpornost na obremenitve robov, večja debelina stene, umazanija med pušo in osjo ne vpliva na delovanje, temperaturno območje od $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$.	
iglidur®W300:	nizek koeficient trenja, izjemna odpornost na obrabo, primeren za osi iz mehkega materiala, odpornost na umazanijo, temperaturno območje od $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+90\text{ }^{\circ}\text{C}$.	
iglidur®X:	univerzalno odporen na kemikalije, visoka tlačna trdnost, zelo nizka vpojnost vlage, izjemna odpornost na obrabo v vsem temperaturnem območju, temperaturno območje od $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+250\text{ }^{\circ}\text{C}$.	

Poleg teh petih standardnih materialov iglidur® obstaja še več kot 50 različnih materialov, primernih za različne zahteve delovanja.

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



voljo so polimeri, ki ne potrebujejo mazanja niti vzdrževanja. Posamezni materiali so odporni na obrabo, na visoke temperature ali na kemikalije. Vsi materiali iglidur® imajo enako strukturo (slika 1).

Material je sestavljen iz termoplastičnih polimerov, različnih za različne razmere (odporni na toploto, na kemikalije, neobčutljivi na vibracije, ...), iz ojačitvenih vlaken in kompaktnega maziva.

Lastnosti puš, brizganih iz materiala iglidur®:

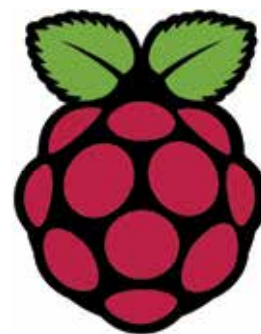
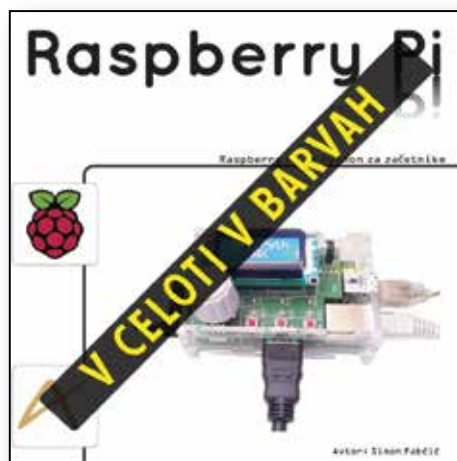
- ne potrebujejo mazanja,
- odporne so na korozijo,
- dobro odporne na medije,
- nizek koeficient trenja,

- ne potrebujejo vzdrževanja,
- majhna masa,
- visoka tlačna trdnost,
- odporne na obrabo,
- zelo dobro razmerje med ceno in zmogljivostjo.

Različni materiali iglidur® so primerni za različna področja uporabe. Osnovni materiali so: iglidur®G, iglidur®J, iglidur®M250, iglidur®W300 in iglidur®X.

Literatura: dokumentacija podjetja Igus

Vir: HENNLICH, d. o. o., Podnart 33, 4244 Podnart, tel.: (0)4 532 06 05, faks: (0)4 532 06 20, internet: www.hennlich.si, e-mail: drobnic@hennlich.si, g. Stojan Drobnič



Raspberry Pi Programirajte
s Python programom

www.svet-el.si/literatura

Varovanje vodnikov – sistem REIKU

Podjetje REIKU, ki ga na slovenskem trgu zastopa podjetje INOTEH, že od leta 1969 izdeluje zelo kakovostne sisteme varovanja vodnikov. Sistem REIKU je fleksibilen, robusten in enostaven za montažo in uporabo. Njegova uporaba pomaga občutno zmanjšati zastoje v proizvodnji. Prodajni program proizvajalca poleg rebrastih cevi iz najrazličnejših plastičnih materialov zajema več kot 8.000 različnih izdelkov za varno povezavo cevi na robote in drugo opremo.



Slika 1. Spojni elementi REIKU

Kabelska zaščita REIKU izpolnjuje ekstremne zahteve pri prevzemanju različnih obremenitev – kemijskih in termičnih, statičnih in dinamičnih, sledi gibom robotskih rok in hkrati ščiti vodnike pred obrabo, tlakom, udarci, prepogibanjem in torzijo.

REIKU izdeluje svoj sistem varovanja vodnikov iz zelo kakovostnih tehničnih plastičnih mas. Negorljiva sredstva brez halogena, kadmija in tudi brez fosforja zagotavljajo, da so cevi in spojni elementi samogasilni in odporni prot topilom, olju, gorivu in masti.

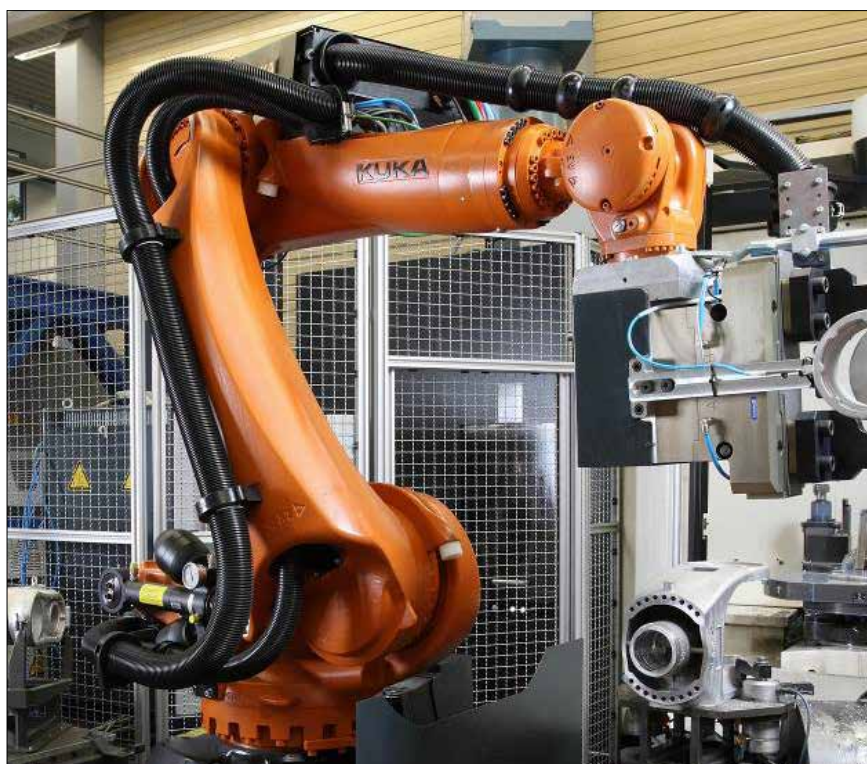
Podjetje REIKU uporablja samo zelo kakovostne surovine, primerne za najzahtevnejše namene uporabe. Vsi končni izdelki se testirajo v lastnih laboratorijih in pilotnih primerih uporabe pri strankah. Pri proizvajalcih robotov in drugih uporabnikih imajo izdelki REIKU odličen ugled, za uporabnike sta pomembni tudi zanesljivost in dolga življenjska doba.

Sistem varovanja vodnikov REIKU obsega cevi nazivnih velikosti od 7 do 90 mm in tudi številne potrebne spojne elemente. K spojnim elementom spadajo kardanska cevna držala, objemke, vzmeti, nosilci

vzmeti, zaščite, zglobi, zvezde itd. Ti elementi ščitijo celotni sistem pred poškodbami.

Inštalacija cevi se običajno napravi s specialnimi pritrditvenimi objemkami z dvema načinoma zaprtja (plastično ali kovinsko). Z uporabo

dodatnih zaščit se odpornost proti obrabi in udarcem še poveča. S kabelsko zvezdo REIKU se lahko sistem zatesni, s čimer se prepreči vstop nečistoč, ki bi lahko poškodovale vodnike. Zvezde omogočajo tudi posamezno vodenje vodnikov in njihovo fiksiranje. Pritrditev zvez-



Slika 2. Primer vgradnje sistema REIKU na robotu KUKA



Slika 3. Proaktivni sistem ERIKA

de na cev se lahko izvede s protektorjem ali objemko.

Osnovna prednost sistema REIKU je v preprečitvi torzijskih momentov.

Zaščitne cevi se lahko vrteče vstavijo v pritrditve (niso fiksirane). S tem pri tipičnih gibih, ki nastajajo pri robotiki in pri rokovanju z materiali, ne pride do nezaželenih napetosti

in tako do obremenitev zaščitnih vodnikov. V praksi to pomeni znatno podaljšanje življenjske dobe kompletnih sistemov in preprečitev nezaželenih zastojev v proizvodnji.

REIKU je mednarodno podjetje s sedežem v kraju Wiehl, Nemčija. Ustanovljeno je bilo leta 1969. Podjetje je usmerjeno v perfekcionizem. Njegov cilj je ustvarjanje najboljših možnih rešitev s posebnimi lastnostmi. REIKU ima svoj lastni oddelek za raziskave in razvoj, ki sisteme varovanja vodnikov zmeraj znova optimira in prilagaja trgu.

Več informacij o sistemu varovanja REIKU in drugih izdelkih tega proizvajalca dobite pri podjetju INOTEH.

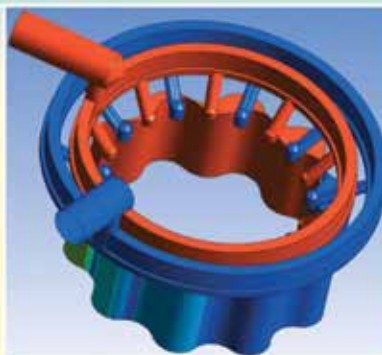
Vir: INOTEH, d. o. o., K železnici 7, 2345 Bistrica ob Dravi, tel.: +386 (0)2 673 01 34, fax: +386 (0)2 665 20 81, gp@inotech.si, www.inotech.si

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.



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

LFT

LABORATORIJ ZA FLUIDNO TEHNIKO
Laboratorij za Pogonsko - Krmilno Hidravliko
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
Aškerčeva 6, 1000 Ljubljana
E-pošta: lpkh@fs.uni-lj.si
Telefon: 01/4771 411 (115, 413)

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo
Aškerčeva 6
1000 Ljubljana
T: 01/4771115, 01/4771411
E: lpkh@fs.uni-lj.si
<http://lab.fs.uni-lj.si/lft/>



Upoštevanje človeka
je prvo pravilo robotike.



Man and Machine

www.staubli.si

Kaj če robot in človek (resnično) delata skupaj?

Poleg zagotavljanja učinkovitosti morajo biti roboti predvsem človekov partner. Roboti niso namenjeni zamenjavi človeka pač pa človeku v podporo preko enostavnega in učinkovitega sodelovanja. Staubli roboti delujejo hitro, natančno in varno. A v prvi vrsti v sodelovanju s človekom!

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

DOMEL[®]
Ustvarjamo gibanje

STÄUBLI

Nove knjige

- [1] Johnson, J.: **Designers' Handbook for Electrohydraulic Servo and Proportional System** – 4. izdaja – priročnik za projektiranje elektrohidravličnih servo- in proporcionalnih sistemov obsega koristne informacije o:
- kako izračunati in nadzorovati izgube tlaka v hidravličnih vezjih, priključnih ploščah in krmilnih blokih,
 - kako analizirati in krmiliti različne mehanske obremenitve, vključno pri transportnih napravah in sestavljenih obremenitvah,
 - dinamičnih lastnostih servo- in proporcionalnih ventilov in njihovi vgradnji v vaše sisteme,
 - praktičnih izkušnjah o krmilni elektroniki, vključno z merilnimi pretvorniki in napravami za ravnanje s krmilnimi signali,
 - mobilnih električnih sistemih, vključno z akumulatorji in njihovimi polnilniki.
- Obseg priročnika je 786 strani; naročilo preko spleta na naslovu: www.hydraulicspneumatics.com/Bookstore-O.

Oglaševalci

AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana	442
CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	387
DOMEL, d. d., Železniki	445
FESTO, d. o. o., Trzin	361, 448
GIA-S, d. o. o., Grosuplje	392, 393
HIWIN GmbH, Offenburg, Nemčija	405
ICM, d. o. o., Celje	425, 430
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.) NORGREN, Lesce	361
INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija	391
JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	395
MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	361
OLMA, d. d., Ljubljana	361
OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana	361, 440
OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin	361
PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	361
POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o., Žiri	361, 362
PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	417
PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	437, 447
S3C, d. o. o., Ljubljana	361
STROJNISTVO.COM, Ljubljana	382
SUN Hydraulik, Erkelenz, Nemčija	442
TEHNA, d. o. o., Ljubljana	434
UL, Fakulteta za strojništvo	364, 397, 409, 432, 444
UM, Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo	408
VISTA HIDRAVLIKA, d. o. o., Žiri	361
YASKAWA SLOVENIJA, d. o. o., Ribnica	386

OPRAVIČILO

V reviji Ventil 22/2016/4 je bil v prispevku z naslovom **Naprava za testiranje zavornih ploščic**, na strani 326 napačno naveden priimek drugega avtorja. Pravilno je Martin Petric. Avtorju se za napako iskreno opravičujemo.

Uredništvo

Zanimivosti na spletnih straneh

- [1] **Delilniki toka za kmetijske stroje** – <http://hydraulicspneumatics.com/agricultural/flow-dividers-lend-hand-farm/> - Kmetijski stroji francoskega izdelovalca Altec so zasnovani tako, da zanesljivo delujejo tudi v najbolj surovih razmerah, vključno pri pranju z visokotlačno vodo, delovanju ob vibracijah in udarcih, v koroziivnih razmerah, v blatu in umazanem okolju, da bi stroji ostali čisti, so lani pričeli uporabljati delilnike toka firme *Webtec Production*. Tu so opisane izkušnje z njimi.
- [2] **Elektrohidravlične analogije: moč naprave, stroja** – <http://hydraulicspneumatics.com/hydraulic-pumps-motors/hydraulic-electric-analogies-power-circuits> – Ekstremne temperature, visoke ali nizke, lahko povzročajo usodne in nepovratne poškodbe hidravličnih in električnih pogonskih sistemov. Spoznajte več v študiji, ki obravnava generiranje toplote v takšnih vezjih.
- [3] **Gradnja tihih hidravličnih sistemov** – <http://hydraulicspneumatics.com/200/TechZone/HydraulicPumpsM/Article/False/46097> – Raven hrupa postaja vse pomembnejše vprašanje za podjetja, ki morajo skrbeti za zaščito delavcev pred hrupom. V takšnih pogojih okolja postaja snovanje tihih fluidnotehničnih naprav vse pomembnejše in zahteva posebna znanja in izkušnje.
- [4] **Kako projektirati stabilna vezja v sklenjeni zanki** – <http://hydraulicspneumatics.com/blog/how-design-stable-closed-loop-circuits> - Ta klasična izdaja H & P (september 1996) obravnava in razlaga snovanje elektrohidravličnih sistemov v zaprti zanki brez komplicirane matematike, ki pogosto predstavlja zelo »učeno« gradivo. Če tudi vi mislite, da vam 20 let star prispevek lahko še vedno pomaga pri snovanju sodobnih digitalno krmiljenih sistemov, razmislite o tem prispevku.

9. INDUSTRIJSKI FORUM IRT 2017

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.

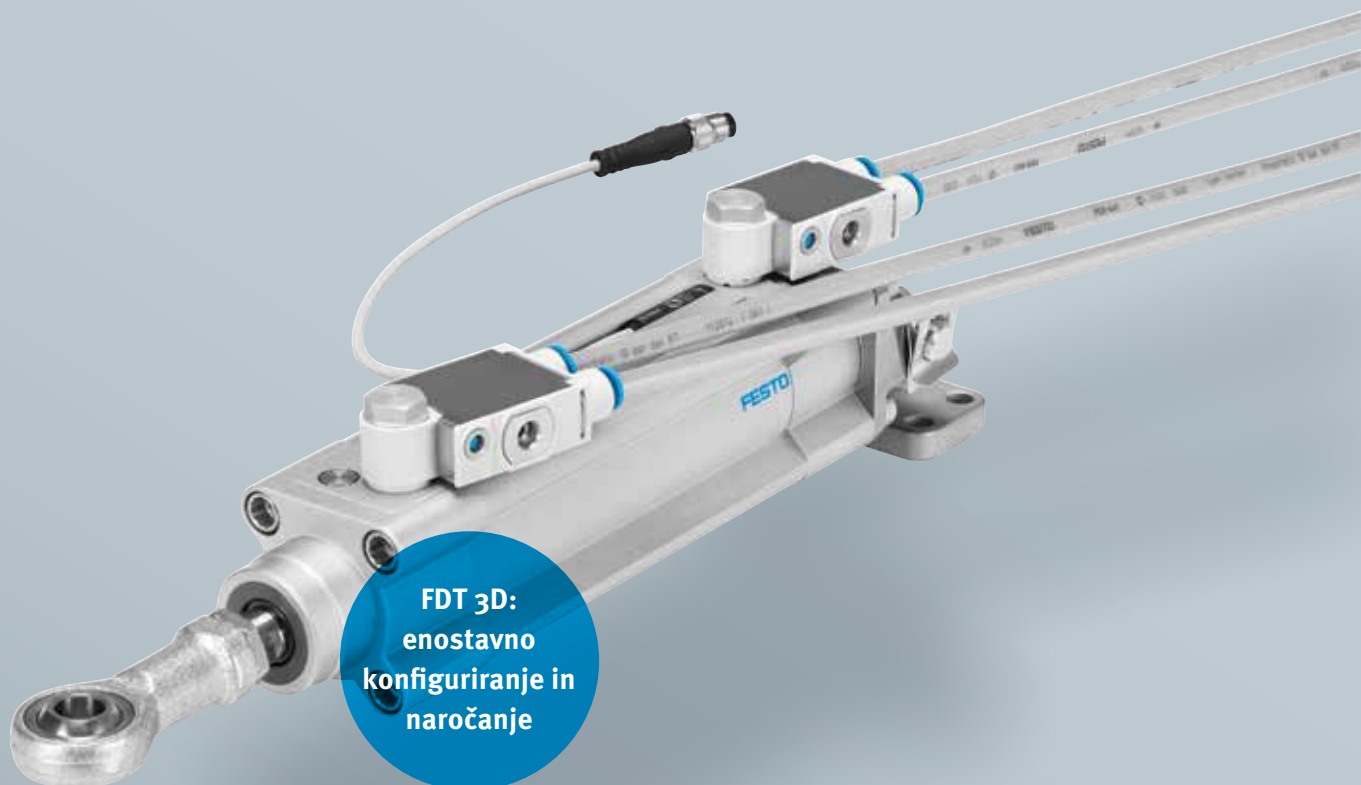
Portorož, 5. in 6. junij 2017



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
Partner dogodka: TECOS, Celje | **Organizacijski vodja dogodka:** Darko Svetak, darko.svetak@forum-irt.si

www.forum-irt.si

FESTO



**FDT 3D:
enostavno
konfiguriranje in
naročanje**

**Cenite hitro konstruiranje?
Pričakujete ustrezne in primerne rešitve?
Imamo pravo orodje za vas.**

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

Da bi lahko še učinkoviteje izkoristili svoj čas, si na svoj računalnik prenesite brezplačno Festo orodje »Design Tool 3D«. Pripravite si 3D CAD podatke za celovit sklop in si omogočite učinkovito naročilo z eno samo pozicijo. Kot na primer standardni valj DSBC s samonastavljivim pnevmatičnim končnim dušenjem in popolnim priborom.

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