



FESTO

POCLAIN
Hydraulics

OLMA
LUBRICANTS

Parker

IMI
Precision Engineering

MIEL omron
www.miel.si

Energe
Professional tools

VISTA
HIDRAVLIKA

OMEGA
AIR

- Intervju
- Dogodki
- Kolesni električni motorji
- Dispergiranje zraka
- Hidravlični in pnevmatski referenčni etaloni
- Posnemanje naravnih pojavov
- Letalstvo
- Podjetja predstavljajo

OPL

Rexroth
Bosch Group

Zastopstvo



Clean
Room

Ergonomija
Vitka proizvodnja
Fleksibilna avtomatizacija

HIDRAVLIČNE NAPRAVE



Obdelovalni stroj



Hidromehanska oprema



Ladijski vitel

Impresum	173	■ INTERVJU	
Beseda uredništva	173	Dr. Maja Meško – intervju z letalsko psihologinjo	174
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	178	■ KOLESNI ELEKTRIČNI MOTORJI	
■ NOVICE – ZANIMIVOSTI	196	Luka AMBROŽIČ : High-performance compact in-wheel electric motors for future electric mobility	212
Seznam oglaševalcev	258	■ MEHANSKA PROCESNA TEHNIKA	
Znanstvene in strokovne prireditve	229	Andrej BOMBAC , Ivan MATIJEVIČ : Dispergiranje zraka v posodi z mešali pri velikem pretoku zraka	218

Naslovna stran:

OPL Avtomatizacija, d. o. o.
BOSCH Automation
Koncesionar za Slovenijo
IOC Trzin, Dobrave 2
SI-1236 Trzin
Tel.: + (0)1 560 22 40
Fax: + (0)1 562 12 50

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

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

Energie, d. o. o.
Cesta na Brdo 85
1000 Ljubljana
Tel.: (01) 25 61 056
Faks: (01) 25 61 055
internet: www.energe.si

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

MIEL Elektronika, d. o. o.
Efenkova cesta 61,
3320 Velenje
Tel.: +386 3 898 57 50
Fax: +386 3 898 57 60
www.miel.si, www.omron-
automation.com

OLMA, d. d., Ljubljana
Poljska pot 2,
1000 Ljubljana
Tel.: + (0)1 58 73 600
Fax: + (0)1 54 63 200
e-mail: komerciala@
olma.si

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

PARKER HANNIFIN
Corporation
Podružnica v Novem
mestu
Velika Bučna vas 7
8000 Novo mesto
Tel.: + (0)7 337 66 50
Fax: + (0)7 337 66 51

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

■ MEROSLOVJE TLAKA	
Peter SAMBOL , Andrej SVETE , Jože KUTIN , Ivan BAJSIČ : Primerjava hidravličnih in pnevmatskih referenčnih etalonov za tlak	230
■ BIONIKA	
Jan HARB , Maja HARB : Avtomatizirana končna kontrola rotorja sesalne enote	236
■ LETALSTVO	
Aleksander ČIČEROV : Regionalno srečanje IAOPA organizacij Evrope, ZDA in Kanade	244

■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE	
Serija optimiziranih pogonov Festo (FESTO)	248
HYDAC-ovo energijsko učinkovito filtriranje z novimi filtri družine Optimicron® (HYDAC)	249
Prijemala serije GPP 1000 (INOTEH)	250
Industrijska naprava za oddaljeni dostop ProSoft ICX35-HWC (TEHNA)	251
MotoLogix (YASKAWA)	252
Ukrivljena linearna vodila po meri naročnika (HENNLICH)	253

■ NOVIŠTI NA TRGU	
Kompaktna pogonska os z zobatim jermenom (HIWIN)	254
Posodobljena serija OMRON-ovih tipk, stikal in indikatorjev dimenzij 22 mm (MIEL ELEKTRONIKA)	254
Vakuumsko prijemalo z ejetorjem (SMC)	255

■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO	
Polnilnice za polnjenje vozil s stisnjanim zemeljskim plinom (OMEGA AIR)	256
■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA	
Novo knjige	258

VENTIL
REVISTA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO
ISSN 1518-1278 | JUNIJ 2016/3

- Intervju
- Dogodki
- Kolesni električni motorji
- Dispergiranje zraka
- Hidravlični in pnevmatski referenčni etaloni
- Posnemanje naravnih pojavov
- Letalstvo
- Podjetja predstavljajo

Ergonomija
Vitka proizvodnja
Fleksibilna avtomatizacija

2. mednarodna konferenca o
TRIBOLOGII POLIMEROV

PolyTrib 2016



15. – 16. september 2016
Grand Hotel Union, Ljubljana

KONTAKT

SLOVENSKO DRUŠTVO ZA TRIBOLOGIJO

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

Bogišičeva 8
1000 Ljubljana
Slovenija

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

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

- ☀ Več kot 30 prispevkov iz 13 držav
- ☀ Trenje in obraba polimernih materialov
- ☀ Polimerni materiali, kompoziti in nano-kompoziti za tribološke aplikacije
- ☀ Mazanje in tribo-kemija polimerov in mejnih filmov
- ☀ Adhezija, omočljivost in površinska energija
- ☀ Ekološki vidik polimerov in njihova povezava s tribologijo
- ☀ Nanotehnologija v povezavi s tribologijo polimerov
- ☀ Snovanje in modeliranje polimerov, izzivi v proizvodnji
- ☀ Tribološke aplikacije, polimerne komponente
- ☀ Metode preizkušanja polimernih materialov

POMEMBNI DATUMI

15. junij 2016	Oddaja povzetkov/člankov
20. junij 2016	Preliminarni program
19. avgust 2016	Rok za predčasno prijavo
1. september 2016	Končni program
15. – 16. september 2016	Konferenca

SPONZORJI



Sponzorje/razstavljalce v ljudno vabimo k sodelovanju na konferenci. Za več informacij nas prosim kontaktirajte na polytrib@tint.fs.uni-lj.si.

SEKCIJI POSVEČENI POLIMERNIM ZOBNIKOM

Poleg tematik, povezanih s polimeri in njihovimi tribološkimi aplikacijami, bosta na konferenci PolyTrib 2016 dve sekciji posvečeni posebej **polimernim zobnikom**.

Namen konference je predstaviti trenutno stanje razvoja na tem področju in ga primerjati s specifično problematiko ter zahtevami v industrijskem in drugih sektorjih.

Razprave in prispevki bodo povezani s **testiranjem polimernih zobnikov**, njihovim **konstruiranjem**, **proizvodnjo** (izdelovanje orodja, brizganje, itd.), **perspektivnimi materiali**, **standardi** in **tribologijo** polimernih zobnikov. Več informacij si preberite v PolyTrib 2016 **Preliminarnem programu**, ki je že dostopen na spletni strani konference.



© Ventil 22 (2016) 3, Tiskano v Sloveniji.
Vse pravice pridržane.
© Ventil 22 (2016) 3, 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	3	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 MÉNDEZ, 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., Sola za strojništvo, Škofja Loka
prof. dr. Alojz SLUGA, FS Ljubljana
Janez ŠKRLEČ, inž., Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije
prof. dr. Brane ŠIROK, FS Ljubljana
prof. dr. Željko ŠITUM, Fakultet strojarstva in brodogradnje
Zagreb, Hrvaška
prof. dr. Janez TUŠEK, FS Ljubljana
prof. dr. Hironao YAMADA, Gifu University, Japonska

Oblikovanje naslovnice:
Miloš NAROBÉ

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

Lektoriranje:
Marjeta HUMAR, prof., Andrea POTOČNIK

Računalniška obdelava in grafična priprava za tisk:
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 sofinancira Javna agencija za raziskovalno
dejavnost Republike Slovenije (ARRS)

Revija Ventil je indeksirana v podatkovni bazi INSPEC.

Na podlagi 25. člena Zakona o davku na dodano
vrednost spada revija med izdelke,
za katere se plačuje 9,5-odstotni davek na dodano

Raziskave, inovacije, patenti, znanost, trajnostni razvoj, podjetništvo ...



Raziskave, inovacije, patenti, znanost, trajnostni razvoj, podjetništvo, start up, spin off in podobne besede so v gospodarskih, znanstvenih in političnih krogih vedno pogostejše v rabi. To je dobro. Verjetno pa s temi besedami vsi tisti, ki jih izrekajo, ne mislijo na ista dejanja, aktivnosti in istih načinov delovanja.

Pred nedavnim smo imeli v Sloveniji na obisku Angoro Wilkinson, ki je doktorica fizike, profesorica na oxfordski univerzi in strokovnjakinja pri OECD-ju za področje strateških predvidevanj in scenarijev prihodnosti v posameznih državah in tudi globalno.

Med drugim je izjavila: »Zgodba o prihodnosti Evrope so vaši mladi, ki se lotevajo zagonskih podjetij«. Zanimivo je, da kot profesorica na univerzi ni najprej izpostavila znanja, izobraževanja ali pa znanosti, raziskav in razvoja kot tisto, kar pripomore k večjemu razvoju in večji blaginji države, ampak podjetništvo. Pred leti je na Forumu Bled profesor ameriške univerze slovenskega rodu izjavil, da imajo na njihovi univerzi, ko se lotijo problema, predvsem dva cilja. Prvi so patenti, ki jih bodo lahko prijavi med raziskavami in ob reševanju problema, drugo pa so spin off podjetja, ki jih bodo na podlagi dobljenih rezultatov raziskav lahko ustanovili.

Kaj pa pri nas? Če sta dva svetovno priznana profesorja iz dveh različnih svetovno priznanih univerz močno poudarila podjetništvo, lahko s številnimi argumenti zapišemo, da naši profesorji ne razmišljajo podobno. Celotno več, ocenjujem, da je podjetništvo na slovenskih univerzah bogokletna beseda. Ali še več, niti vlada in njeni ukrepi niso tu nobena izjema. Na vseh slovenskih univerzah so še vedno najbolj pomembne objave v tujih revijah, ki so objavljene v angleškem jeziku. S tem brezplačno prenašamo znanje v tujino. Celotno več, za nekatere objave v uglednih revijah je treba celo plačati. In kakšen pomen ima to za slovensko industrijo in za slovensko gospodarstvo? In prav te objave so za mlade ljudi, zaposlene na univerzah, zagotovilo, da si ustvarijo prihodnost in stalno redno zaposlitev na univerzi. S tem je ustvarjen začarani krog, ki prav gotovo ni pozitiven ne za univerzo ne za gospodarstvo, razen za tistega, ki skrbi, da se ta »krog« vrti v njegovo korist.

Ali je z državnega ali nacionalnega vidika sprejemljivo, da si danes mladi ljudje z davkoplačevalskim denarjem, ki ga dobijo za raziskave, plačujejo objave v tujih revijah in s tem pridobijo reference, da lahko ponovno na razpisih kandidirajo za projekte, ki so plačani z davkoplačevalskim denarjem? Po moji oceni in po zdravi pameti to ni sprejemljivo.

Ali ne bi bilo bolj učinkovito, če bi se za reference za napredovanje, vsaj na tehničnih in naravoslovnih fakultetah, zahtevala ustanovitev podjetja z uspešnim programom in s primernim številom zaposlenih?

S številnimi argumenti lahko zapišemo, da je pridobiti reference z objavami v tujih revijah lažje kot dobiti reference z reševanjem problemov v slovenski industriji.

In kako se lahko izboljša položaj? Univerza bi morala sprejeti tri ukrepe. Prvič bi morala spodbujati podjetništvo med mladimi ljudmi. Drugič bi morala država sofinancirati raziskovalno delo na univerzah, ki rešujejo probleme v slovenski industriji. V takšnih projektih bi morali sodelovati univerza, država in vsaj eno podjetje ali več podjetij. V slovenski industriji je zdaj zelo veliko tehnoloških problemov, ki kličejo po temeljitem raziskovalnem delu. Vendar je za uspešno delo tu veliko težav; od zaupanja med fakultetami in podjetji do financiranja. In prav zato bi moral država s sofinanciranjem premagovati te težave. Te praktično usmerjene raziskave pa bi dale podlago za patente in tudi za ustanavljanje spin off podjetij.

Ali je podjetništvo res konkurenca univerzam ali fakultetam? Osnovna naloga in obvezna obremenitev profesorjev je pedagoško delo s študenti. V prostem času lahko profesor igra tenis ali golf, hodi v hribe, obdeluje kmetijo, gozdari, igra računalniške igre, le s podjetništvom se ne bi sme ukvarjati.

Janez Tušek

Dr. Maja Meško – intervju z letalsko psihologinjo

Aleksander ČIČEROV

Dr. Maja Meško, univerzitetna diplomirana psihologinja, se je rodila 23. avgusta 1979 v Celju. Po končani srednji šoli se je vpisala na Filozofsko fakulteto Univerze v Ljubljani in na Oddelku za psihologijo uspešno zaključila študij z diplomsko nalogo s področja psihologije. Na Fakulteti za šport je 2008. leta zagovarjala doktorsko disertacijo Definiranje nekaterih gibalnih sposobnosti in psiholoških značilnosti slovenskih vojaških pilotov. Je habilitirana profesorica s področja managementa na Fakulteti za management na Primorskem in članica Sveta Javne agencije za civilno letalstvo. Letalske 'izkušnje' je nabirala v Ministrstvu za promet, v Kontroli zračnega prometa Slovenije, d.o.o. Je nosilka dovoljenja za pilotko ULN in članica EAAP (Evropsko združenje letalskih pilotov in Evropskega združenja strokovnjakov s področja managementa psihologije zdravja ter združenja B.S.Lab. Njena bibliografija obsega več kot 140 del s področja managementa, upravljanja s človeškimi viri, športa in letalstva.

Ventil: Ali je bila pridobitev dovoljenja za pilotko ULN del vašega dodatnega izobraževanja ali želja po letenju?

Maja Meško: Pridobitev dovoljenja za pilotko ULN je bila moja želja po letenju. Sem radovedna oseba, ki jo zanima več področij in želja po

samostojnem letenju je bila ena izmed mojih velikih želja. Že kot otrok sem uživala v letenju. Kadar koli sva šli z mamo na letališče, sem si zaže-



Pridobitev dovoljenja za pilotko ULN je bila moja želja

lela letenja, prijatelji mojega očeta pa so moji želji z veseljem ugodili in me peljali z zmajem, športnim letalom ali pa z jadralnim letalom. Zelo rada sem »v zraku«, posebno, če gre za reakcijsko letenje, vendar mi čas skoraj več ne dopušča tega, o čemer bom govorila kasneje. Ko sem obiskovala fakulteto, sem se preizkusila tudi v vlogi padalke, saj imam rada adrenalin in sem želela občutiti, kakšni občutki te prevevajo, ko skočiš iz letala. In ugotovila, da so občutki »nori« in je bilo vredno poskusiti tudi to.

Ventil: *Prosimo, pojasnite nam, kaj je letalska psihologija?*

Maja Meško: Letalska psihologija je veja psihologije, ki je nastala v začetku 20. stoletja, najprej v povezavi z letalsko medicino in psihologijo dela, kasneje pa se je, zaradi svoje specifičnosti, razvila v samostojno vedo. Ukvarja se s proučevanjem kompleksnih psiholoških procesov pri letenju in se osredotoča na težave, povezane s samo naravo dela v letalstvu ter letenjem samim. Sama se ukvarjam s področjem letalske psihologije. Pričela sem s svojo doktorsko disertacijo, kjer sem ugotavljala posebnosti vojaških pilotov. V vojaškem letalstvu je namreč eden od pomembnih ciljev doseči ter nato ohranjati visoko raven zahtevane usposobljenosti. Da se lahko ta cilj doseže, morajo dovolj usposobljeni vojaški piloti izpolniti zahtevane pogoje. Pogoj za kvalitetno usposobljenost in s tem izpolnjevanje pogojev za ta poklic predstavljata tudi dobra psihološka pripravljenost in gibalna sposobnost vojaških pilotov. Da bi odkrila gibalne, psihomotorične in psihološke posebnosti poklica vojaškega pilota, sem naredila raziskavo. Namen raziskave je bil natančneje proučiti nekatere posebnosti vojaških pilotov oziroma ugotoviti, ali je mogoče govoriti o modelu oziroma profilu slovenskega vojaškega pilota. Ugotovila sem, da imajo vojaški piloti visoko razvite psihofizične sposobnosti in visoko motivacijo za ta poklic. Posebnosti vojaških pilotov, ki jih ločujejo od ostalih skupin, so boljše kontrola čustev, in sicer vi-

diki, ki se nanašajo na kontrolo napatosti in se navezujejo na čustvene izkušnje, večja čustvena stabilnost, boljše sposobnost kontroliranja lastnih čustev, sposobnost ohranjanja 'mirne krvi' in ravnovesja, odsotnost negativnih čustvenih stanj, energično in dinamično delovanje, zgovornost in navdušenje, sposobnost samouveljavljanja, prednjačenje in vplivanje na druge, torej večja ekstravertiranost ter večja kontrola impulzov. Izkazalo se je tudi, da imajo vojaški piloti boljše vizualno motorično koordinacijo ter boljše sestavljeno psihološko reakcijo. Po tej raziskavi, skupaj s študenti in kolegi, ugotavljamo še stres in strategije spoprijemanja s stresom pri kontrolorjih zračnega prometa, psihofizično pripravljenost športnih pilotov, utrujenost pilotov. Vsi ti izsledki raziskav s področja letalske psihologije koristijo povečanju učinkovitosti in varnosti pri delu v letalstvu, prav tako tudi pri izboljšavi selekcije kadrov za specializirane poklice v letalstvu, kot so poklic pilota, kabinskega osebja ter kontrolorjev zračnega prometa.

Ventil: *Zelo odmeven in tragičen primer v zadnjem času je samomor pilota Lufthanse (Germanwings) Andreas Lubitza, ki je 24. marca lani namenoma usmeril letalo v francoske Alpe, pri čemer je življenje izgubilo vseh 150 potnikov in članov posadke. Kaj se lahko iz tega nauči letalska javnost in še posebej letalski psiholog?*

Maja Meško: Iz vsake letalske nesreče se je mogoče kaj naučiti oziroma spoznanja iz vsake letalske nesreče pripomorejo k izboljšanju varnostnih ukrepov. Moje mnenje je, da omenjena letalska nesreča opozarja na to, da je treba pozornost bolj usmeriti na psihološko stanje pilotov. Morda z bolj pogostimi psihološkimi pregledi, še boljše z opozarjanjem kolegov na težave, ki se pojavijo pri zaposlenem. Te težave je namreč najlažje zaznati v vsakodnevni komunikaciji in stikih, ki jih imajo zaposleni med seboj.

Ventil: *Kaj menite o napravi FlySentinel, ki jo razvijajo piloti iz Aerokluba Celje in naj bi neinvazivno meri-*

la parametre iz telesa in okolja ter s tem pilote opozarjala na težave z zdravjem oziroma nevarnostmi v kabini, ki bi lahko vplivale na njihove sposobnosti odločanja in pilotiranja?

Maja Meško: Piloti so med letom izpostavljeni številnim okoljskim dejavnikom, na primer pomanjkanju kisika na višini, zastrupitev z ogljikovim monoksidom in neustrezni temperaturi v kokpitu, kar lahko vpliva na zmanjšano varnost pri letenju. Tega se piloti Aerokluba Celje, ki so leta 2014 pričeli z izdelovanjem prototipa ure FlySentinel, močno zavedajo, kar jih je pripeljalo do razvoja naprave, ki nadzira psihofizično počutje in stanje pilota. Menim, da ima ta naprava veliko pozitivnih strani, ena izmed njih je ta, ki ste jo omenili, ko ste mi zastavili vprašanje, da bo na neinvaziven in nemoteč način merila osnovne vitalne funkcije (telesno temperaturo, krvni tlak, vsebnost kisika in sladkorja v krvi pilota, ob tem pa bo merila tudi parametre v kokpitu, kot so CO, vlažnost, hrup. Opozorjanje na različne potencialne nevarnosti, ki jih pilot dobi s podatki iz naprave, vsekakor prispeva k zagotavljanju varnosti v letalstvu in tudi preprečitvi letalskih nesreč, do katerih bi lahko prišlo, če se piloti teh nevarnosti ne bi zavedali. Podatki, pridobljeni s to napravo, bodo uporabni tudi v kasnejši analizi, ki jo bodo izvedli piloti ali zdravnik, kar je še ena od pozitivnih strani te naprave. Ne nazadnje se strinjam z razvijalci naprave, da bo naprava primerna ne le za pilote, ampak za vsakogar, ki želi nadzirati svoje psihofizično počutje in stanje, posebno pa za ljudi, ki opravljajo tvegane poklice.

Ventil: *Kakšno je vaše mnenje o podobnih napravah, ki morda že obstajajo?*

Maja Meško: Podobne naprave v večini primerov merijo le srčni utrip in gibanje, zaradi česar se pametna ura FlySentinel od njih razlikuje in predstavlja novost na trgu.

Ventil: *Predstavljamo si lahko, da letalska psihologija odkriva psihološke anomalije posameznih pilotov*



Pred poletom je potreben skrben pregled letala

oziroma tistih, ki to hočejo postati? Kako to ugotavljate?

Maja Meško: Psihološko stanje pilotov se ugotavlja s psihološkimi testi, ki jih mora pilot opraviti v okviru zdravstvenega preverjanja letalskega osebja. Za zdravniško spričevalo razreda 1 se opravi psihološko testiranje pri prvem preverjanju, nekatere letalske družbe opravijo zelo natančno in podrobno psihološko preverjanje tudi, preden kandidata sprejmejo na delovno mesto pilota ter nato kapitana letala.

Ventil: *Sami ste pilotka ULN. Kaj vam pomeni letenje?*

Maja Meško: Letenje mi pomeni svobodo. Je užitek, vendar je tudi delo, ki zahteva znanje in zbranost. Posebno, če si začetnik, letenje terja od tebe veliko časa. Lahko bi rekla, da je letenje način življenja, ki ga živiš predvsem s srcem, saj mislim, da moraš letenje ljubiti in mu biti predan, če želiš biti dober pilot. To drugo mi zadnje čase ne uspeva, saj mi veliko časa vzame moje delo, ki sem mu predana, to je delo predavatelja in raziskovalca na področju managementa, psihologije in športa. V tem trenutku je to moja prioriteta, ob tem pa se težko popolnoma posvetim letenju.

Ventil: *Delujete v EAAP in EAOHP. Je to delovanje povezano z vašo stroko, torej poklicno strokovno združenje, in hkrati predstavljate tudi slovensko psihološko stroko? O čem razpravljate in kakšne so posledice delovanja v teh regionalnih mednarodnih organizacijah? Koga zavezujejo?*

Maja Meško: Sem članica treh združenj, to je European Association for Aviation Psychology (EAAP), European Academy of Occupational Health Psychology (EAOHP) in Business Systems Laboratory (B. S. Lab.). EAAP je evropsko združenje letalskih psihologov, ki združuje strokovnjake s področja letalske psihologije in človeških virov. Od 1. februarja 2013 me je EAAP vpisal v register strokovnjakov s področja človeških virov v letalstvu. Da te vodstvo združenja vpiše v ta register, moraš izpolnjevati naslednje pogoje: biti moraš polnopravni član združenja EAAP, uspešno zaključiti vsaj dve usposabljanji na temo letalske psihologije ali človeških virov v letalstvu v okviru EAAP in sorodnih združenj, imeti izobrazbo na področju človeških virov v letalstvu, na področju letalstva delovati vsaj tri leta. Tehnično znanje s področja letalstva se dokazuje z opravljenim izpitom na primer za ULN, PPL ali licenco

kabinskega osebja, ATC. Vse te pogoje sem izpolnila, saj sem bila od leta 2007 zaposlena na Ministrstvu za promet/Direktoratu za civilno letalstvo – Sektorju za letalske mednarodne zadeve ter standarde in predpise, od 1. 8. 2008 do 31. 7. 2010 pa na Kontroli zračnega prometa Slovenije, d.o.o. kot svetovalka v kabinetu direktorja za področje mednarodnih projektov. Tudi kasneje, na Fakulteti za management, sem delala na projektu, ki je identificiral potenciale in priložnosti raziskovalnih aktivnosti na področju letalstva v novih državah članicah EU in pridruženih članicah. Moja doktorska disertacija je napisana na letalsko temo ter imam licenco za pilota ULN. EAOHP je evropsko združenje strokovnjakov s področja managementa psihologije zdravja, kjer sodelujem na različnih konferencah in simpozijih. V tretje združenje sem bila povabljen na začetku tega leta. Povabilo sem z velikim veseljem sprejela. To je združenje B.S.Lab., katerega namen je spodbujanje raziskav in poučevanja na področju poslovnih in socialnih sistemov. V tem združenju sem članica znanstvenega odbora, ki vključuje člane s posebnim znanstvenim in akademskim ozadjem na strokovnem področju delovanja člana. To delo je poveza-

no z mojim poklicem, saj predstavljam znanstvena dela, ki sem jih, skupaj s sodelavci, pripravila, hkrati pa spodbujam vključitev raziskovalcev iz Slovenije v širši mednarodni raziskovalni prostor. V teh združenjih se razpravlja o različnih temah, npr. v EAAP o varnosti v letalstvu, človeških virih v letalstvu, letalski psihologiji in podobno.

Ventil: Ali vas je poklicno kdaj zanimal vzrok letalske nesreče AA na Korziki? Ima ta nesreča tudi psihološki naboj?

Maja Meško: 1. decembra 1981 je na Korziko po službeni dolžnosti, kot kopilot kapetana Ivana Kunovića, poletel moj oče Terjav Franc (let 1308 Inex-Adrije Aviopromet, op. avt.). Na ta dan je zamenjal uradno planiranega pilota, katerega imena ne poznam, in se podal na Korziko. Moj oče je bil izkušen pilot, saj se je že v zgodnjih mladih letih pričel šolati za letenje in kot uspešen član kluba nadaljeval šolanje za rezervnega vojaškega motornega pilota v Zadru, kjer je bila edina šola za usposabljanje vojaških pilotov. Šolanje je nadaljeval in pridobil

bil licence za veliko tipov športnih letal in licence za učitelja letenja, prav tako tudi licence za poslovna letala, s katerimi je kot kapetan letel veliko ur po Evropi in drugod. Za tip letala, na katerem je izgubil življenje, se je izšolal v Ameriki, ko je bil izbran po najbolje opravljenih testih na Adriji. Prav zaradi tega in ocene njegovih prvih učiteljev in letalskih kolegov, ki so rekli, da je moj oče veljal za sposobnega pilota tistih časov, me zagotovo zanima resnični vzrok letalske nesreče. Tega do sedaj še nisem izvedela. Verjamem, da me je ta del moje življenjske zgodbe deloma pripeljal do tega, da se sedaj ukvarjam s proučevanjem značilnosti pilotov. Vsaka življenjska izkušnja pusti za seboj odprta vprašanja, zato je ima ta nesreča zame nek psihološki naboj, ki pa se v sedanjem času izraža predvsem v spominih.

Ventil: Pilote bodo v bližnji prihodnosti zamenjali stroji. Čemu bo služila letalska psihologija takrat? Se bo ukvarjala predvsem s piloti dronov?

Maja Meško: Če bodo, ne samo pilote, ampak tudi ostale ljudi, za-

poslene, v prihodnosti popolnoma zamenjali stroji, nastane širši problem. S čim se bodo ukvarjali vsi ljudje in kako se bodo preživljali, če bodo stroji zmožni opravljati vsa dela namesto nas? Na to vprašanje ne znam odgovoriti. Če se vrnem na pilote, menim, da bo še vedno obstajala kopica ljudi, ki si bodo želeli leteti in bodo leteli zaradi lastnega užitka. Človek si je namreč želel leteti in piloti takšnih in drugačnih zrakoplovov bodo še nekaj časa obstajali. Poleg tega se bodo ustvarjala, razširjala nova področja za raziskovanje letalske psihologije, npr. komunikacija človeka in stroja. Zato menim, da se bodo raziskave s področja letalske psihologije še kar nekaj časa opravljale.

Ventil: Hvala za odgovore, s katerimi smo vsaj malo odgrnili zaveso pred letalsko psihologijo. V imenu uredništva VENTIL-a vam želimo uspešno raziskovalno delo in veliko zadovoljstva pri letenju z ultralahkimi letali.

Mag. Aleksander Čičerov,
univ. dipl. prav.
UL, Fakulteta za strojništvo



elaphe

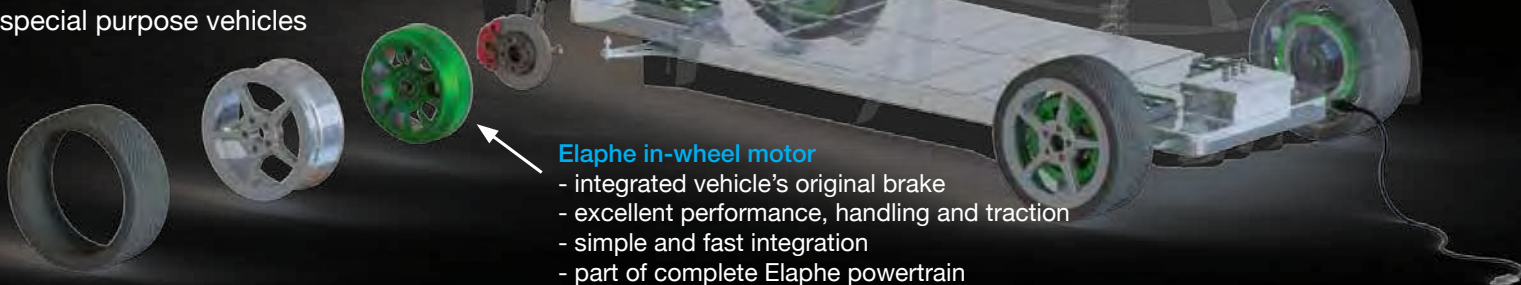
Propulsion Technologies

High performance Elaphe in-wheel motors

- high torque density - 40 Nm/kg
- low number of integral parts
- highly versatile design

Tested on

- passenger cars
- public transportation
- L7e vehicles
- special purpose vehicles



Elaphe in-wheel motor

- integrated vehicle's original brake
- excellent performance, handling and traction
- simple and fast integration
- part of complete Elaphe powertrain

TURNING THINGS AROUND

www.in-wheel.com

Uspešen zaključek konference PRACEdays 16, tokrat v sklopu konferenčnega tedna European HPC summit week v Pragi

Mateja MAFFI, Blaž RODIČ

Fakulteta za strojništvo, UL je skupaj s Fakulteto za informacijske študije v Novem mestu članica evropskega združenja za superračunalništvo PRACE (The Partnership for Advanced Computing in Europe). Poleg tega obe inštituciji sodelujeta v projektih PRACE 4th Implementation Phase – PRACE-4IP in European Extreme Data & Computing Initiative – EXDCI.

EXDCI je med **9. in 12. majem 2016 v Pragi na Češkem** organiziral dogodek **European HPC Summit Week**, katerega glavni del je bila sedaj že tradicionalna konferenca **PRACEdays16** pod okriljem združenja PRACE.



European HPC Summit week se je začel v ponedeljek, 9. maja, z dvo-dnevno delavnico **EXDCI**. V torek, 10. maja, sta sledila delavnica **EuroLab4HPC** z naslovom »Why is European HPC running on US hardware?« ter uradni začetek konference **PRACEdays16**, ki je potekala med

10. in 12. majem. Več kot 220 udeležencev se je udeležilo diskusij o znanosti in med znanostjo, industrijo in superračunalništvom (HPC) na osrednjih predavanjih in paralelnih sejah. V četrtek, 12. maja, je bil teden zaključen z delavnico **ETP4HPC** z naslovom »Extreme-Scale Demonstrators Workshop«. Podatki o vseh dogodkih so na voljo na strani <https://exdci.eu/events/european-hpc-summit-week-2016>.

Delavnica EXDCI

Delavnica EXDCI je v Pragi predstavljala nadaljevanje delavnice, ki se je odvijala konec septembra 2015 na srečanju EXDCI v Rimu. Prisotni so bili predstavniki novih centrov odličnosti za aplikacijo visoko zmogljivih računalniških tehnologij (EoCoE, BioExcel, NoMaD, MaX, ESiWACE, E-CAM, POP, in COEGSS), izbranih na razpisu »e-Infrastructures« v okviru programa Obzorje 2020 v letu 2015, ki pokrivajo področja, kot so obnovljivi viri energije, materiali za modeliranje in oblikovanje, molekularno in atomsko modeliranje, podnebne spremembe, biomolekularne raziskave in orodja za izboljšanje učinkovitosti

uporabe HPC, ter predstavniki novih FETHPC projektov in evropskih projektov Exascale. Cilj delavnice je bil pregled stanja tekočih projektov in centrov odličnosti, da bi bolje razumeli razvoj evropskega ekosistema HPC.

Delavnica EuroLab4HPC

Delavnica z naslovom »Zakaj je evropski HPC zgrajen iz ameriške strojne opreme? EuroLab4HPC: povezovanje HPC in sistemov« je bila namenjena evropski skupnosti HPC in je bila osredotočena na state-of-the-art v evropskih računalniških sistemih in arhitekturi ter njuni uporabi v HPC. Evropa je močna na področju razvoja in implementacije aplikacij HPC, vendar je v večini primerov za gradnjo HPC uporabljena strojna oprema ameriških proizvajalcev. Cilj projekta EuroLab4HPC je v Obzorju 2020 razširiti evropske dosežke s področja računalniških arhitektur in sistemov iz preteklih desetletij tudi na področje HPC, kar želijo doseči tudi s povezovanjem strokovnjakov s področja HPC in računalniških sistemov. Na delavnici so predavali strokovnjaki z Univerze

Mateja Maffi, mag. posl. ved.,
Univerza v Ljubljani, Fakulteta
za strojništvo;
Izr. prof. dr. Blaž Rodič, Fakulteta
za informacijske študije v
Novem mestu



Udeleženci konference PRACEdays16

v Manchestru, švedske univerze Chalmers University of Technology, Univerze v Edinburgu, Univerze na Kreti in Inštituta za računalništvo FORTH-ICS Grške fundacije za raziskave in tehnologijo.

Konferenca PRACEdays16

Program konference PRACEdays16 je bil sestavljen iz 8-ih osrednjih predavanj ter 18-ih paralelnih sej. Pokrivali so velik del superračunalniških tem iz znanosti in industrije. Prvi dan so osrednja predavanja podali mednarodno vplivni znanstveniki in raziskovalci, med drugimi Sharon Broude Geva, direktorica *Advanced Research Computing (ARC)* z Univerze v Michiganu, ZDA; Christoph Gümbel, direktor podjetja *Virtual Vehicle, Porsche AG* iz Nemčije in Martin Winter iz sveta *European Chemical Industry Council*. 12 znanstvenikov in 6 industrijskih raziskovalcev je imelo drugi dan priložnost predstaviti svoje delo ter ga pokomentirati z občinstvom na paralelnih srečanjih. Tretjega dne je s predavanjem konferenco zaključil Tom Wilkie z globalne publikacijske ustanove *Scientific Computing World*. Poleg

tega so udeleženci sodelovali še na prezentaciji posterjev in odprti seji foruma *PRACE User Forum*.

Delavnica ETP4HPC

Zaključna delavnica ETP4HPC (Evropska tehnološka platforma za superračunalništvo) z naslovom »*Extreme-Scale Demonstrators Workshop*« je predstavljala priložnost za vse evropske deležnike v ekosistemih HPC, tj. razvijalce in ponudnike tehnologije HPC ter systemske

integratorje eSDS, skupnosti uporabnikov, ponudnike infrastrukture in predstavnike Evropske komisije, da se pridružijo razpravi o procesu implementacije ESD (»*Extreme-Scale Demonstration*« – zelo obsežne demonstracije implementacije tehnologij). ESD so prototipne implementacije HPC, zgrajene s tehnologijami, ki izhajajo iz evropskih projektov »*exa-scale*«. Razvoj ESD je eden od ukrepov, ki jih priporoča ETP4HPC za testiranje pripravljeno Evropske vrednostne verige HPC



Udeleženci konference PRACEdays16 na predavanju

ter celotnega evropskega ekosistema HPC za proizvodnjo globalno konkurenčnih sistemov HPC, ki bi izpolnjevali potrebe končnih uporabnikov iz evropske akademske in industrijske sfere. Namen delavnice ETP4HPC je bil preveriti pripravljenost tehnologij, ki so v tem trenutku na voljo za gradnjo celovitih in tržno konkurenčnih evropskih sistemov HPC. Med udeleženci delavnice so bili predstavniki novih centrov odličnosti za aplikacijo računalniških tehnologij z veliko zmogljivostjo, FETHPC in drugih tehnoloških projektov HPC, PRACE ter delovne skupine SRA ETP4HPC.

PRACE je na konferenci podelil 4 nagrade:

- Nagrado za najboljši poster **PRACEdays16 Best Poster Award** je prejel Samet Demir s Tehniške univerze v Istanbulu za svoj poster z naslovom "Computational design of hydrogen storage materials".
- Nagrado za najboljšo predstavitev s področja industrije **PRACEdays16 Award for Best Industrial Presentation** je prejel Niels Aage z danske Tehniške univerze s svojim govorom z naslovom "Ultra large scale structural optimisation-topology optimized wing structure".
- Matthieu Chavent z oxfordske univerze je prejel nagrado za najboljšo predstavitev iz znanosti **PRACEdays16 Award for Best Scientific Presentation**. Njegovo predavanje je bilo naslovljeno "Membrane Protein Crowding: filling the gap between computations and experiments".



Prejemniki nagrad PRACEdays16. Od leve proti desni: Niels Aage, Zoe Cour-
nia, Matthieu Chavent, Samet Demir.

- Nagrado PRACE Ada Lovelace za superračunalništvo **PRACE Ada Lovelace Award for HPC** je prejela Zoe Cournia z grške Akademije iz Aten (BRFAA), Biomedical Research Foundation (povezava do uradne informacije: <http://www.prace-ri.eu/2016pracedalovelaceaward/>).

»Konferenca PRACEdays16 je bila v celoti uspešna, z več udeleženci, z več izmenjavami in z več nagradami. Jasno vidimo potrebo po oblikovanju te konference in celotnega konferenčnega tedna European HPC Summit Week v zaščitni dogodek za superračunalništvo v znanosti in industriji v Evropi,« je povedala Alison Kennedy, predsednica sveta direktorjev PRACE-a.

Predavanja vseh govornikov na konferenci PRACEdays16 so dose-

gljiva tukaj: <http://www.prace-ri.eu/pracedays16/>.

Video vsebine s konference PRACEdays16 so dosegljive tukaj: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLfDqbLv1vSjg2r9S9DY9nMPfdH5nSoFm>.

Naslednja edicija konference **PRACEdays17** bo del konferenčnega tedna **European HPC Summit Week 2017** v Barecoli v Španiji maja 2017.



Konferenco PRACEdays16 sta organizirala PRACE aisbl in IT4Innovations s sredstvi iz programa EU's Horizon 2020 Research and Innovation Programme (2014-2020) kot del GA 653838.

Kaj je PRACE

PRACE (The Partnership for Advanced Computing in Europe) je mednarodno neprofitno združenje s sedežem v Bruslju. Raziskovalna infrastruktura PRACE zagotavlja vodilne superračunalniške storitve za znanstvenike ter raziskovalce iz akademskega sveta in industrije v Evropi. Računalniške sisteme in njihove operacije, dostopne v PRACE, zagotovljajo štiri članice PRACE (BSC iz Španije, CINECA iz Italije, GCS iz Nemčije in GENCI iz Francije). Implementacijska faza PRACE-a prejema sredstva iz evropskega 7. okvirnega programa (FP7/2007-2013) z GA RI-312763 in iz EU Obzorja 2020 (2014-2020) z GA 65383. Več informacij na: www.prace-ri.eu.



D R I A

33rd Danubia Adria Symposium on Advances in Experimental Mechanics

Portorož, Slovenia, September 20-23, 2016



Venue

The 33rd Danubia Adria Symposium on Advances in Experimental Mechanics will take place in Grand Hotel Bernardin & Congress center Bernardin, Portorož from September 20th to September 23rd, 2016.

Contact

Alenka Rogelj
Phone: +386-1-6207100
e-mail: cem@fs.uni-lj.si
Visit us on the web:
www.isit.si/das2016



University of Ljubljana
Faculty of Mechanical Engineering



Scientific Committee

Country	Person
Austria	J. Eberhardsteiner (Vienna) W. Eichlseder (Leoben)
Croatia	L. Krstulović - Opara (Split) D. Semenski (Zagreb)
Czech Republic	F. Plánička (Plzen) M. Růžička (Prague)
Germany	W. Daum (Berlin) M. Stockmann (Chemnitz)
Hungary	L. Borbás (Budapest) R. Kiss (Budapest)
Italy	F. Cosmi (Trieste) M. Guagliano (Milano)
Poland	Z. Kowalewski (Warsaw) M. Szata (Wroclaw)
Romania	D.M. Constantinescu (Bucharest) S. D. Pastrama (Bucharest)
Serbia	M. Ognjanović (Belgrade) M. Zivković (Kragujevac)
Slovakia	O. Bokúvka (Zilina) P. Palček (Zilina)
Slovenia	I. Emri (Ljubljana) A. Nikonov (Ljubljana)

Honorary Members of Scientific Board (September 2015)

I. Alfrević (Zagreb), S. Jecić (Zagreb),
R. Beer (Vienna), R. Bedzinski (Wroclaw),
A. Freddi (Bologna), S. Holý (Prague),
N. Ilies-cu (Bucharest), (†) I. Pastrav (Cluj-Napoca),
K. -H. Laermann (Wuppertal), F. Thamm (Budapest)

Danubia-Adria Symposium 2016

Spoštovani!

Vabimo vas, da se udeležite **33. simpozija Danubia-Adria Symposium on Advances in Experimental Mechanics**, ki bo potekal od 20. do 23. 9. 2016 v Grand hotelu Bernardin v Portorožu.

Prijavite se lahko na: <http://isit.si/das2016/>.

Vsakoletni simpozij je posvečen predvsem najnovejšim inovacijam in znanstvenim raziskavam znotraj eksperimentalne mehanike. Vsako leto ga organizira ena izmed članic Evropskega društva za eksperimentalno mehaniko iz srednje Evrope. Glede na to, da je letos simpozij v Sloveniji, si seveda želimo, da bi imeli kar se da veliko domačih udeležencev.

Znanstveniki, raziskovalci, univerzitetni učitelji, inženirji in industrijski strokovnjaki ste vabljeni, da na simpoziju predstavite svoje delo in tako spodbudite produktivno razpravo o trenutnem stanju, razvoju in vplivu sodobne tehnologije na področju mehanike.

Organizator simpozija je
Fakulteta za strojništvo,
Center za eksperimentalno mehaniko:
Pot za Brdom 104,
1000 Ljubljana, Slovenija
Telefon: +386 1 6207 100,
faks: +386 1 6207 101
e-mail: cem@fs.uni-lj.si

Organizacijski odbor
♦ Igor Emri
♦ Anatolij Nikonov
♦ Alenka Rogelj
♦ Alexandra Aulova



Priložnost za sponzorje

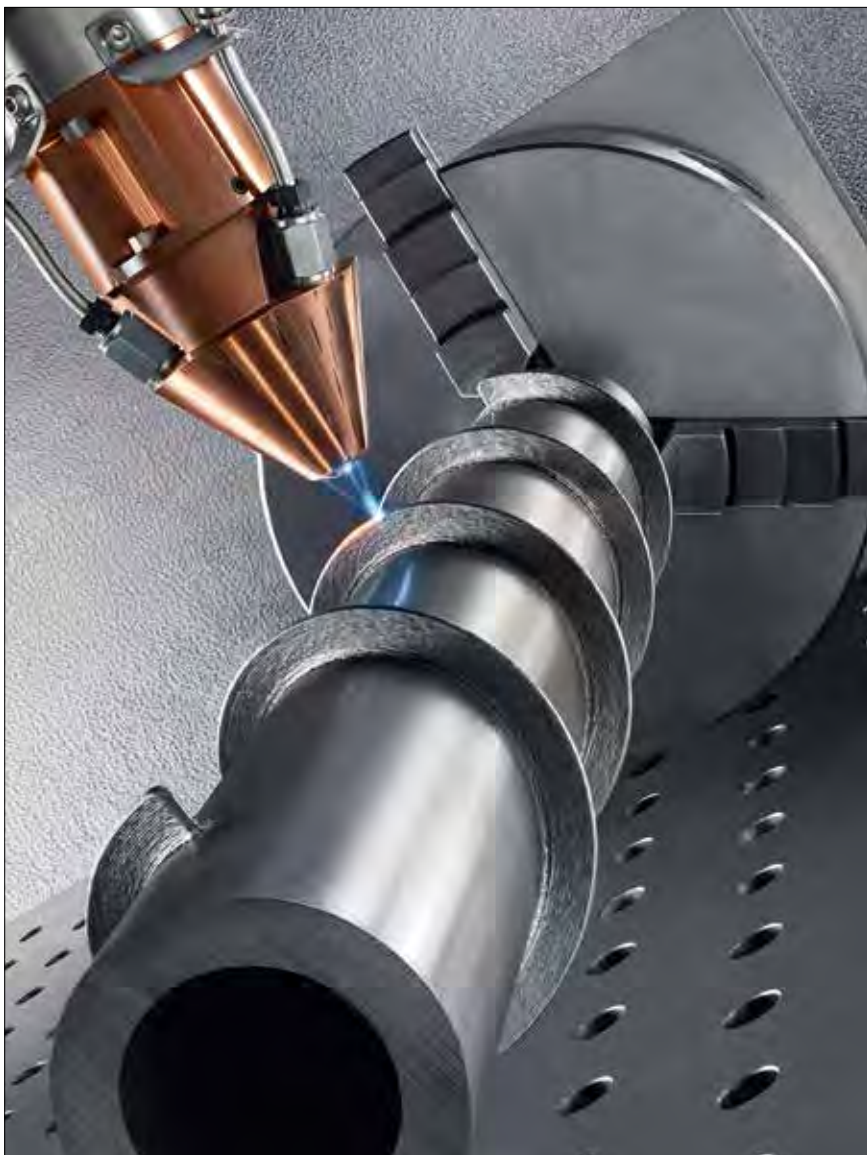
Danubia-Adria Symposium je tudi odlična priložnost, da se podjetja predstavijo različnim strokovnjakom in jih neposredno seznanijo z novostmi, produkti in izdelki. Če vaše podjetje zanimajo sponzorstvo ali donacije, se obrnite na organizatorja: cem@fs.uni-lj.si. Spletna stran simpozija vam omogoča oglaševanje.

Sejem Lasys v Stuttgartu

V dneh od 31. 05. do 02. 06. je bil v Stuttgartu tradicionalni mednarodni lasersko-obdelovalni sejem (International trade fair for laser material processing). To pomeni sejem za razstavljalce in obiskovalce, ki proizvajajo laserje in pomožno opremo za lasersko obdelavo najrazličnejših materialov ali pa laserske naprave uporabljajo za prej omenjeni namen.

Sejem je bil namenjen vsem, ki se ukvarjajo s strojništvom, avtomobilsko industrijo, električno in elektronsko dejavnostjo, obdelavo kovin in vsem, ki so zaposleni v predelovalni industriji, izdelujejo naprave in aparate, v optični industriji, proizvajajo naprave za pre-

cizno tehniko, ki so zaposleni na zdravstvenem, zobozdravstvenem področju, v industriji polprevodnikov, se ukvarjajo s plastičnimi materiali, izdelujejo orodje, gravure, modele in podobno in celo za tiste, ki se ukvarjajo z gradbeništvo ali letalstvom ali vesoljsko tehniko.



Lasersko navarjanje s zelo drobnim prahom za izdelavo abrazivsko odporne plasti

Prvi laserji so se v preteklosti uporabljali za rezanje, za tem za graviranje in kasneje še za druge namene. Zdaj pa laserje uporabljamo za rezanje, varjenje, spajkanje, graviranje, označevanje, čiščenje, poliranje, toplotno obdelavo, navarjanje, prostorsko izdelavo raznih produktov, 3D-tiskanje in podobno. Poleg naštetih tehnologij ga uporabljamo za razne hibridne tehnologije, kot je hibridno varjenje. Laser je tako rekoč nepogrešljiv na skoraj vseh področjih človekovega delovanja. Laser je večnamensko, zelo precizno in fleksibilno orodje. Uporabljamo ga za predelavo in obdelavo jekel, neželeznih kovin, umetnih snovi, stekla, lesa, keramike, kompozitov, tekstila in podobno. Laserska obdelava je pogosto končna obdelava izdelka, preden gre na trg. To je velika prednost pred klasično tehnologijo. Lasersko rezanje materialov je na primer pogosto dovolj kakovostno, da v številnih primerih in za številne materiale rezane površine ni več treba obdelovati.

Če laserski vir povežemo z modernimi in natančnimi numerično krmiljenimi stroji ali z roboti, dobimo idealne obdelovalne centre. Teh je zdaj na trgu vedno več.

Na sejmu so bile predstavljene naprave, oprema, materiali in tehnologije v povezavi z lasersko obdelavo materialov. Vseh razstavljalcev je bilo okoli 200 iz 23 držav.

Razstavljalce lahko razdelimo v štiri večje skupine. Najobsežnejša skupina so razstavljalci laserskih sistemov. Na to temo smo videli vse proizvajalce laserskih naprav, ki zdaj v svetu kaj pomenijo. Zelo veliko je novih podjetij, ki izdelujejo laserje različnih virov, moči in za različne namene uporabe. Zelo veliko je bilo razstavljenih kompleksnih laserskih sistemov za različne namene obdelave. Laserski viri so v teh sistemih vodeni z roboti ali drugimi stroji CNC. Lahko jih uporabljamo v zelo različnih, že omenjenih tehnologijah.

Drugo večje področje, ki ga je pokri-

val sejem, so materiali in procesi. V okviru tega področja smo videli razna rezanja različnih materialov, varjenje, 3D-tiskanje, hibridno varjenje in drugo. Najpogosteje je bilo prikazano rezanje lesa, plastike in jekla.

Uporabnost laserskih naprav in sistemov je zajeto v tretji skupini razstavljalcev. Tu so bile prikazane aplikacije v avtomobilski industriji in elektroindustriji, energetiki, steklarstvu, optični industriji, umetnosti, lesarstvu in še na nekaterih drugih področjih.

V zadnji, četrti skupini, so bili združeni razstavljalci, ki so predstavljali svoje storitve. Na sejmu je bilo mogoče videti zelo različne storitve, ki jih različna podjetja nudijo različnim strankam. Več podjetij je predstavljalo graviranje in označevanje različnih materialov, lasersko rezanje prav tako različnih materialov, svetovanje, izobraževanje in reševanje najrazličnejših industrijskih problemov. Nekatera podjetja so ponujala raziskave in razvoj na laserskem področju, nekatera vzdrževanje in servisiranje laserskih sistemov in spet tretja neko drugo storitev.

Pri tem je treba dodati, da smo kljub zelo velikemu številu razstavljalcev pogrešali kar nekaj dejavnosti. Zelo malo je bilo podjetij, ki bi reklamirala dodatne materiale za lasersko na-



Robotsko krmiljen laserski sistem za varjenje v zelo ozkih mestih, na sestavljenih in kompleksnih orodjih

varjanje ali nabrizgavanje ali spajkanje. Niti enega razstavljalca ni bilo z dodatnim materialom v obliki tankih žic za lasersko varjenje in navarjanje. Prav tako smo videli zelo malo laserskih sistemov za varjenje, rezanje ali oblikovanje umetnih snovi, predvsem termoplastov. Podobno velja za razrez ali graviranje neželeznih kovin, keramike in kompozitov ter drugih umetnih snovi. Poleg sejma je potekalo mednarodno posvetovanje s temami, povezanimi s sejmom. Naslov posvetovanja je bil »Laserski v akciji« (Lasers in action). V treh dneh je bilo predstavljenih 37 referatov z zelo

različno tematiko. Večino predavanj je bilo posvečenih procesom pri laserski obdelavi materialov. Nekaj predavanj je bilo posvečenih varjenju, nekaj rezanju, nekaj 3D-tiskanju in hitri izdelavi orodij itd. Druga večja skupina je bila posvečena laserskim napravam. Predavanja so se dotikala diodnih, nanosekundnih, pikosekundnih in femtosekundnih, vlakenskih in drugih laserjev. Tretja večja skupina predavanj pa je obravnavala oblikovanje laserskega žarka, njegovo krmiljenje in krmiljenja celotne laserske naprave.

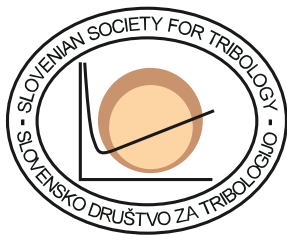
Zanimivo je, da ni bilo predavanj, posvečenih procesom in medsebojnim interakcijam med materialom in laserskim žarkom pri rezanju, nastajanju vara, 3D-izdelavi izdelkov in podobno. Prav tako ni bilo predavanj o samih dodatnih materialih, ki jih uporabljamo pri varjenju, pri hitri izdelavi orodij, navarjanju.

Zanimivo je tudi to, da iz Slovenije ni bilo niti enega razstavljalca, kljub temu, da je pri nas kar močna industrija laserskih naprav, različnih laserskih komponent, laserskih storitev in podobno. V Sloveniji imamo podjetje, ki proizvaja zelo tanke žice za lasersko navarjanje, a ga na sejmu ni bilo.



Na sejmu je bilo veliko razstavljalcev z optiko, ki so ponujali najrazličnejša stekla, leče, ogledala za krmiljenje in oblikovanje laserskega žarka. Optične komponente so na voljo z visoko odbojnimi ali antirefleksijskimi premazi.

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



SLOTRIB 2016

POSVETOVANJE O
TRIBOLOGIJU,
MAZIVIH IN
TEHNIČNI DIAGNOSTIKI

17. NOVEMBER 2016

Več informacij dostopnih na:
www.tint.fs.uni-lj.si

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: jozi.sterle@tint.fs.uni-lj.si



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



Brüsseler Allee 2
41812 Erkelenz
NEMČIJA

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

info@sunhydraulik.de

www.sunhydraulik.de

Znanstival 2016

Center za prenos tehnologij in inovacij se je z namenom promocije Instituta "Jožef Stefan" in podpore znanosti in inovativnosti predstavil na Znanstivalu 2016.

Znanstival dogodivščin je tri-dnevni dogodek, namenjen promociji znanosti in izobraževanja, ki ga je letos že osmo leto zapored organizirala Hiša eksperimentov. Potekal je med 3. in 5. junijem 2016 na različnih lokacijah po Ljubljani.



Izjemno pozitivno vzdušje na prireditvi

Znanstveni spektakel je obiskovalcem ponudil širok nabor znanstvenih dogodivščin, drznih eksperimentov in predavanj, ki so na poljuden način predstavila raziskovalne dosežke. Poleg naštetega je v času Znanstivala potekal tudi *Vrt eksperimentov*, kjer so se predstavile institucije, ki po merilih Hiše eksperimentov aktivno delujejo na področju promocije izobraževanja in znanosti.

Tam so na eni izmed stojnic uspešno "vrtnarili" tudi predstavniki IJS

iz Centra za prenos tehnologij in inovacij. Pripravili so interaktivne delavnice s kemijskimi in fizikalnimi eksperimenti, ki so privlačile tako najmlajše kot tudi odrasle. Obiskovalce so spodbudili k reševanju kviza in preizkusu naravnoslovnega znanja ter v nedeljo stojnico še dodatno opremili z elektrarno na človeški pogon. Posebej prilagojeno kolo je hitro pritegnilo pozornost mimoidočih, ki so potem v vrsti čakali, da preveri-

jo, koliko električne energije lahko proizvedejo sami. Najuspešnejši pri reševanju kviza in proizvodnji električne energije so bili za svoj trud nagrajeni.

Na stojnici se je ves čas predvajal tudi video, ki je nastal med obiski različnih šol in tako razkril, koliko zanimivega skriva Institut "Jožef Stefan" za svojimi vrati.

<http://tehnologije.ijs.si>

INTRONIKA

Mednarodni strokovni sejem za industrijsko in profesionalno elektroniko

International Trade Fair for Industrial and professional electronic

**25.-27.01.2017
Celje, Slovenija**

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

icm

PASSION FOR PERFECTION

Industrija s prestavo višje

Industrijski forum IRT ima vsako leto opraviti s številkami. Že osmi IF IRT je bil letos v znamenju za industrijo tako pomembne številke 4.0, bogate in strokovne vsebine ter več kot 50 razstavljalcev pa so na dvo-dnevni dogodek v Portorož privabili več kot 350 udeležencev.



Otvoritvena slovesnost

Slovenska industrija je več kot očitno vlečni konj oziroma stebler domačega gospodarstva, saj prispeva pomemben del k domačemu BDP in je kakovostna protiutež javnemu sektorju. O tem, kako hitro in uspešno bodo slovenska podjetja povzela delovanje po konceptu Industrija 4.0, je bilo govora na enem glavnih dogodkov prvega dne – okrogli mizi. Pametne tovarne in internet so namreč bistveno bližje, kot bi laično menili. Gre za pobude in platforme, ki uresničujejo prehod v t. i. četrto industrijsko revolucijo. Usmeritve so si glede tega precej podobne in vsebinsko enotne, njihovo pojmovanje v praksi pa zelo različno in predvsem površno. Sogovorniki Vide Petrovčič so si bili na okrogli mizi enotni – Industrija 4.0 je priložnost tudi za slovensko gospodarstvo, je pa res, da o njej ne smemo zgolj razmišljati, temveč jo moramo čim prej in čim učinkoviteje udejanjiti v praksi.

»Moramo biti inovativni, hkrati pa puščati zadeve take, kot so«, je izzi-

ve zdajšnje industrije udeležencem foruma predstavila Tanja Mohorič iz podjetja Hidria d.o.o. In čeprav podjetja sklenejo večletne pogodbe za dobavo istega izdelka, morajo ob tem ves čas razmišljati o novih tehnologijah – ga izboljševati in optimirati, sicer ne bodo pripravljena na zahteve jutrišnjega dne. Mohoričeva je poudarila, da sta še izjemno



Industrijski forum IRT – okrogla miza

pomembna interdisciplinarnost v sodobni industriji in doseganje večjih in boljših rešitev s povezovanjem različnih partnerjev.

Da je povezovanje pomembno, se je strinjala tudi Medetja Lončar, direktorica podjetja Siemens d.o.o. Lončarjeva je v okviru okrogle mize o uporabi sodobnih tehnologij za povečanje uspešnosti in konkurenčnosti podjetij glede na usmeritve Industrije 4.0 oziroma pametnih tovarn izrazila prepričanje, da ima Slovenija na tem področju izjemno priložnost, saj smo Slovenci izjemno inovativni. Po njenih besedah zelo veliko domačih malih in srednje velikih podjetij že aktivno dela na področju Industrije 4.0. »So dovolj inovativna, da bodo začela uvažati vse te elemente digitalizacije. Z večjo digitalizacijo, ko cena delovne sile ne bo več eden ključnih dejavnikov, se bodo karte premešale na novo, zato moramo biti poleg. Moramo vedeti, kaj se dogaja«, je poudarila Lončarjeva in spomnila na spremembe v kulturi – ljudje se bomo morali privaditi na vseživljenjsko učenje ter postati preprosto bolj fleksibilni, torej sposobni spremljati in se prilagajati vsem novostim.

Doc. dr. Igor Kovač z Inštituta Jožef Stefan je dodal, da velja združiti vse



Utrinek s podelitve priznanja TARAS

sile, da v evropskem prostoru pride mo do večje dodane vrednosti. Tovarne prihodnosti bodo po njegovih besedah tudi ljudi, njihov prosti čas, družinsko življenje uskladile z industrijo. Klemen Kindlhofer iz podjetja Danfoss Commercial Controls pa je opozoril, da moramo narediti domačo nalogo za Industrijo 4.0, saj bodo vse novosti, ki jih prinaša, živele in jih moramo čim prej osvojiti. Prvi dan Industrijskega foruma IRT je bil namenjen tudi različnim predstavitev sodobnih rešitev, povezanih z Industrijo 4.0. Na strokovni razstavi v Hotelu Slovenija v Portorožu pa je svoje rešitve in storitve za industrijo predstavljajo več kot 50 razstavljalcev.

Priznanje TARAS v roke javno-zasebnemu partnerstvu

Vrhunec dogodka IF IRT je seveda vsakoletna podelitev priznanja TARAS. Prestižno priznanje so letos prejeli podjetji Petrol Energetika, d. o. o. in Metal Ravne, d. o. o. ter raziskovalna skupina Centra za energetske učinkovitost Instituta Jožef Stefan. Strokovno komisijo, ki je ocenila tri prejete prijave, so prepričali z uspešnim sodelovanjem pri razvoju izkoriščanja odvečne toplote metalurških procesov za namene daljinskega ogrevanja in priprave sanitarne tople vode.

Načrtovanje in izvedba izkoriščanja odpadne toplote metalurških procesov za daljinsko ogrevanje in pripravo sanitarne tople vode na Ravnah na Koroškem ni le tehniško-tehnološki dosežek temveč predvsem ciljno usmerjeno sodelovanje gospodarstva, lokalne skupnosti, Občine Ravne na Koroškem in javnega raziskovalnega zavoda pri oblikovanju novih poslovnih modelov in dolgoročne vizije prehoda na učinkovite nizkoogljične energetske sisteme. Gre za prvi tovrstni projekt povezave jeklarske industrije in sistemov daljinskega ogrevanja v Sloveniji, ki zagotavlja prihranke energije, izboljšuje stanje okolja in prinaša dodatne koristi za družbo kot celoto. Ta trajnostni način oskrbe s toploto ima relativno velik potencial za razvoj tudi v drugih panogah ter na področju sistemov daljinskega hlajenja. Opisano sodelovanje poleg izpolnjevanja osnovnih meril izbora priznanja TARAS, ki nagraduje sodelovanje gospodarstva in znanstvenoraziskovalnega okolja na področju inoviranja, razvoja in tehnologij, odlikujejo tudi daljnovidnost, drznost ter odločen korak v smer trajnostnega razvoja in krožne ekonomije, je v obrazložitvi zapisala strokovna komisija.

Sodobne energetske rešitve so integracija različnih procesov in najbolj

učinkovite rešitve so pogosto tudi zelo preproste, je v pogovoru po prejemu priznanja TARAS med drugim dejal mag. Stane Merše, vodja Centra za energetske učinkovitost Instituta Jožef Stefan. Pomembno je pri tem po njegovih besedah sodelovanje, s čimer so se strinjali tudi predstavniki podjetij Petrol Energetika, d. o. o. in Metal Ravne, d. o. o. Sodelovanje in povezovanje različnih interesov, da najdejo najboljšo rešitev za končnega odjemalca, je vodilo Petrola Energetika. Za uspešnost projekta pa je potrebno tudi zaupanje vseh partnerjev.

Priznanje TARAS, ki sta ga Industrijski forum IRT in revija IRT3000 podelila ob zaključku prvega dne 8. industrijskega foruma IRT, je po prepričanju prejemnikov še en dokaz, da so se odločili za »pravo smer«. Center za energetske učinkovitost Instituta Jožef Stefan je po besedah Staneta Meršeta razvil orodje, ki ga bodo z veseljem ponudili tudi drugim v Sloveniji in Evropi. Priznanje TARAS pa je dodatna spodbuda, da nadaljujejo s tem razvojem. »Odpadna toplota je energija, ki prav čaka, da jo izkoristimo naprej.«

Večina, in sicer 47 strokovnih prispevkov vabljenih in prijavljenih avtorjev, je bilo v obliki predavanj



Obiskovalci so si z zanimanjem ogledali tudi razstavne prostore



različnejšimi vsebinami so udeleženci lahko spoznali domače in tuje novosti na področjih robotizacije in avtomatizacije, napredek v svetu izdelovalnih in obdelovalnih tehnologij, sodobnih meritev in kakovosti, razvoja izdelkov z naprednimi orodji itd.

Podrobnejši utrip z letošnjega Industrijskega foruma IRT si lahko v sliki in videoposnetkih ogledate na uradni spletni strani dogodka (www.forum-irt.si).

in predstavitev na urniku drugi dan Industrijskega foruma IRT. Med naj-

Miran Varga, IRT3000



VODNAR

ZALIVA DAMESTO VAS



TRDA CEV

CENA:
65 EUR
z DDV-jem

Uporaba:

- V ČASU VAŠIH DOPUSTOV
- ZA BALKONSKE RASTLINE
- NA VIKENDU

DELOVANJE:

- VEČ REŽIMOV ZALIVANJA:
- DNEVNI 2X NA DAN,
- TEDENSKI (1x, 2x ali 3x NA TEDEN)
- SAMOSTOJNA ENOTA, KI NE POTREBUJE VODOVODNEGA ALI ELEKTRIČNEGA PRIKLJUČKA
- SESTAVI IN DELUJE KOMPLET: VSEBUJE 3M CEVI, VSE PRIKLJUČKA ZA CEV, NAPAJALNIK IN VODNARJA.



MEHKA CEV

INFORMACIJE: 01 549 14 00 [WWW.SVET-EL.SI/VODNAR](http://www.svet-el.si/vodnar)

PPTcommerce d.o.o.

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

HIDRAVLIKA IN PROCESNA TEHNIKA

PRODAJA • PROJEKTIRANJE • SERVIS

www.ppt-commerce.si



EMERSON[™]
Process Management



BETTIS[™]

Dantorque[™]



Shafer[®]



Miro Cerar na obisku v Tehnološkem parku Ljubljana

Premier **Miro Cerar** je v okviru prvega dne obiska v Osrednjeslovenski statistični regiji obiskal tudi Tehnološki park Ljubljana, kjer sta ga sprejela direktor Tehnološkega parka Ljubljana d.o.o. (TPLJ), mag. Iztok Lesjak, in direktorica Regionalne razvojne agencije Ljubljanske urbane regije (RRA LUR), mag. Lilijana Madjar. Predsedniku vlade so se najprej predstavila uspešna podjetja, tako visokoinovativni, že uveljavljeni člani TPLJ kot mladi startupi, ki si pot v svet podjetništva šele utirajo, pa tudi socialna in invalidska podjetja.

Tako so se vladni delegaciji na kratko predstavili:

- **Nizkocenovci.si** – spletna platforma z univerzalnim poslovnim modelom, ki uporabnikom nudi najcenejše letalske povezave tako, da bližnje nizkocenovne lete poveže z uporabo vlakov ali avtobusov. Ob tem pazi, da je pot čim krajša.
- Podjetje **Prospeh**, ki je razvilo OriginTrail, sistem sledljivosti mlečnih in mesnih proizvodov – ta proizvajalcem omogoča učinkovito diferenciacijo na podlagi izvora njihovih izdelkov in zagotavlja sledljivost informacij o poreklu in poteku transporta, vnosa glavnih sestavin v produktu. V petek bo v TPLJ tudi uradna predstavitev njihove platforme Foodko za trženje lokalne hrane.
- Podjetje **Modri planet**, ki je za potrebe geodetskih podjetij razvilo celosten sistem za zajema-

nje prostorskih podatkov z brez-pilotnim letalnikom (dronom) iz zraka in njihovo obdelavo ter pretvorbo v natančne 3D modele, ki zagotavljajo preglednost in učinkovito analizo območij (poplave, škodljivci, itn.).

- **Xlab** – eno najuspešnejših slovenskih podjetij v tujini s 44-odstotnim deležem na Japonskem, ki velja za enega vodilnih ponudnikov na področju programskih orodij za tehnično podporo na daljavo in dostop do oddaljenih računalnikov.
- Podjetje **Balder**, specializirano za razvoj in proizvodnjo optoelektronskih elementov na podlagi tehnologije tekočih kristalov, kot so aktivni optični filtri in fazni modulatorji.
- **Elaphe pogonske tehnologije d.o.o.** deluje na področju inovacij in razvoja elektromotorjev za direktni pogon električnih vozil, z edino in največjo investicijo Ki-

tajske v Slovenijo (10 milijonov evrov).

- **Cosylab** – podjetje za razvoj kontrolnih sistemov za pospeševalnike po vsem svetu. Eden od njihovih največjih kupcev je NASA.
- **Gotoky**, ki je razvil napravo za komuniciranje brez potrebe po mobilnem omrežju, ki zagotavlja varnost s posredovanjem koordinat GPS (npr. komunikaciji na oddaljenih delovnih okoljih: gasilci, vojaki, delavci v gozdovih, policisti, alpinisti itd.).
- **GoOpti** – mednarodno podjetje, ki se ukvarja s cestnim prevozom potnikov. Število rednih relacij nenehno raste.
- **Microgramm**, ukvarja se z razvojem informacijskih sistemov za podjetja, ki delujejo na več lokacijah, pri čemer že nekaj let celotni razvoj temelji na tehnologijah odprte kode. S svojimi sistemi pokrivajo Slovenijo, Hrvaško, Srbijo in Avstrijo (npr. davčne blagajne).

Cilj Tehnološkega parka Ljubljana je preprečiti 'beg možganov' v tujino

Tehnološki park Ljubljana d.o.o. (TPLJ) je mednarodno prepoznavno podporno okolje in poslovno središče z več kot 300 globalno konkurenčnimi visoko tehnološkimi podjetji. Prav tako je kreator podpornega okolja v JV Evropi in s svojo široko bazo podjetij zagotavlja prenos raziskovalnih izsledkov in inovativnih poslovnih zamisli na globalni trg. OECD in Evropska komisija ter IASP navajajo TPLJ kot primer dobre prakse.

Tehnološki parki po svetu predstavljajo podporno okolje, ki je strateško pomembno tako za regionalni, nacionalni kot mednarodni preboj domačega, visoko tehnološkega podjetništva. Vloga TPLJ v Sloveniji ni tako definirana, saj nima na državni ravni zagotovljenega strateškega položaja. V nasprotju s po-



Miro Cerar in direktor TPLJ, Iztok Lesjak

dobnimi institucijami po svetu je TPLJ edinstven primer, ki samostojno zagotavlja sredstva za izvajanje aktivnosti in s tem posledično pokrivanje javnega interesa, je v pogovoru s premierjem Miro Cerarjem poudaril direktor TPLJ Iztok Lesjak in dodal, da bi bilo zato nujno urediti položaj TPLJ kot institucije, pomembne za razvoj podjetništva v Sloveniji.

TPLJ zagotavlja tudi verige vrednosti ne samo v Sloveniji, ampak tudi v osrednji in JV Evropi, predvsem pa ustvarja prenos slovenskih znanj in tehnologij na globalne trge (Iran, Kitajska, Indija). S tem si prizadeva oblikovati tako okolje, da talenti iz Slovenije ne bi odhajali v tujino, ampak bi se baza raziskav in razvoja ohranila v slovenskih podjetjih, prodajni kanali



Miro Cerar in start-up leta 2016, Nizkocenovci.si

pa bi slovenskim podjetjem omogočili nastop na velikih tujih trgih. Tako TPLJ prispeva k ohranjanju

visoko izobraženega kadra v Sloveniji, hkrati pa si želi z razvojem podjetniškega okolja privabiti tudi tuji podjetniški potencial v našo državo, je dodala pomočnica direktorja TPLJ, mag. Marjana Majerič.

Premier Miro Cerar je pohvalil usmeritve in prizadevanja TPLJ ter dodal, da bi položaj institucije, ki skrbi za razvoj podjetništva v državi ter poskuša mladim ustvariti možnosti, da lahko ostanejo doma, hkrati pa razvijajo svoje kreativne in poslovne sposobnosti, moral biti sistemsko urejen, s čimer bi bili zagotovljeni pogoji za uspešen razvoj poslovnega modela in posledično vidni rezultati v družbi.



Miro Cerar in podjetje Elaphe, prejemnik največje kitajske investicije v Sloveniji

Anja Ilc, Tehnološki park Ljubljana
Foto: Anja Ilc



TEHNOLOŠKI PARK LJUBLJANA
01

t: 01 620 34 03
f: 01 620 34 09
e: info@tp-lj.si
www.tp-lj.si

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

Obeležitev 25 let meroslovja v samostojni Sloveniji in svetovnega dneva meroslovja 2016

»Meroslovje v dinamičnem svetu«

Urad Republike Slovenije za meroslovje že tradicionalno vsako leto ob svetovnem dnevu meroslovja organizira Dan meroslovja, ko se spomnimo na podpis Metrske konvencije, meddržavne pogodbe, ki so jo predstavniki 17 držav podpisali 20. maja 1875 v Parizu. V ponedeljek, 16. 5. 2016, je imel ta dan še poseben simbolni pomen, saj smo zaznamovali tudi 25 let meroslovja v samostojni Sloveniji. Zato so se letošnjega Dneva meroslovja 2016 udeležili tudi nekateri direktorji iz preteklih let, ki so v premerjenih 25 letih samostojne Slovenije odigrali pomembno vlogo ter s svojim delom znatno prispevali k razvoju meroslovja v Sloveniji.

Tudi zaradi teh aktivnosti je direktor direktorata za notranji trg na Ministrstvu za gospodarski razvoj in tehnologijo, mag. Dušan Pšeničnik, lahko povedal naslednje: »Na ministrstvu smo ponosni, da nam je letos

temelji vsa tehnična harmonizacija, mednarodna trgovina in druge oblike mednarodnega sodelovanja.«

Dan meroslovja je letos Urad RS za meroslovje organiziral skupaj z Go-



Dan meroslovja 2016 na GZS v Ljubljani, 16. 5. 2016

skupaj z Uradom RS za meroslovje, na 15. redni seji Državnega zbora RS, uspelo sprejeti Zakon o ratifikaciji Metrske konvencije. S tem se Republiki Sloveniji odpira pot, da se polnopravno vključi v Metrsko konvencijo. Vanjo je sedaj vključenih že 57 držav, 40 držav pa ima status pridružene članice, tako kot je to imela do sedaj tudi Slovenija. Metrska konvencija je namreč še danes ena ključnih mednarodnih pogodb, na kateri

spodarsko zbornico Slovenije, kar ni naključje, ampak odločitev oziroma vizija meroslovja, ki je tisti del znanosti, ki povezuje znanost ter gospodarstvo in naše vsakdanje življenje.

Izvršni direktor GZS g. Goran Novković je zato v svojem uvodnem pozdravnem govoru poudaril: »Takšna strokovna srečanja, kot je današnje, ponujajo priložnosti za iz-

menjavo dobrih praks in ustvarjanje ter utrjevanje poslovnih vezi med znanstvenoraziskovalnimi inštitucijami ter gospodarstvom, kateremu morajo kot uporabniku tovrstna znanja služiti. S tega vidika na GZS tovrstna druženja podpiramo in si jih želimo v bodoče še več. Zavedamo pa se tudi odgovornosti, da vam je potrebno skupaj z državo zagotoviti čim boljše okolje za uspešno in konkurenčno gospodarsko sodelovanje, kjer pomembno vlogo igra tudi meroslovje in z njim naša nacionalna institucija Urad RS za meroslovje.«

Svoje razmišljanje oziroma pozdravni govor je izvršni direktor GZS g. Novković zaključil s stavki, ki so marsikateremu udeležencu Dneva meroslovja razsvetlile pravi pomen meroslovja za gospodarstvo in njegov uspeh: »...velikokrat pozabljam, kakšno moč imajo točne in kakovostne meritve na naše življenje. Žal se tega zavedamo, ko pride do nesreč, tudi v gospodarstvu, zato naj citiram svojega kolega – predsednika neke ugledne slovenske gospodarske družbe, ki je rekel sledeče: »Nobene investicije in denarja, ki se ga vloži v kakovost, pa naj bo to na področju merjenj, poslovne odličnosti ali usposabljanja zaposlenih, ni škoda, škoda je le kvalitete ter izpada proizvodnje ali reklamacij, ki iz tega naslova izhajajo.«

Pomena meritev in urejenosti na področju merskih enot za razvoj trgovine in gospodarstva se je zavedala že cesarica Marija Terezija, ki je v času svojega vladanja v avstroogrski monarhiji vpeljala za tiste čase vzoren red na področju meroslovja. Zahvaljujoč temu je imela Slovenija na svojem ozemlju že v 18. stoletju urejen meroslovni sistem.

Prvih začetkov meroslovja na slovenskih tleh, ki imajo že dolgo in

pestro tradicijo, se je v svojem pregledu razvoja meroslovja vse od leta 1991 pa do zdaj spomnil tudi direktor Urada RS za meroslovje dr. Samo Kopač, ki je svoj slikoviti sprehod skozi 25 let meroslovja v samostojni Sloveniji zaključil s sklepno mislijo, da smo lahko ponosni, ker smo kot država majhni, a se po svojem strokovnem znanju, meroslovnem razvoju in rezultatih, ki jih naši meroslovni laboratoriji dosegajo, postavljamo ne samo ob bok, ampak v sam vrh evropskega meroslovja. V tej luči želimo v Sloveniji tudi z novo začrtano strategijo meroslovja dvigniti ter odpreti meroslovno kulturo tako, da bo v največji meri služila uporabnikom meroslovnih storitev.



Direktor Urada RS za meroslovje dr. Samo Kopač se je v prvem delu dogodka sprehodil skozi 25 let meroslovja v samostojni Sloveniji in hkrati tudi nakazal vizijo razvoja meroslovja za naslednjih 25 let

"Štejte, kar se da šteti,
merite, kar se da meriti, in
kar se ne da meriti,
 naredite merljivo"

(Galileo Galilei)

Dan meroslovja se je nadaljeval s strokovno bogatim programom treh vsebinskih panelov: Hrana, Tehnološke meritve in Energija, kjer so tako nacionalni laboratoriji kot tudi predstavniki organizacij, ki overjajo merila, združili svoja področja zna-

nja in delovanja ter jih predstavili skozi objektiv povezovanja ter mreženja z gospodarstvom in uporabniki njihovih storitev.«

*mag. Dominika Rozoničnik
Urada RS za meroslovje*

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

Kratka predstavitev uspešnega 12. nanotehnološkega dne, ki se ga je udeležilo več kot 250 udeležencev

Nanotehnološki dnevi so največji dogodki na področju nanotehnologije in sorodnih ved pri nas. Dogodkov se drži slogan: »**srečanja s prihodnostjo**«. Na dogodku vrhunski strokovnjaki z inštitutov, fakultet in univerz predstavijo nove tehnologije, ki so vedno bolj usmerjene tudi v aplikativnost teh tehnologij, tako v industriji, gospodarstvu, medicini, energetiki, vojaških, vesoljskih kot na drugih področjih. Nanotehnološki dnevi so hkrati tudi učinkovita srečanja gospodarstva in znanosti.

Odličen uvodni nagovor na nanotehnološkem dnevu sta imela ministrica **prof. dr. Maja Makovec Brenčič** in direktor Instituta Jožef Stefan, **prof. dr. Jadran Lenarčič**.

kot rehabilitacije po poškodbah in boleznih in kaj prinašajo magnetni nanomateriali in karakterizacija magnetnih tekočin za različne medicinske aplikacije.



Uvodni nagovor ministrice prof. dr. Maje Makovec Brenčič (foto: Gero Angleitner)

Na 12. nanotehnološkem dnevu je bilo govora o povezanosti nanotehnologije z bioniko in o razvoju bionskih rok naslednje generacije, kar pomeni, da so nove bionske roke bistveno zanesljivejše, uporabnejše in izdelane iz novih, človeškemu organizmu in okolju bolj prijaznih materialov. Na nanotehnološkem dnevu je bil opisan primer pacienta, ki so mu odstranili biološko roko in jo nadomestili z bionsko. Ta je z bionsko roko lahko kasneje delal celo v gradbeništvu. Predstavljeni so bili še izzivi na področju komunikacije možgani – stroj, kakšen je nanotehnološki stik bioloških in tehnoloških sistemov, kaj prinaša razvoj vsadkov, tako v smeri diagnostike



Utrip 12. nanotehnološkega dne (foto: Janez Škrlec)

Nanotehnološki dan je ponudil odgovore na vprašanja, kakšna je vloga sintezne biologije zdaj in kakšna bo v prihodnje in kaj pomeni za človeštvo in še zlasti medicino in posredno zdravje. Razpravljalo se je tudi o tem, kakšen je razvoj nanostruktur po želji, kako lahko zglede iz narave prenesemo v tehnologijo, kakšni so inženirski principi za sintezno biologijo in drugo. Na nanotehnološkem dnevu se je izhajalo iz predpostavke, da bo prav sintezna biologija prinesla novo tehnološko revolucijo in v okviru tega so bile poudarjene usmeritve v zdravje (zdravljenje ter diagnostika), nove materiale in bionanomaterialne, procesiranje informacij, biosenzoriko in celične tovarne, nova zdravila in nove terapevtske pristope. Predstavljeni so bili tudi slovenski dosežki na tem področju.

Zaradi vse večjih zahtev sodobne industrije, še zlasti avtomobilske, se iščejo nove poti uporabe nanotehnologije, tako v materialih kot procesih obdelave materialov. Eno od pomembnih področji je razvoj in izdelava nanostrukturiranih trdih zaščitnih prevlek za obdelovalna orodja v industriji. Vse bolj si prizadevamo zagotoviti boljše lastnosti,



Utrip nanotehnološkega dne (foto: Janez Škrlec)

večjo vzdržljivost, boljšo prilagodljivost in cenovno dostopnost. Razvoj nanotehnologije se širi na številna pomembna področja. Eno od njih je področje energetike in konkretno shranjevanje toplote. Na nanotehnološkem dnevu je bil predstavljen princip shranjevanja toplote v nanoporoznih materialih, načinih za optimizacijo materialov za izboljšanje gostote shranjevanja in zmogljivosti hranilnikov. Kemijski inštitut v Ljubljani je edini pri nas,

ki razvija materiale za shranjevanje toplote v nanoporoznih materialih za koncept sezonskega shranjevanja toplote.

Strokovne teme, dosežke in razvojne trende na omenjenih področjih so predstavili: prof. dr. Aleš Holobar s FERI – Univerze v Mariboru, doc. dr. Miran Čekada z Instituta Jožef Stefan, prof. dr. Nataša Zabukovec Logar s Kemijskega inštituta v Ljubljani, doc. dr. Miloš Bekovič s FERI

– Univerze v Mariboru in prof. dr. Roman Jerala s Kemijskega inštituta v Ljubljani.

Nanotehnološki dan sta podprla Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport ter Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo, Kemijski inštitut v Ljubljani, Institut Jožef Stefan, Center odličnosti Nanocenter, Center odličnosti NAMASTE, Univerza v Mariboru, FE – Univerza v Ljubljani, Univerza v Novi Gorici, Nacionalni inštitut za biologijo v Ljubljani, Visoka šola za bioniko na Ptuju, Slovensko inovacijsko stičišče in številna ugledna podjetja: Pipistrel, Skylabs, Cosylab, EUREL, ROTO, EKOSSEN, VRC, Dobre rešitve d.o.o in drugi.

Organizator dogodka je bil Janez Škrlec (RRD), član Sveta za znanost in tehnologijo RS.

Čas in lokacija dogodka: petek, 6. maj 2016, Gospodarsko razstavišče v Ljubljani

Medijski partnerji so bili: IRT 3000, KVADRATI, Finance, Ventil, Računalniške novice in drugi.

Janez Škrlec, inž. meh., član Sveta za znanost in tehnologijo RS



Urad Republike Slovenije za meroslovje sodeloval v evropskem projektu nadzora nad števci električne energije in merilniki toplotne energije

Evropski projekt MarketSurv MID s proračunom 500 000 evrov so 70 % financirale Evropska komisija in 30 % države udeleženke. V prvem tovrstnem evropskem projektu je sodelovalo 43 strokovnjakov iz 12 evropskih držav. 40 različnim tipom merilnih instrumentov iz cele Evrope je bila preverjena skladnost z evropsko zakonodajo.

Merilni instrumenti so bistveni element v našem vsakdanjem življenju in njihovo napačno merjenje lahko pomembno vpliva na naše finance, zdravje in varnost. Čeprav se navadno niti ne zavedamo, se uporabljajo merilniki pri vsakdanjih opravilih, kot so kuhanje ali pranje, ko porabljamo električno energijo, plin ali vodo, pri tehtanju izdelkov, ki jih kupimo v trgovinah, pri zdravniku, ko nam določi količino zdravil ali izmeri krvni tlak, pri vožnji z avtomobili ali drugimi motornimi vozili, ko natočimo go-

rivo in ko nas ustavi policist zaradi prehitre vožnje.

Tisti merilniki, ki zelo vplivajo na naše življenje, morajo izpolnjevati stroge predpisane zahteve, nekateri med njimi pa so tako pomembni, da mora biti njihovo delovanje obvezno in enako na celotnem področju Evropske unije. Cilj zakonodaje je zagotoviti, da merilni instrumenti delujejo zanesljivo, so točni, imuni na vplive okolja in zaščiteni pred posegi z namenom goljufive uporabe. Taki vrsti merilnih instrumentov sta tudi števci električne energije in merilniki toplotne energije.

Po ocenah Evropske Komisije se v EU na leto proda okrog 14 milijonov števcov električne energije. Ti števci zasedajo prvo mesto po statistiki prodanih merilnih instrumentov na letni ravni, saj predstavljajo okoli 19-odstotni delež vseh novih merilnih instrumentov na trgu EU. Številka bo zagotovo v prihodnje še višja glede na to, da si EU zelo

prizadeva za spodbujanje pametnega merjenja na področju množičnih merilnikov (števci el. energije, merilniki toplotne energije, plinomeri, vodomeri), kar ima za posledico množično zamenjavo elektromehanskih števcov z novimi elektronskimi, t. i. pametnimi števci.

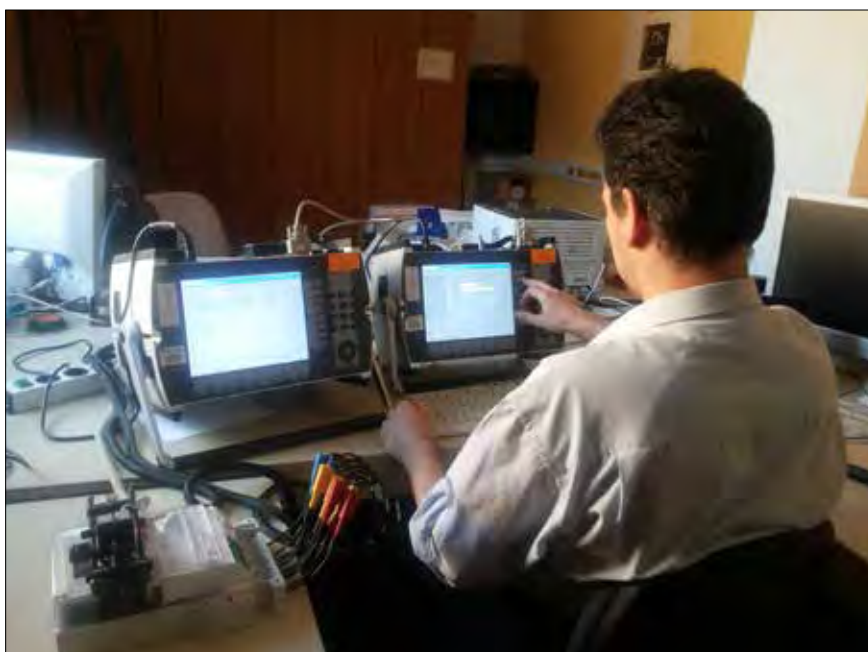
Podobno, čeprav v manjšem obsegu, se dogaja z merilniki toplotne energije. Letno je v EU prodanih 800.000 merilnikov, kar predstavlja okoli 9-odstotni delež letnega trga merilnih instrumentov. Uporabo števcov toplotne energije močno spodbuja Evropska Komisija, ker so ključni dejavnik za izboljšanje energetske učinkovitosti v gospodinjstvih.

Te vrste merilnikov navadno proizvedejo in pregledajo velika podjetja, zato so ta pod strogim nadzorom pristojnih organov. Verjetnost, da je števec, ki je v prometu, neskladen z evropsko zakonodajo, je zato zelo majhna. Neustrezni števci bi zelo vplivali na točen obračun, ki je bistven za potrošnika, in zaupanje v nadzorni sistem. Zavedajoč se teh posledic so nadzorni organi dvanajstih evropskih držav, prikazanih v spodnji preglednici, združili moči in sredstva ter izvedli čezmejni evropski projekt preskušanja tovrstnih merilnikov, da bi preverili izpolnjevanje evropsko veljavnih zahtev in točnost omenjenih merilnikov.

Projekt je potekal med septembrom 2014 in aprilom 2016. V njem je sodelovalo 43 strokovnjakov iz vse Evrope.

Osnovni cilji projekta so bili naslednji:

- Preveriti, ali so bili merilni instrumenti dani na trg EU v skladu z določbami evropske zakonodaje.



Preskus števcov

Ime nacionalne meroslovne organizacije	Država
Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen	Austria
Česká obchodní inspekce (ČOI)	Czech Republic
Sikkerhedsstyrelsen	Denmark
TUKES	Finland
Landesbetrieb Mess- und Eichwesen NRW	Germany
Patērētājūtiesībaizsardzībascentrs Latvijas Republikas	Latvia
Ministerie von Economische Zaken, Agentshap Telecom, Verispectbv	Netherlands
Urad Republike Slovenije za meroslovje	Slovenija
Consejería de Economía y Hacienda de la Comunidad de Madrid	Spain
Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll (SWEDAC)	Sweden
Eidgenössisches Institut für Metrologie	Switzerland
National Measurement and Regulation Office	United Kingdom

- Izboljšati učinkovitost in uspešnost sistema za nadzor trga merilnih instrumentov v Evropi.
- Izboljšati koordinacijo nadzora nad merilnimi instrumenti v Evropi za spodbujanje enakovredne, učinkovite in zadostne stopnje meroslovnega nadzora po vsej Evropi in tako doseči enake konkurenčne razmere za gospodarske subjekte in enakovarstvo potrošnikov po vsej EU.
- Okrepiti zaupanje državljanov EU v nacionalne in evropske sisteme za nadzor trga.
- Spodbujati in organizirati izmenjavo informacij in napotkov o nadzoru trga merilnih instrumentov v EU.
- Pokazati proizvajalcem, uvoznikom in različnim interesnim skupinam, vključenim v energetski sektor, da države članice sodelujejo in izvajajo usklajenih akcije in ukrepe za nadzor trga na tem področju.
- Spodbujati uporabo ocene tveganja pri pripravi in izvajanju programov za nadzor trga v državah članicah.
- Povečati skladnost razlage in uporabe normativnih dokumentov v EU in predlagati ukrepe za pospešitev njihove izvedbe.

- Identificirati tehnične ali pravne težave, ki lahko nastanejo pri izvajanju projekta nadzora trga v zvezi z merilnimi instrumenti in predlagati rešitve za te težave.

Proračun projekta je znašal 500 000 EUR, od tega je EK prispevala 70 % (približno 350 000 EUR).

V okviru projekta je bilo preizkušeno 40 različnih tipov števecv električne energije in merilnikov toplotne energije šestindvajsetih različnih proizvajalcev. Končni rezultati so bili predstavljeni vsem evropskim organom za nadzor trga na njihovem letnem srečanju, ki je potekalo v začetku aprila v Stockholmu.

Vsi števci električne energije so uspešno prestali preizkuse, pri nekaterih pa so bile ugotovljene formalne neskladnosti, ki so jih nato proizvajalci odpravili.

Pri merilnikih toplotne energije so bile opažene večje neskladnosti, saj so bili v nekaterih primerih organi za nadzor trga prisiljeni uvesti določene ukrepe, da bi jih odpravili. Za dva tipa merilnikov toplotne energije izmed osemnajstih preizkušanih tipov so bili izrečeni tudi najstrožji ukrepi, umik vseh

merilnikov teh dveh tipov iz prometa. Zaradi takšnih rezultatov so se organi za nadzor trga odločili, da pozorno spremljajo tovrstne merilnike in jih v bližnji prihodnosti ponovno preizkusijo.

V Sloveniji smo pregledali in preizkusili 6 merilnikov toplotne energije dveh različnih tipov in proizvajalcev in 6 števecv električne energije dveh različnih tipov istega proizvajalca. Vsi merilniki so bili funkcionalno ustrezni in so prestali vse preizkuse točnosti. Bile pa so ugotovljene nekatere formalne neskladnosti (npr. neustrezna dosegljivost programske opreme), ki so jih proizvajalci že odpravili.

Projekt je odprl nove možnosti za sodelovanje Slovenije, prav tako tudi Urada RS za meroslovje, z drugimi evropskimi organi za nadzor trga. Rezultati projekta in končni zaključki kažejo na njegovo izredno uspešnost in polagajo še dodatni kamen k dvigu meroslovne kulture v Sloveniji in širše v Evropi.

*Dušanka Škrbić,
vodja sektorja za meroslovni
nadzor na Uradu RS za meroslovje*

2. srečanje znanosti in gospodarstva

Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo je v torek, 24. 5. 2016, na pobudo g. Janeza Škrleca organiziralo 2. srečanje znanosti in gospodarstva. Minister Počivalšek je v uvodnem nagovoru poudaril, da je uspešno sodelovanje raziskovalnih institucij in podjetij eden od pomembnih generatorjev gospodarske rasti. Tako na strani znanosti kot na strani gospodarstva je treba vzpostavljati dobre razmere za sodelovanje.

Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo bo to sodelovanje spodbujalo preko različnih ukrepov, katerih cilji so usmerjeni v povečanje deleža inovacijsko aktivnih podjetij, pospeševanje prenosa znanja v gospodarstvo in pospeševanje komercializacije raziskav na trgu. Minister Počivalšek je predstavnike znanosti in gospodarstva spodbudil k razpravi o načrtovanih ukrepih iz naslova kohezijske politike ter o davčni politiki, ki bi bolj stimulirala razvoj.

G. Janez Škrlec, pobudnik srečanja, je poudaril, da podobna srečanja znanosti in gospodarstva organizira že od leta 2007. To je že njegov 85. dogodek.

Udeležence je pozdravil tudi G. Urban Krajcar, GD za znanost na MIZŠ, ki meni, da bi bilo dobro, da ta srečanja postanejo stalnica, na kateri se lahko gradi uspešne skupne zgodbe znanosti in gospodarstva.

G. Branko Meh, predsednik OZS, se je zahvalil g. Škrlecu za 10-letno vodenje Odbora za znanost in tehnologijo pri OZS ter zaželel uspešno delo g. Lotriču, ki je v letošnjem letu prevzel vodenje odbora. Glede davčne politike meni, da so obrtniki preveč obremenjeni. Nasprotujejo mini davčni reformi, kot jo predlaga MF, saj obrtniki od nje nimajo koristi, le izgubo zaradi dviga davka na dobiček za 2 odstotni točki.

G. Lenarčič, direktor IJS, je poudaril, da je raziskovalna sfera podkapitalizirana, da so raziskovalci slabo plačani. Gospodarstvo teži k profitu, raziskovalci k dosežku. Med njimi je dolina smrti. Vse razvite države posvečajo premostitvi te doline izjemno veliko pozornost. Prizadevati si je treba, da tudi Slovenija vsaj na nekaterih področjih postane vodilna država, ne le sledilka. Opozoril je na pomanjkanje sredstev za projekte od leta 2015. Financiranje ni sistematično urejeno. Potreben je sistem in odprtost razpisov. Dober instrument je bil raziskovalni vavčer. Manjka tehnološka agencija, ki bi skrbelo za premoščanje vrzeli med znanostjo in gospodarstvom.

jajo v sosednjo Avstrijo. Meni, da je treba vložiti več za boljše rezultate. Strokovnjake nad 65 let, ki so pripravljene ostati v podjetju, bi oprostil dajatev.

Dr. Stanovnik, IER, meni, da bi bilo treba podpreti mlade raziskovalce v gospodarstvu. V Sloveniji je razmerje med raziskovalci v gospodarstvu in raziskovalci v institucijah znanja 55 % proti 45 %. V tujini je to razmerje boljše v korist gospodarstva. 2 % vlaganje gospodarstva v raziskave in razvoj prispeva k 24 mrd izvoza. Večina izvoza se tudi npr. v Nemčiji ustvari v tehnološko srednje zahtevnih panogah.



Udeleženci srečanja med pogovorom

Ga. Tamara Lah, predsednica SZT, je osvetlila delo Sveta za znanost in tehnologijo, ki je svetovalno telo Vladi in deluje že 15 let. Ko je obstajalo ministrstvo za znanost in tehnologijo, so bile boljše povezave med znanostjo in gospodarstvom. Od tedaj je povezovanje izgubilo svoj smisel, tudi v finančnem smislu. Meni, da je treba na Vlado dati pobudo za novo tehnološko agencijo.

G. Štefan Kuzma, Aurel, je poudaril, da so izvozno naravnano podjetje in se vsak dan srečujejo z besedami konkurenčnost in inovativnost. Težave imajo, ker dobri kadri uha-

Minister Počivalšek je glede preteklih instrumentov dejal, da je bil glede 17 razvojnih centrov slovenskega gospodarstva presenečen nad nekaterimi negativnimi praksami, vendar hkrati ocenjuje, da 1/3 teh centrov zelo dobro deluje in so lahko dobra praksa za naprej. Osebnostno je pristaš vavčerskega sistema. Minister je poudaril, da je prvi razpis za RRI, ki je bil objavljen skupaj z MIZŠ, bolj pilotne narave, in želi povratno informacijo za naslednje razpise, saj je za ta ukrep v naslednjih letih na voljo še 78 mio EUR.

G. Lotrič, Lotrič Meroslovje, je menil, da bi bilo vsako znižanje olajšav za

raziskave in razvoj korak v napačno smer. Prav tako zelo podpira enostaven vavčerski sistem, ki omogoča prijavo podjetij brez posebnih svetovalcev. Mladi raziskovalci so bili most povezovanja med znanostjo in gospodarstvom.

g. Mitja Kozlevšek, ETI Izlake, meni, da so sredstva iz razvojnih centrov dobro izkoristili in imajo tudi zato boljše rezultate poslovanja. Oba RCSG-ja v katera so vključeni, so uspešno poslovala tudi v letih, ko se je financiranje zaključilo. Poudaril je, da težko dobijo ustrezni kader – mlade inženirje, zato bi bili dobrodošli instrumenti za delitev tveganja.

Ga. Tanja Mohorič, Hidria, je menila, da se je treba pogovarjati o tem, kako izboljšati kakovost sodelovanja med znanostjo in gospodarstvom. To se lahko naredi le s spremembo kulture sodelovanja. Kulturo se spremeni z drugačnim delom, s spremembo poslovnega modela. Raziskovalce v gospodarstvu je treba naučiti, da poiščejo znanje na JRO in hkrati spodbuditi raziskovalce na JRO, da razmišljajo, kdo iz gospodarstva bi lahko njihovo idejo pripeljal do prototipa.

Dr. Perme meni, da bi morali slediti vzoru Avstrije, kjer se nagradujejo učinki, ne poraba. Sredstva prejmejo, ko je projekt realiziran.

g. Boštjan Pečnik, Gorenje, je povedal, da morajo imeti podjetja jasno strategijo razvoja in morajo zelo ja-

sno osredotočiti svoje raziskovalne vire. Gorenje, ki igra veliko vlogo v Sloveniji, vendar majhno na svetovnem trgu, lahko zagotavlja konkurenčnost le z kombinacijo ekonomije obsega in inovativnimi izdelki. Prav tako so pomembne vertikalne verige vrednosti. Gorenje 30 % materiala kupi v Sloveniji – vsak podsystem mora biti izredno konkurenčen – pomembna je konkurenčnost MSP v dobavni verigi. Deloma so pripravljene tudi sofinancirati raziskave v sodelovanju z MSP v vertikalni, vendar morajo jasno videti, kako bo rešitev v 5 letih prišla do trga.

G. Lamberger, OZS, je razložil, da težko podprejo trenutno davčno reformo, saj gre za prerazporeditev davčnih bremen – če se razbremenijo eni, se obremenijo drugi. Meni, da je treba bolj definirati podporno okolje – kdo so institucije, ki bodo poskrbele, da bo sodelovanje boljše – treba je zagotoviti vire in zahtevati rezultate. Meni, da je mreža OZS in GZS najbolj primerna za to, da se pokažejo boljši rezultati za mikro in mala podjetja.

G. Wostner, vodja sektorja za pametno specializacijo, SVRK, je poudaril, da potrebujemo telo, ki bo na politični ravni skrbelo za institucionalno podporo povezovanju znanosti in gospodarstva. Zato je v skladu s strategijo pametne specializacije v pripravi vladno gradivo za ustanovitev skupine na ravni državnih sekretarjev. Prav tako je pomembno sodelovanje po posameznih priori-

tetah pametne specializacije, čemur je namenjen instrument strateških razvojnoinovacijskih partnerstev – SRIP. Pri tem ne gre za novo institucijo podpornega okolja, pač pa SRIP lahko vodi obstoječa institucija, ki ponuja najboljše storitve za podjetja.

G. Toni Pogačar, BSH, je poudaril, da mora ponudba kadrov slediti novim trendom – industriji 4.0, digitalizaciji. Poudaril je povpraševanje po specialistih elektronike – tudi s pomočjo t. i. »head-hunterjev« je težko dobiti dobrega strokovnjaka. Treba je povprašati gospodarstvo, kaj rabijo.

Ga. Koleča, generalna direktorica MGRT, je na koncu povzela poudarke srečanja. Predstavniki gospodarstva in znanosti so v razpravi poudarili potrebo po vzpostavitvi sistema za spodbujanje raziskav in inovacij, ki bo stabilen, predvidljiv in bo omogočil sistematična vlaganja. Zavzeli so se za ohranitev 100-odstotne davčne olajšave za raziskave in razvoj ob izboljšani kontroli upravičenosti same olajšave, poudarili so izziv iskanja ustreznih kadrov (predvsem inženirjev) in njihovo visoko davčno obremenitev, osvetlili so primere uspešnih in učinkovitih preteklih instrumentov, kot so mladi raziskovalci in raziskovalni vavčer, poudarili so tudi pomen kulture sodelovanja in ustrezno podporno okolje.

mag. Marija Čebular Zajec,
sekretarka MGRT



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



Vitka proizvodna logistika 2016

Najavljamo letošnjo, 10 tradicionalno prireditve, ki je namenjena praktičnim predstavitev primera dobre prakse v slovenskem prostoru s poudarkom na izrazito naprednem in usklajenem podjetju. Prireditve bo potekala 22. 09. 2016 z ogledom primera dobre prakse. O prireditvi vas bomo obveščali na spletni strani www.lognet.si.



VPL 14 in avtomatsko voden voziček podjetja TPV v Veliki Loki kot primer dobre prakse

Do sedaj nam je uspelo vedno predstaviti izziv za prihodnost in v napovedih jasno nakazati prihodnji razvoj. Bili smo prvi, ki smo opisovali pomen standardnega označevanja blaga, računalniške izmenjave podatkov, uvedbe vitkega poslovanja na proizvodni liniji, priprave delovna sistema AGV za oskrbo dostave elementov C in upravljanja z njimi ter drugimi bistvenimi novostmi.

Napovedujemo, da se bo v prihodnje ob napovedih velikih tujih podjetij o usmeritvah v sisteme 4.0 na področju logistike nabave in upravljanja zalog drastično povečala prisotnost informacijske komunikacijske podpore na vseh področjih.

Na konferenci bomo spodbujali medsebojno sodelovanje med dobavitelji, logisti in proizvodnimi sistemi na področju medsebojnega komuniciranja po standardnih principih ter podprli uvedbo novih procesov na področju logistike, da bi izboljšali dostopnost blaga na logistični poti.

Predvidevamo, da bo razvoj novega področja proizvodnih sistemov potekal zvezno na celotnem področju. Eden od pomembnih dejavnikov bo tudi ureditev sinhronizirane logistike, ki bo vsem udeležencem omogočala upravljanje celotne logistične poti, od dobavitelja do kupca. Prav tako se bo dostavni čas razpotegnili iz sedanjega normalnega delovnega časa v področje 24/7 ur, kar pomeni, da bomo morali v podje-

tjih zagotoviti avtomatski prevzem blaga na vходу in izhodu podjetja. Podobne procese že poznajo napredne trgovske verige in nekateri drugi uporabniki.

Predstavitve posameznih rešitev na tem področju bodo imele za vzor avtomobilsko industrijo in druge primere avtomatiziranih proizvodenj. Spremembe predvidevamo predvsem na področju sinhronizirane dostavne logistike, upravljanja in avtomatizma pri prevzemu, skladiščenju in dostavi končnemu uporabniku v podjetjih.

Kot izhodišče prireditve bomo predstavili bistvene novosti na področju digitalizacije informacij, ki so posledica sprememb v okolju. Podpirali bomo vertikalno povezovanje med udeleženci pri postavitvi modernih in naprednih oskrbnih verig ter skrbeli za predstavitev in povezovanje znanj na teh področjih.

Spremembe v okolju bodo nastale tudi zaradi uporabe zelene energije v transportu, proizvodnji in drugih storitvah. Na pohodu je izrazito povečanje uporabe elektrike kot podlage za prenos energije na večjih razdaljah in njene uporabe. Spremembe na področju mobilnosti dostave blaga in ljudi bodo prav tako predstavljale izrazito povečanje digitalne komunikacijske podpore na področju premikanja blaga in ljudi.

Stojan Grgič
Lognet



IFA M
international trade fair of
automation & mechatronic

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

25.-27.01.2017

Celje, Slovenija
Hala L & L1, www.icm.si

CTT letos organizira že 9. mednarodno konferenco o prenosu tehnologij

21. septembra 2016 bo 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 bo potekala v elitnem **Kongresnem centru Brdo** na Brdu pri Kranju. Udeležili se je bodo raziskovalci, izumitelji, strokovnjaki za komercializacijo, ustanovitelji start-up podjetij, strokovnjaki za

Da bi vzpodbudili komercializacijo inovativnih tehnologij, razvitih v javnih raziskovalnih organizacijah in promocijo sodelovanja med raziskovalnimi organizacijami in razvojnimi skupinami v gospodarstvu, bo podeljena tudi **nagrada za najboljšo inovacijo v letu 2016**. Poslovne predloge sodelujočih raziskovalcev bo ocenila mednarodna komisija. Inovativne tehnologije z najvišjim tržnim potencialom bodo nagradili z denarnimi nagradami v skupni višini 2000 €. Pomembno je poudariti, da je v zadnjih šestih letih vsaj enemu udeležencu po tekmovanju uspelo ustanoviti svoje podjetje ali licencirati tehnologijo.

predstavniki raziskovalnih organizacij in podjetij pogovorili o morebitnih razvojnih rešitvah, invencijah in komercialno zanimivih tehnologijah. Lansko leto se je partnerskega dogodka udeležilo več kot 50 raziskovalcev, predstavnikov podjetij in samostojnih podjetnikov. Udeležba na sestankih R2B je brezplačna in se nanjo lahko prijavite na spletni strani dogodka <http://tehnologije.ijs.si/9ittc/>, kjer so na voljo tudi ostale aktualne informacije o konferenci.

Naš cilj je vzpodbuditi izmenjavo znanja med znanstveno sfero in gospodarstvom, zato bomo z največjim veseljem na dogodku spre-



industrijski razvoj in investitorji. Udeleženci se bodo dotaknili raziskav in inovacij v okviru Obzorja 2020, obravnavali tudi druge delovne programe in iskali odgovore na vprašanja, kako javnost vključiti v načrtovanje raziskav in inovacij.

Izjemno priložnost za vzpostavitev prihodnjih raziskovalnih sodelovanj in poslovnih sinergij predstavljajo tudi **sestanki R2B (Research-to-Business)**, ki bodo potekali v okviru konference. Na sestankih, ki so načrtovani vnaprej, se bodo lahko

jeli vse raziskovalce, dodiplomske in podiplomske študente s podjetniškimi ambicijami, uveljavljene in prihodnje podjetnike, izumitelje ter predstavnike vladnih ustanov in drugih organizacij političnega odločanja. Lepo vabljeni!

<http://tehnologije.ijs.si>

POSVET
AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2016 - ASM '16

7. decembra 2016
na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani

Natečaj za najboljšo diplomsko nalogo, najboljši projekt in najboljšo inovacijo s področja vzdrževanja na 26. Tehniškem posvetovanju vzdrževalcev Slovenije

V letu 2016 se je OO 26. TVPS odločil, da bo natečaje za diplomske naloge in inovacije združil v en natečaj. Vzrok ni racionalizacija del in nalog na TVPS-ju, temveč ciljno naravnano delo, ki temelji na povezovanju izobraževalne sfere s podjetji.

Tekmovanje je namenjeno:

1. študentom,
2. diplomantom,
3. predavateljem terciarnega izobraževanja ter
4. (samo)zaposlenim (raziskovalcem ter inovatorjem) na področju vzdrževanja.

Vsi zgoraj naštetih lahko na natečaj s soglasjem:

1. vseh lastnikov avtorskih pravic in
 2. v dogovoru z izobraževalno ustanovo oz. s soglasjem podjetja
- prijavijo zaključne naloge, projekte ali inovacije.

Ti so nastali na zahtevnosti vsake od ravni terciarnega izobraževanja na:

1. izobraževalni instituciji (višje šole, visoke šole, fakultete) ali
 2. v podjetju (raziskave, razvoj, aplikacija)
- v obdobju od vključno leta 2014 dalje in še niso bili predstavljeni na predhodnih TVPS-jih.

Naloge in projekti so lahko nastali:

1. med študijem,
2. ob zaključku študija ali
3. pri delu v podjetjih.

Prijavljene zaključne naloge oz. projekti so lahko:

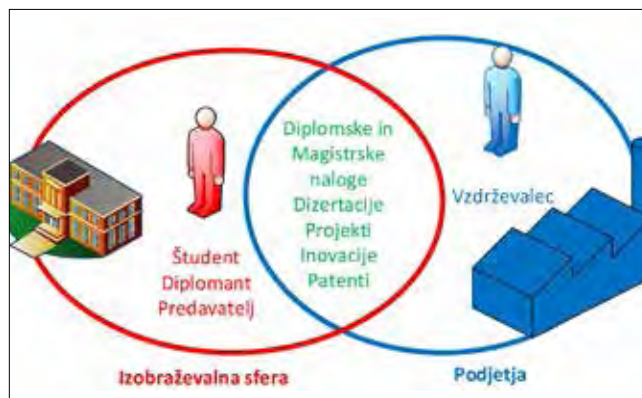
1. inovacijske narave,
2. razvojno-raziskovalni ali
3. aplikativni.

Teme nalog in projektov

Na natečaj sprejemamo predvsem tri kategorije:

1. diplomske (magistrske, doktorske) naloge,
2. projekte in
3. inovacije (patente) s področja izboljšav, dobrih praks ter produktov, ki so na kakršen koli način povezani z vzdrževanjem.

Teme so lahko s področja strojništva, elektrotehnike, mehatronike, komunale, gradbeništva, računalništva in drugih naravoslovnih ved. Nanašajo se lahko na vzdrževanje sistemov, inovacije in nadgradnje (izboljšave)



Idejna slika povezovanja izobraževalne sfere in gospodarstva v okviru natečaja TPVS 2

sistemov, investicije v povezavi z vzdrževanjem, rekonstrukcije in remonte, preventivno vzdrževanje, (samo) zaposlovanje na področju vzdrževanja, vzdrževanje po stanju, menedžment in vzdrževanje, avtomatizacijo proizvodnje in vzdrževanje, CAM, CAD, CAE, učinkovitost vzdrževanja in še posebej URE, OVE, IKT, meritev v vzdrževanju, certifikate (kakovosti) na področju vzdrževanja, servisno dejavnost, strokovno terminologijo in vzdrževanje, analizo zanesljivosti, uporabo različnih metod pri vzdrževanju (npr. TPM) in podobno. Dobrodošle so tudi teme s področja »sam svoj vzdrževalec«.

Postopek prijave in oddaje nalog, projektov in inovacij

Študente, diplomante, predavatelje, raziskovalce in inovatorje prosimo, da svoje teme nalog in projektov predstavijo tako, da predložijo v ocenjevanje pisno dokumentacijo, ki opisuje nalogo, projekt oz. inovacijo. Sodelujoči se morajo na natečaj prijaviti najkasneje do 31. 7. 2016. Prijava in oddaja sta mogoči samo s prijavnico, ki bo dostopna na spletni strani DVS. Prijava mora vsebovati naslednje podatke:

- ime, priimek, izobrazbo, telefonsko številko in e-naslov nosilnega avtorja;
- ime, priimek, izobrazbo, telefonsko številko in e-naslov glavnega mentorja (vodje projekta ali druge odgovorne osebe);
- fotografijo nosilnega avtorja (v .jpg obliki);
- naslov pisnega izdelka, iz katerega je razvidna vrsta zaključne naloge – ali gre za projekt ali inovacijo ...);
- pisni izdelek (zaključna naloga oz. opis projekta/ inovacije) v .pdf obliki (v dokumentu morajo biti navedeni vsi avtorji, izobraževalna ustanova, podjetje in drugi relevantni podatki, povezani z izdelavo naloge



Utrinek iz lanskoletne podelitve

- oz. projekta);
- soglasje šole oz. podjetja, ki avtorjem dovoljuje sodelovanje na natečaju.

Izbor in ocenjevanje nalog ter projektov

Iz vsake institucije bo organizacijski odbor tekmovanja sprejel največ pet pisnih izdelkov: opise nalog, projektov oz. inovacij. Če bo posamezna institucija na tekmovanje prijavila več pisnih izdelkov, bo v postopek ocenjevanja prednostno sprejetih le prvih pet prijavljenih izdelkov.

Komisija bo izmed prispelih prijav izbrala tri najboljše v kategorijah:

1. zaključne naloge,
2. projekti in
3. inovacije (in patenti).

Izbranim študentom, diplomantom oz. njihovim mentorjem, raziskovalcem in inovatorjem bo do 1. 9. 2016 posredovala vsa navodila za pripravo predstavitve na 26. TPVS. Najbolje ocenjeni sodelujoči bodo naprošeni za predstavitev svojega dela v obliki članka, ki bo obja-

vljen v zborniku, v e-obliki ga bodo morali posredovati najkasneje do 10. 9. 2016. Obsegati mora eno stran besedila ter vsaj eno fotografijo; naslov, povzetek in ključne besede morajo biti zapisane tudi v angleškem jeziku.

Nagrade in razglasitev rezultatov

Izmed najboljših zaključnih nalog, projektov in inovacij, uvrščenih v ožji izbor natečaja, bo komisija izbrala:

1. dve zaključni nalogi (eno diplomsko z višjih šol in eno z visokih šol in fakultet),
 2. en projekt in
 3. eno inovacijo oz. patent,
- ki bodo nagrajeni z zlatim priznanjem s področja vzdrževanja za leto 2016.

Zmagovalci bodo prejeli denarno nagrado v višini 100,00 EUR in brezplačno enoletno naročnino na revijo Vzdrževalec, ki ju podeljuje Društvo vzdrževalcev Slovenije.

Organizator tekmovanja bo skušal najboljšim zagotoviti tudi sponzorske nagrade.

Komisija bo izmed vseh izobraževalnih ustanov, ki bodo prijavile diplomske naloge in projekte na natečaj, izbrala najboljšo izobraževalno ustanovo in podjetje na področju vzdrževanja. Določena bosta na podlagi seštevka točk ocen dveh najbolje uvrščenih izdelkov.

Najboljša šola in podjetje bosta dobila zlato plaketo in možnost za brezplačno dvostransko predstavitev v reviji Vzdrževalec.

Razglasitev rezultatov tekmovanja in predstavitev najboljših bosta potekala 20. oz. 21. 10. 2016 na 26. Tehniškem posvetovanju vzdrževalcev Slovenije na Otočcu. O času in načinu predstavitev bodo sodelujoči pravočasno obveščeni.

www.tpvs.si

26. TEHNIŠKO POSVETOVANJE VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE

PROIZVODNJA

VZDRŽEVANJE



DVS

Otočec, 20. in 21. oktober 2016 | www.tpvs.si



70 let Kemijskega inštituta v Ljubljani in podelitev številnih priznanj

7. junija 2016 je bila v Grand Hotelu Union slavnostna akademija ob praznovanju 70. obletnice Kemijskega inštituta. Akademija je potekala pod častnim pokroviteljstvom predsednika Republike Slovenije Boruta Pahorja. Zbrane goste je nagovorila tudi prof. dr. Maja Makovec Brenčič, ministrica za znanost, izobraževanje in šport Republike Slovenije.

V času svečanega dogodka so se gostje sprehodili skozi glavne mejnike in uspehe Kemijskega inštituta, ki jih v 70. letih, kolikor inštitut deluje, ni bilo malo. V vseh letih znanstvenega raziskovanja, dela in truda so raziskovalke in raziskovalci Kemijskega inštituta utirali pot znanosti in sodelovanju z gospodarstvom vse do danes, ko lahko s ponosom povedo, da je Kemijski inštitut na



Visoki gostje

področju kemije in sorodnih vedena izmed vodilnih raziskovalnih institucij v regiji.

Prof. dr. Gregor Anderluh, direktor Kemijskega inštituta, je v svojem nagovoru zbranim povedal, da inštitut po vseh uspešnih letih delovanja še vedno sledi svojim osnovnim poslanstvom, ki so ustvarjanje novih znanj, razvijanje slovenske industrije in skrb za vzgojo mladih znanstvenic in znanstvenikov, ki bodo svoje kariere nadaljevali na različnih področjih slovenske družbe. Poudaril je tudi pomen sodelovanja s slovensko industrijo in gospodarstvom ter vedno boljšo vpetost v evropski in mednarodni prostor, kar inštitutu dviguje prepoznavnost v svetovnem merilu.

Na svečani akademiji so predsednik Republike Slovenije Borut Pahor, prof. dr. Gregor Anderluh in dr. Robert Dominko, predsednik Znanstvenega sveta Kemijskega inštituta, podelili dva naziva zaslužnih raziskovalcev Kemijskega inštituta – akademiku prof. dr. Janezu Levcu in dr. Stanku Hočvarju. Oba dobitnika tega prestižnega naziva sta s svojim znanjem, izkušnjami in prodorno-

stjo pomembno prispevala k delovanju, uspehom in prepoznavnosti Kemijskega inštituta, tako doma kot v tujini. Prof. dr. Ingrid Milošev in izr. prof. dr. Zdenko Časar sta prejela Preglovi nagradi za izjemne dosežke v zadnjih petih letih, Veliko Preglovo nagrado Kemijskega inštituta pa je posthumno prejel prof. dr. Janko Jamnik. V njegovem imenu je nagrado prevzela gospa Tatjana Skubic Jamnik.

9. junija je ob 70-letnici Kemijskega inštituta potekala tudi okrogla miza na Kemijskem inštitutu na temo mediji v znanosti. Tudi tokrat je Kemijski inštitut podelil posebna priznanja najbolj zaslužnim, med njimi je bil tudi **Janez Škrlec**, dolgoletni predsednik odbora za znanost in tehnologijo pri OZS in član Sveta za znanost in tehnologijo Republike Slovenije. Škrlec je priznanje prejel za zasluge in neprecenljiv prispevek pri predstavitev Kemijskega inštituta na sejmih, konferencah in drugih strokovnih dogodkih ter pri promociji znanstvenih dosežkov in zelo velikih raziskovalnih uspehih Kemijskega inštituta.

Kemijski inštitut v Ljubljani



Posebno priznanje je Kemijski inštitut podelil tudi g Janezu Škrlecu, članu znanstveno strokovnega sveta ventil

Ni uspešnega proizvodnega podjetja brez dobrega plana

Imate v vašem proizvodnem podjetju težave z izpolnjevanjem dobavnih rokov? Izdelate manj in počasneje, kot pa bi lahko? Ne veste, koliko delavcev potrebujete? Nimate hitrega in jasnega odgovora na povpraševanja vaših strank? Vam planiranje in razporejanje proizvodnih operacij vzame preveč časa? Se niste sposobni hitro in učinkovito odzivati na spremembe v naročilih? So nepredvideni dogodki v proizvodnji nočna mora za planerje ...?

Če ste na eno ali več zgornjih vprašanj odgovorili pritrdilno, se rešitev najverjetneje skriva v uvedbi sistema za napredno planiranje in razporejanje proizvodnih operacij. Gre za sisteme, znane tudi pod kratico **APS** (*Advanced Planning and Scheduling*), ki so sposobni izdelati proizvodni plan tako za krajše kot tudi daljše časovno obdobje. Običajno zapolnjujejo vrzel med poslovnim informacijskim sistemom (ERP) in proizvodnim informacijskim sistemom (MES). Možne so seveda različne integracije pa tudi samostojna uporaba.

V podjetju INEA, d. o. o., se že vrsto let ukvarjamo s to tematiko. Za partnerja smo izbrali vodilno podjetje na tem področju *Preactor International*, ki je del skupine Siemens, in njihovo specializirano orodje Preactor. Zakaj vodilno? Njihove rešitve se uporabljajo v več kot 4.500 podjetjih in 88 državah, imajo pa več kot 20 let izkušenj na področju planiranja in razporejanja. Velika mreža pooblaščenih poslovnih partnerjev po svetu skrbi, da imajo uporabniki Preactorja vedno na voljo strokovnjake, ki jim lahko v domačem jeziku nudijo vso podporo in pomoč. Tako smo v Sloveniji že pomagali proizvodnim podjetjem iz lesne in avtomobilske industrije, brizganja plastike, izdelave izdelkov za splošno uporabo,

obdelave kovin in strojogradnje. Seznam referenc v svetovnem merilu pa obsega vse proizvodne panoge in tudi storitveni ter transportni sektor.

Projekt uvedbe sistema za napredno planiranje in razporejanje proizvodnih operacij običajno začnemo z izdelavo t. i. pilotnega projekta, ki na omejenem naboru realnih podatkov obravnavanega podjetja prikaže delovanje sistema in odpravi morebitne dvome o zmožnostih programa. Potem definiramo obseg in začnemo s projektom, ki običajno traja do 4 mesece. Še nekaj časa pa je potem potrebnega, da sistem zaživi tudi v praksi in se podjetje pri planiranju nanj popolnoma zanesse.

Za dober plan so ključni pravočasni in ustrezni podatki. Iz sistema ERP namreč prejme Preactor delovne naloge s pripadajočimi operacijami, šifrante, podatke o zalogi, delavcih in drugih omejitvah. Na osnovi izdelanega modela sistem operacije razporedi na proizvodne vire (izdelava gantogram) in pri tem upošteva realne omejitve. Končni rezultat je izvedljiv plan dela po posameznih delovnih mestih, ki se potem pošlje v proizvodnjo in običajno še v sistem ERP.

Preactor omogoča, da se hitro odzovemo na nepredvidene dogodke in spremembe. Tako lahko plan hitro prilagodimo, če npr. pride do okvare stroja ali zamude pri dobavi materiala, obenem pa upoštevamo tudi vse spremembe v naročilih. Iz sistema MES na zahtevo planerja

uvozimo podatke o dejansko opravljeni proizvodnji in temu primerno prilagodimo plan. Lahko izvajamo tudi t. i. »kaj če« scenarije, s pomočjo katerih lahko simuliramo, kakšen vpliv na produktivnost bi npr. imela uvedba dodatne izmene, nakup novega stroja, ali odgovorimo na povpraševanja naših strank.

Zaradi vsega navedenega ima uvedba orodja Preactor običajno hiter čas vračila investicije (ROI – Return of Investment). Tega z našimi strankami pogosto izračunamo, preden začnemo s projektom. Največkrat je rezultat prihrankov na račun nižjih zalog, višje produktivnosti, hitrejšega odzivanja na spremembe, krajšega časa, potrebnega za izdelavo plana, zanesljivega odgovarjanja na povpraševanja in posledično boljših odnosov s strankami. Znani so primeri, ko je bil ROI za Preactor merjen v tednih in ne mesecih ali letih, po naših izkušnjah pa običajno preteče leto dni od uvedbe sistema, odvisno od načina dela in vrste obravnavanega podjetja.

Ker vemo, da imajo podjetja pred odločitvijo o uvedbi sistema za napredno planiranje in razporejanje operacij veliko vprašanj in dvomov, vam bralcem tega članka podarjamo delavnico na temo planiranja v vašem podjetju. Preverili bomo izzive, s katerimi se dnevno srečujete, in predstavili možne rešitve.

Tomaž Grabnar,
INEA, d. o. o., Ljubljana
tomaz.grabnar@inea.si

INEA Informatizacija
Energetika
Avtomatizacija

Bralcem članka podarjamo delavnico planiranja v vašem podjetju

AAA

Preactor

Microsoft Gold Partner

Pameten nadzorni sistem EXACTUM

Sodobna rešitev EXACTUM samodejno varuje procese in proizvode ter pomaga zadostiti predpisom in standardom. Omogoča samodejni nadzor temperature, relativne vlage, tlaka, tlačne razlike, hitrosti in pretoka zraka, osvetljenosti, CO₂, hlapnih organskih snovi, pH ter drugih parametrov po željah strank.

To je nova generacija merilnega sistema, ki omogoča avtomatično zapisovanje izmerjenih vrednosti v realnem času in samodejno izdelavo poročil. Pri prekoračitvi mejnih vrednosti sistem sproži alarm v obliki sporočila SMS ali elektronske pošte.

EXACTUM je investicija v kakovost, ki izboljša delovne procese v industriji, laboratorijih, skladiščih, pri transportu in drugje.

Vir: LOTRIČ Meroslovje, d. o. o., Selca 163, 4227 Selca, Slovenija, Tel.: 04 517 07 00, Fax: 04 517 07 07, m: 041 369 807, internet: www.lotric.si, ga. Tatjana Jelenc



EXACTUM pameten sistem za samodejni nadzor pogojev okolja in vzorcev je plod lastnega znanja in razvoja ekipe strokovnjakov akreditiranega meroslovnega laboratorija LOTRIČ Meroslovje

Pri STRIC-ih lahko naročate kar sami preko spleta!

Pri STRIC-ih smo se odločili, da vam zagotovimo še hitrejšo, udobnejšo in ugodnejšo storitev in sicer z uporabo spletne trgovine, kjer lahko brez neprijetnega čakanja in dvomov opravite nakup vaših izbranih izdelkov.

Poleg hitrejšega postopka vam s tem omogočamo tudi iskanje ponudb, izdelkov, tehničnih podatkov, skratka, brskanje po celotnem programu Landefeld. Hkrati pa lahko spremljate stanje zalog ter

cene. Pomembna prednost uporabe spletne trgovine je tudi iskanje alternativnih izdelkov (zamenjav), saj vam hkrati pokaže iskani originalni del in tudi alternativni izdelki, ki je ugodnejši in še vedno kvalitetna zamenjava.

Če želite uporabljati 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. Ob podpisu pogodbe boste prejeli tudi navodila za uporabo spletne trgovine, ki vam bodo pomagala pri lažjem iskanju in naročanju artiklov.



Če ste sedaj že uporabljali spletne trgovine, vam uporaba naše ne bo delala posebnih težav. Vedno pa vam je na voljo 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



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!

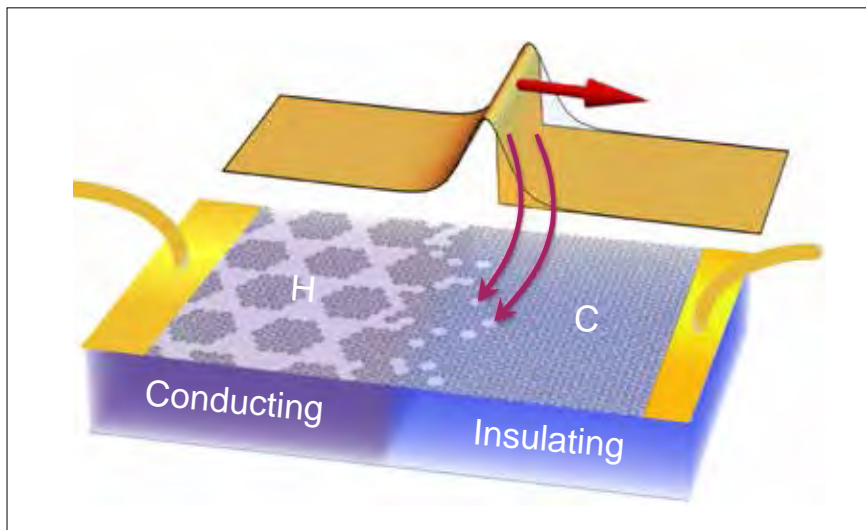
Kontakt: Brane Čenčič, Tel.: 00386 41 747 536, brane.cencic@domel.com

DOMEL[®]
Ustvarjamo gibanje

STÄUBLI

Nova vrsta spominskega elementa in svetovni hitrostni rekord

V priznani mednarodni reviji **Nature Communications** je izšel nov članek skupine za neravnovesno dinamiko *Odseka za kompleksne snovi* Instituta »Jožef Stefan« pod vodstvom prof. dr. Dragana Mihailovića. Gre za dvojno odkritje: nove vrste spominskega elementa in rekordne hitrosti, ki je slovenskim raziskovalcem uspela kot prvim na svetu. Zdaj potrjeni električno krmiljeni spomin odpira pot do novih uporabnih rekordno hitrih spominov za nizkotemperaturne računalnike.



Pretvorba elektronskega reda v kristalu ob zapisu s kratkim električnim sunkom

Članek opisuje električno krmiljenje nove vrste spominskega elementa z rekordno hitrostjo. Pri tem so se do zdaj raziskovalci srečevali z dvema problemoma: s premajhno hitrostjo spominskih elementov in s prevelikim gretjem superračunalnikov. Hitrost spominskih elementov je namreč zdaj največji omejitveni faktor hitrosti superračunalnikov, ki jih uporablja vsak od nas, ko brskamo po Googlu, Amazonu, eBayu itn. In prav pri teh računalnikih je problem počasnosti delovnega spomina zelo akuten. Eksperimentalno delo, v katerem so večino prispevali dr. Igor Vaskivskiy, Ian Mihailović in Damjan Svetin, prikazuje delovanje rekordno hitrega, električno krmiljenega spominskega elementa, v katerem zapis traja le 40 pikosekund. Dosedanji svetovni rekord je imela ameriška skupina, njen uspeh je bil predstavljen v reviji *Science* leta 2012. Skupina Instituta »Jožef Stefan« pa je njihov rekord izboljšala za približno 10-krat. Za primerjavo, današnji najhitrejši spomin zapiše podatkovni bit v 2000 pikosekundah.

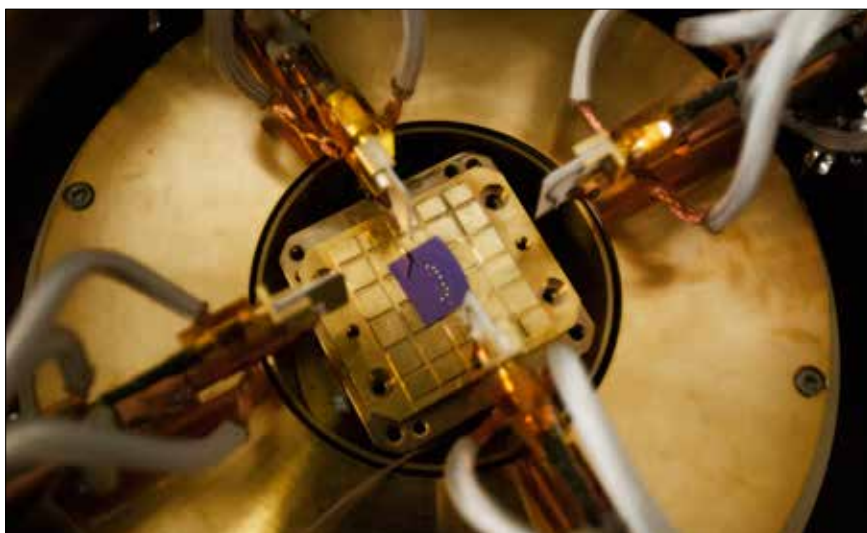
Prav tako pomemben problem je tudi gretje tovrstnih superračunalnikov. Zato so ti po navadi locirani blizu izvirov hladne vode za hlajenje (npr. Norveška, Irska), pogosto pa so še dodatno hlajeni z uteko-

činjenimi plini. Prav zato je odkritje slovenskih raziskovalcev še posebej pomembno, saj novoodkriti spomin deluje pri nizkih temperaturah pod $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Objavljena naprava temelji na nedavno odkritem optičnem pojavu skritega kvantnega stanja iste skupine, objavljenega v reviji *Science* leta 2014, zdaj potrjeni električno krmiljeni spomin pa odpira pot do novih uporabnih rekordno hitrih spominov za nizkotemperaturne računalnike. Čeprav današnji procesorji še ne delujejo s tako hitrostjo, je novi spomin združljiv z obstoječimi, saj sta arhitektura čipov in na-

čin uporabe podobna obstoječim memristorskim spominom, torej z današnjo elektroniko. Deluje enako dobro tudi počasneje, kar olajša razvoj tehnologije. Za demonstracijo rekordno hitrega zapisa je še vedno potreben laser, saj se zapis naredi posredno: 5-voltni električni sunek znanstveniki najprej generirajo z optičnim elementom, ta pa potem spremeni upor v spominskem elementu in tako zapiše bit informacije.

O pomembnosti odkritja priča dejstvo, da je ameriška vlada (DoD) nedavno razpisala prioritetni raziskovalni program, ki eksplicitno temelji



Eksperimentalna naprava za električne meritve

Predstavitev skupine

Prve eksperimente neravnovesnih pojavov na tem materialu je skupina za neravnovesno dinamiko Odseka za kompleksne snovi Instituta »Jožef Stefan« pričela izvajati že leta 2000, bolj intenzivno pa s pričetkom financiranja projekta evropskega raziskovalnega sveta (ERC) leta 2013, s čimer so lahko okrepili raziskovalno ekipo, česar iz domačih sredstev ne bi mogli, saj so se slovenska sredstva za raziskave v zadnjih letih močno zmanjšala.

Delo skupine je usmerjeno v raziskave neravnovesnih pojavov v kvantnih sistemih, še posebej v faze prehode, ki potekajo pod neravnovesnimi pogoji v času. Raziskave se prepletajo z iskanjem novih materialov s posebnimi lastnostmi, še posebej superprevodniki in elektronsko urejenimi kristali. Eksperimentalne raziskave neravnovesnih kvantnih sistemov v skupini so vedno bolj povezane s kvantnim računalništvom.

Aktivna snov spominskega elementa je 50 nanometrov debel kristal tantalovega disulfida, ki je s pomočjo nanolitografije umeščen v posebnem, zelo hitrem mikrovalovnem vezju. Napravo za nanolitografijo izdeluje slovensko podjetje LPKF iz Naklega. Za demonstracijo rekordno hitrega zapisa je še vedno potreben laser, saj se zapis naredi posredno: 5-voltni električni sunek znanstveniki najprej generirajo z optičnim elementom, ta pa potem spremeni upor v spominskem elementu in tako zapiše bit informacije.

S tem, ko se računalniški elementi nenehno manjšajo, se njihova gostota povečuje in s tem tudi disipacija na prostorsko enoto. Današnji procesorji v potrošni elektroniki, npr. v prenosnikih, delujejo na meji pregrevanja, pogosto celo do 70 °C.

Doslej ni nobene tehnologije spomina, ki bi delovala pri nizkih temperaturah, kar je bila resna omejitev za razvoj nizkotemperaturnih superračunalnikov.

na tem odkritju. Bolj natančno, odkritje je navedeno kot prva referenca, na kateri naj bi temeljile prijave na projekte. Žal je bil razpis omejen na ameriške ustanove, zato slovenskim raziskovalcem ni dostopen.

Raziskave raziskovalcev Instituta »Jožef Stefan« so potekale v okviru projekta evropskega raziskovalnega sklada (ERC), ki je sicer namenjen izključno temeljnim raziskavam. V tem primeru pa se izrazito izkaže

prav uporabnost temeljnih raziskav, ki so prevečkrat razumljene kot preveč znanstvene in zato odmaknjene od svoje uporabne vrednosti.

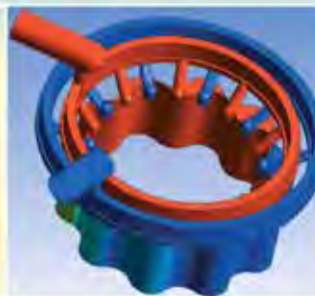
www.ijs.si

LABORATORIJ ZA FLUIDNO TEHNIKO

Sma laboratorij z dolgoletno tradicijo na področju pogonsko-krmilne hidravlike. Ukvarjamo se z oljno in tudi ekološko prijazno vodno PK hidravlika, 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
- izdelava hidravličnih naprav
- izboljšave in popravilo hidravličnih naprav in strojev
- izdelavo sodobnega krmilja za hidravlične stroje
- izobraževanje na področju hidravlike
- ekološke hidravlične naprave za pitna voda
- izdelava ali izris hidravličnih shem
- itd.



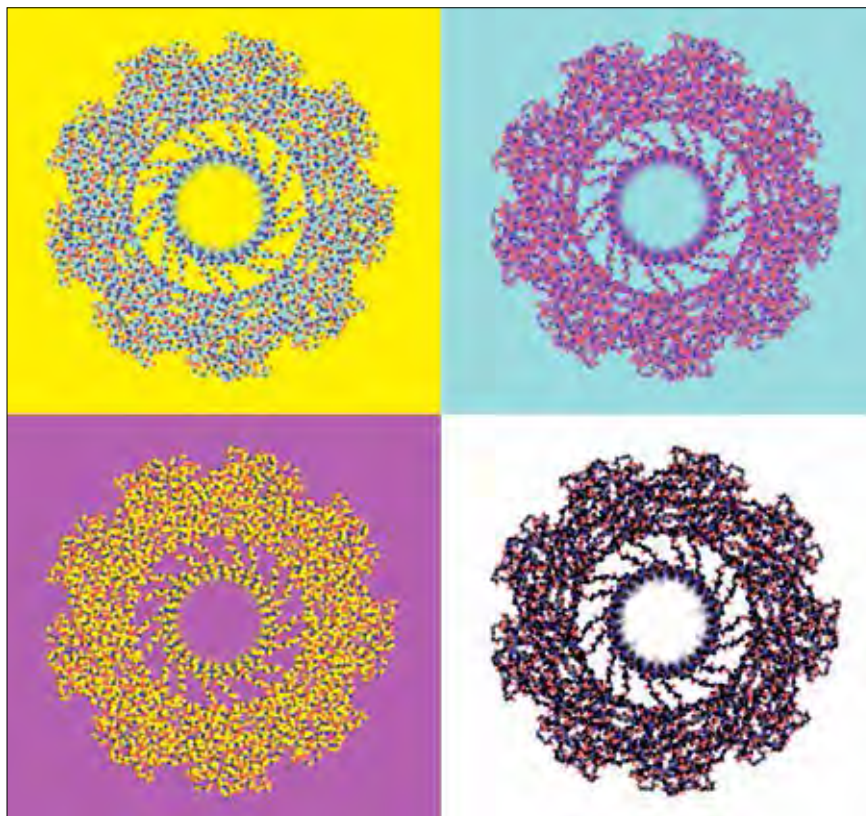
Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo
Aškerčeva 6
1000 Ljubljana
T: 01/4771115, 01/4771411
E: lpkh@fs.uni-lj.si
<http://lab.fs.uni-lj.si/lft/>



Raziskovalci Kemijskega inštituta so koordinirali mednarodno raziskavo o zgradbi naravnega toksina iz deževnika, ki bo pomembno vplivala na razvoj nanosenzorjev

V prestižni reviji **Nature Communications** je bil danes objavljen članek raziskovalcev Kemijskega inštituta Ljubljana, ki je rezultat dela in koordinacije vrhunske mednarodne znanstvene ekipe. V njem so pojasnili zgradbo naravnega toksina iz deževnika. Predstavitev tega uspeha je potekala danes v veliki predavalnici Kemijskega inštituta.

Raziskovalcem Kemijskega inštituta je uspelo opisati zgradbo toksina iz deževnika, s katero so lahko končno pojasnili tudi delovanje nekaterih pomembnih bakterijskih toksinov. Toksin lizenin deževnik uporablja v borbi proti parazitskim mikroorganizmom, raziskovalci pa ga zaradi njegovih lastnosti uporabljajo kot molekularno orodje v raziskavah in v nanotehnoloških aplikacijah v sodobnih senzorskih napravah. Toksin deževnika je po zgradbi in delovanju podoben nekaterim bakterijskim toksinom, predvsem tistim, ki povzročajo zastrupitve s hrano. Kljub temu, da nekatere od teh toksinov poznamo že več



Pore igrajo pomembno vlogo pri napadu patogenov in na drugi strani pri obrambi pred njimi. Hkrati jih v vedno večjem merilu uporabljamo v nanobiotehnologiji za zaznavanje različnih snovi. Na sliki so štiri umetno obarvane toksinske pore, kot bi jih videli na površini biološke membrane.

kot dvajset let, še zdaj ne razumemo, na kakšen način poškodujejo

celične membrane. To ovira tudi razvoj novih antibiotikov in drugih terapij, usmerjenih v preprečevanje bakterijskih okužb. Raziskava je pokazala, da toksin lizenin na površini celic tvori izjemno stabilno poro nanometrskih velikosti. Raziskovalcem Kemijskega inštituta, doc. dr. Marjetki Podobnik, dr. Nejcu Rojku in mlademu raziskovalcu Maticu Kisovcu je pod vodstvom prof. Gregorja Anderluha, sicer direktorja inštituta, a tokrat v vlogi vodje raziskovalne skupine, uspelo opisati zgradbo nanopore v obliki majhne gobice. "Uspelo nam je tudi razložiti, kako se proteinska nanopora sestavi iz devetih enakih molekul. V tem procesu pride do obsežnih sprememb v zgradbi molekule toksina, kar pomeni,



Prof. dr. Gregor Anderluh z vzorcem odkritja

da bo poznavanje zgradbe nanopore in njenega sestavljanja sedaj vodilo v razvoj novih pristopov za borbo proti bakterijam, ki uporabljajo podobne toksine pri okužbah ljudi in živali", je ob odkritju povedal prof. dr. Gregor Anderluh.

Študijo je koordinirala ljubljanska skupina, v njej pa so sodelovale še štiri raziskovalne skupine prestižnih Univerze v Oxfordu, japonskega državnega inštituta Riken in britanskega nanobiotehnološkega podjetja Oxford Nanopore Technologies. Britansko podjetje podobne nanopore uporablja za določanje zaporedij DNA v najbolj sodobnih aparatih velikosti USB-ključka. Zaradi oblike in izjemne stabilnosti bo opisano nanoporo vključilo v nadaljnji razvoj nanosenzorjev za določanje zaporedij genomov in detekcijo snovi. Zaporedje DNA predstavlja temelj vsega življenja na Zemlji in poznavanje zaporedij genomov omogoča nove pristope v medicini za



Predstavitve se je udeležila tudi veleposlanica Združenega kraljestva Velike Britanije in Severne Irske Sophie Honey, ki si je po predstavitvi poglobljeno ogledala modele por

spremljanje in zdravljenju različnih bolezni. Biološke pore trenutno omogočajo enega izmed najcenejših in najhitrejših načinov za določanje celotnih genomov, kar tudi dokazuje uspešno podjetje Oxford Nanopore Technologies.

Odkritje dodatno potrjuje vodilno vlogo slovenskih toksinoloških raziskav v svetovnem merilu.

Povzel: Janez Škrlec, inž. meh., član Sveta za znanost in tehnologijo RS
Vir foto: Kemijski inštitut

ZMAGOVALNI TIM



Novost izumiteljev mehatronike®: novi krmilnik DX200 z novimi roboti MOTOMAN

Uspešni timi odlično delujejo skupaj, izkoriščajo prednosti vsakega posameznika in spretno uporabljajo prava orodja.

Tako delujejo tudi novi roboti MOTOMAN z novim krmilnikom DX200 podjetja YASKAWA, ki vašemu sistemu pomagajo do odličnosti. Integriran varnostni krmilnik, enostavno programiranje in funkcijski paketi, vezani na določeno aplikacijo, zagotavljajo možnost številnih rešitev in zmagovit rezultat.

High-performance compact in-wheel electric motors for future electric mobility

Luka AMBROŽIČ

Abstract: The automotive industry is moving in the direction of electric cars and seemingly bringing a new hope for humanity being able to make amends with the environment. In the meanwhile, behind the scenes, a battle of e-technologies is taking place. Still an underdog among the many contenders is the vehicle designer's favorite: the in-wheel motor. Arguably the simplest and the most refined concept of them all, but technically speaking certainly a worthy challenge for engineers, scientists and entrepreneurs.

Keywords: electromagnetic topology, electric vehicles, electric motors, permanent magnet synchronous motor, in-wheel, direct-drive, high-efficiency, regenerative, electronically commutated

1 Introduction

Vehicles require most of the available torque as they are starting to move or when accelerating, making electric motors perfect for use in cars as they produce the maximal torque already at startup. With the race for energy-efficiency becoming more and more impor-

tant, placing the propulsion source closer to where it is needed is becoming a great way to optimize, while also allowing manufacturers more control for implementing advanced features, increased safety and truly smart propulsion systems. In-wheel motors are electric motors that are incorporated together with the bearing on the hub

inside a regular rim and drive the wheels directly, without mechanical transmission.

2 History of in-wheel motors

Many first designs of in-wheel motors began appearing towards the end of the 19th century and one

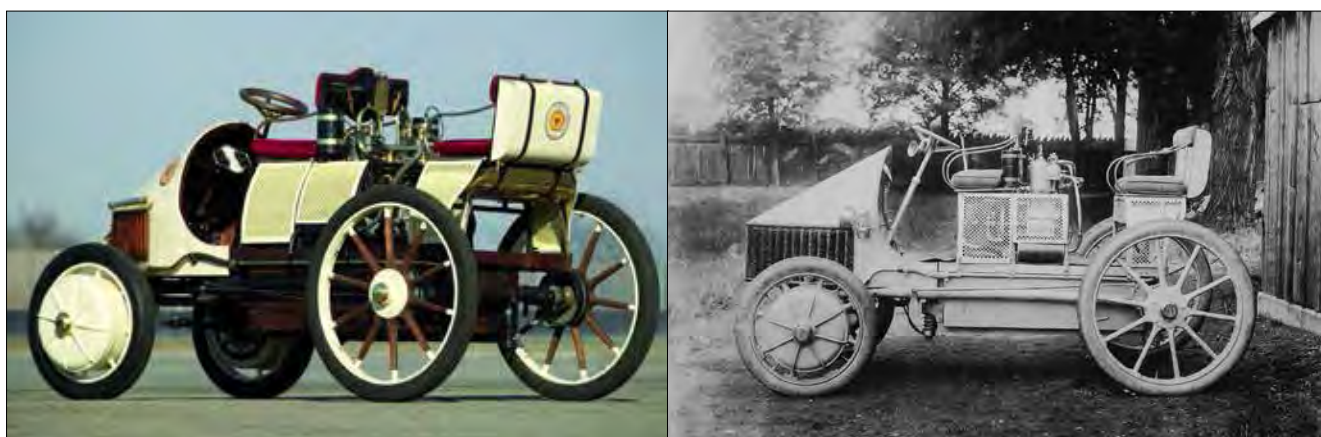


Figure 1. *Semper Vivus*, a Lohner-Porsche hybrid electric vehicle (right) with front in-wheel motors, which was presented at the Paris World Exhibition in 1900. **Right:** original. **Left:** a modern recreation. Photo: Porsche Cars North America

Luka Ambrožič, univ. dipl. inž.,
Elaphe Propulsion Technologies
Ltd., Ljubljana, Slovenia

of a vehicle. Thus, they are often also named as wheel hub motors. In their general form for utilization in automotive applications, they fit

of the first of many in-wheel motor concepts was conceived in 1890 by Albert Parceller. This was to become to first so-called « traction motor »

which was designed to be fully incorporated in the wheel hub. Many more wheel motors were under development between 1890 and 1900, and not all were electric. Ferdinand Porsche began his automotive career by engineering electric vehicles, whereby his first racing creations were driven by in-wheel motors that ran on batteries.

As the internal combustion engine (ICE) became more and more efficient and powerful and oil discoveries were increasing rapidly, the gasoline engine overtook the electric motor as the primary source of propulsion by the late 1920s, mostly due to power and range considerations, while the ICE was and still is far from reaching the energy-efficiency of the electric motor. Despite being invented for vehicle propulsion systems, most in-wheel motors are nowadays used in industrial applications, driving assembly line wheels. In modern times, the in-wheel motor became popular again with the advent of electric bicycles, facilitated by the development of light and powerful batteries.

■ 3 Why in-wheel motors?

Since electric motors produce full torque immediately at startup, they are a perfect combination to use for vehicle propulsion, where torque is required mostly when initiating movement. Currently, the appearance of our automobiles is characterized by the traditional drivetrain layout (internal combustion engine, gearbox, power transmission, and exhaust system). The majority of the drivetrain is placed in front and below the passenger compartment, which severely limits the space available to designers for user-centric design (space for passengers and luggage). For the most part, requiring power transmission systems and gearboxes adds losses of up to 15% to overall efficiency of a vehicle [1]. Moreover, IC engines have by themselves high thermal losses due to heat dissipation (i.e. an ICE has approx. 20% efficiency, depending on the size). Electric



Figure 2. Elaphe M700 in-wheel motor cross-section. The motor fits inside a regular 16" or larger rim and is integrated with standard off-the-shelf parts like the hub bearing and friction brake. Windings are part of the inner stator and the magnets are attached to the inside of the outer rotor shell.

motors generally show unbeatable efficiencies, which is especially true for Elaphe in-wheel motors, having an energy-efficiency of over 93%. By using direct drive in-wheel motors, many complex systems which

are expensive to manufacture, like the drive shafts, gearboxes and differentials become redundant, which results in an overall decrease of weight and a more efficient vehicle.

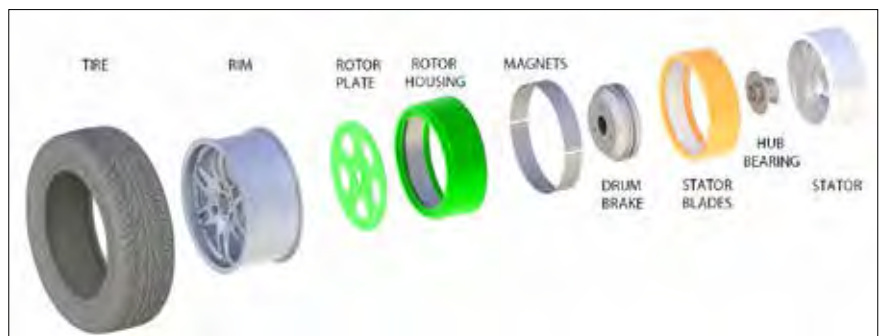


Figure 3. An exploded view of the SMART 2nd Generation in-wheel electric motor assembly to the vehicle hub bearing.

Another important feature in the battle for increasing efficiency is harvesting the energy of energy from braking, which is otherwise dissipated through heat. The recuperated braking energy can be stored either as mechanical (in a variation of a kinetic energy recovery system - KERS) or electric energy (directly in the batteries). An in-wheel drivetrain requires the least energy conversion steps of all available technologies and consists of components that all work at high efficiency, resulting in a high overall well-to-wheel efficiency. Aside from the advantages of energy recuperation, propelling the vehicle by an electric motor offers other advantages over an ICE vehicle: the torque generation is extremely quick and can be controlled much more precisely with a shorter control period. The torque response is in the order of several milliseconds, which makes it about 10 to 100 times faster than an ICE with a conventional braking system [2]. All this results in improvement of control systems, compared to those found in ICE vehicles (up to 7% faster response for ABS/ESP and up to 3% faster response for TCS [3]). By having the opportunity to control each wheel independently, the vehicle also comes close to having maximally stable dynamics.

4 How in-wheel electric motors work

The majority of in-wheel electric motors are in their core brushless electric motors, where a rotary electromagnetic field, generated by electric current flowing through the windings, provides the electromag-

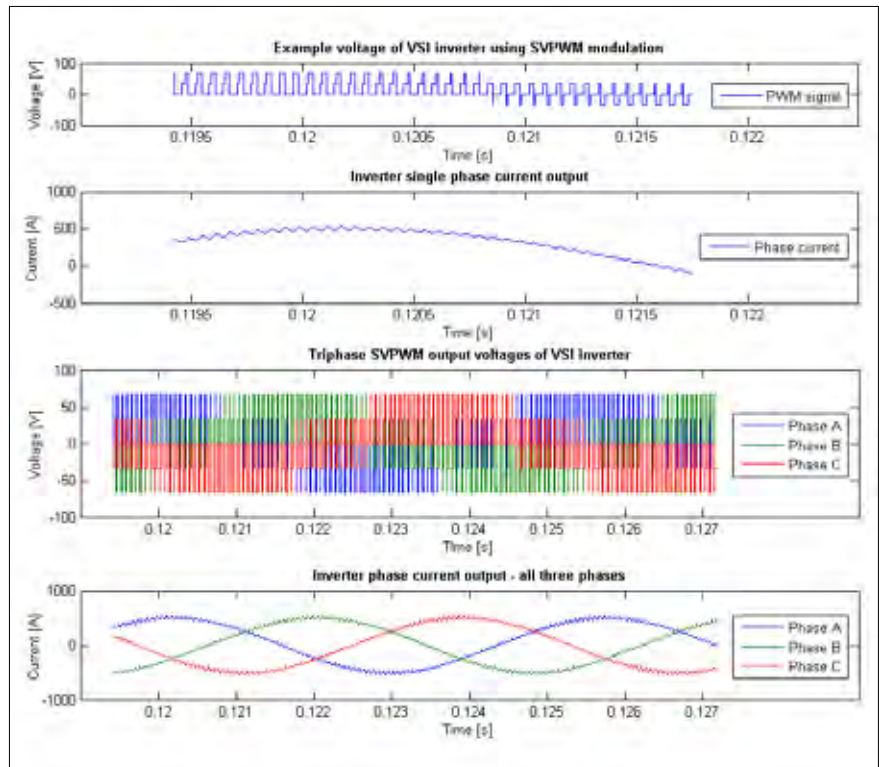


Figure 4. Top two graphs: A cutout example of SVPWM inverter voltage output with corresponding phase current waveform shown below. Bottom two graphs: Phase output voltages of VSI inverter using SVPWM modulation (upper) and the resulting PMSM in-wheel motor phase current waveforms (below).

netic force to drive the rotor. Most high-performance in-wheel motors are AC permanent-magnet synchronous motors (PMSM) optimized for fitting inside vehicle rims. An in-wheel motor can be constructed in different ways. The so-called pancake motors (axial-flux) use stator windings placed between sets of magnets where the magnetic field acts in the axial direction and are considered as the least practical of all forms. Radial-flux motors are more popular, and have magnets incorporated in the rotor, where the magnetic flux flows radially, from the center outwards.

Radial flux motors come in two variations, based on which part is attached to the axis of rotation. An inner-rotor type is the common style of motor that most people know. These PMSMs have a stationary outer shell (stator) with windings on the inner side and an inner rotor with permanent magnets attached, driving a central shaft similar to any other electric motor.

A more suitable configuration for mounting vehicle rims over the motor is the outer-rotor type, such as the Elaphe M700 (Figure 2). In this configuration, the stator and the



Figure 5. A selection of vehicles using Elaphe electric motors as the propulsion system of choice. (1 -Steinbock HX1 all-terrain vehicle with 4 in-wheel motors, 2 – VW Sharan through-the-road hybrid, with 2 near-wheel motors, 3 - Smart pure-electric car with 2 in-wheel motors in the rear, 4 – Chebela, a pure electric Slovenian concept car with 2 in-wheel motors.

windings are on the inside, and the stator is attached to the hub together with the hub bearing. Due to a very compact active part (containing windings and magnets, where the EM force acts to turn the motor), the inner part of the stator is hollow with space for installation of the mechanical brake. The rotor outer shell and the permanent magnets (inside the shell) are the spinning parts and are attached to the distant end of the hub bearing, just like a normal rim with a tire would be (See *Figure 3*). In this case, the rotor of the in-wheel motor acts as a coupling between the bearing and the rim.

Like regular AC motors, in-wheel motors rely on the interaction of magnetic fields to generate torque (and motion). They are unique, however, in the way they manipulate their torque-producing electromagnetic fields by performing commutation electronically, requiring the use of inverters. The main functionality of inverters is the generation of AC output waveforms from a DC power supply (i.e. a battery). Generally speaking, these inverters are composed of a number of semiconductor switches, which turn on and off to produce quasi-sinusoidal waveforms, made of discrete values where the shape is controlled by using pulse width modulation (PWM, see *Figure 4 top*).

To achieve high dynamic performance in a PMSM in-wheel motor, a field oriented control (FOC) strategy, a form of vector control, is applied. By controlling two stator currents (i_{ds} , i_{qs}), which are mathematical transformations of the phase currents, it is possible to directly control the electromagnetic torque. To achieve this, measurements of rotor position and stator currents are necessary. The position can be obtained by using a position

sensor, such as an encoder (Elaphe M700 uses RLS RM44S absolute encoders) or three independent Hall sensors installed onto the windings themselves, while the stator currents are measured by current probes inside the inverter circuit.

■ 5 Conclusion and further development

The success of passenger cars such as the Nissan Leaf and Tesla Model S shows that the automotive industry is embracing electric drives as the propulsion system of the future, but the most radical changes have yet to conquer the market. Elaphe's patented electromagnetic topology is the kind of fundamental innovation which enables design and manufacture of extremely compact, lightweight and supremely powerful in-wheel drives that use no power transmission, leave plenty of space on the chassis for passengers and batteries, and increase safety on the road by utilizing advanced torque vectoring methods. The design that stems from the revolutionary Elaphe EM topology also brings about other hidden advantages, such as minimizing material costs.

The core driver behind Elaphe in-wheel motor innovations is the mission to use them for advancing the users' daily travels. Future concepts for passenger cars will significantly differ from the current ones and in-wheel motors are one of the disruptive technologies which are opening a whole new field of possibilities and opportunities to revolutionize the car concept of the 21st century. Throughout the company development cycle, Elaphe persistently strives to be involved in industrial vehicle development projects, and the bottom line are more than 10 different, fully functional vehicles – used on mud,

gravel and snow – where Elaphe's kow-how and solutions have been utilized (see *Figure 5*).

■ 6 About Elaphe Propulsion Technologies Ltd.

Elaphe has been in full throttle since the early days of the new electric revolution, developing a revolutionary EM topology which enables the motors to have an extremely compact and lightweight active part. We built our technology and experience from the bottom up – starting with testing the innovative active part topology on small, ultra-compact electric motors for robotic applications and in-wheel drives for electric scooters. Then we created one of the most powerful compact in-wheel drives in the world. We got to this point by relying on our team of amazing young engineers, counting on the agility and flexibility of our response to the call for innovation. But, honestly, we also do it because it's fun.

References

- [1] D. J. L. Brett, P. Aguiar, N. P. Brandon, R. N. Bull, R. C. Galloway, G. W. Hayes, K. Lillie, C. Mellors, C. Smith, and A. R. Tilley, "Concept and system design for a ZEBRA battery--intermediate temperature solid oxide fuel cell hybrid vehicle," *J. Power Sources*, vol. 157, no. 2, pp. 782–798, 2006.
- [2] Y. Hori, "Future vehicle driven by electricity and control-research on four-wheel-motored' UOT Electric March II,'" *Ind. Electron. IEEE Trans.*, vol. 51, no. 5, pp. 954–962, 2004.
- [3] R. Vos, "Influence of in-wheel motors on the ride comfort of electric vehicles," Eindhoven University of Technology, 2010.

We are always looking for bright minds to join our team and help us make a sustainable and fun future for driving ... and if you like what we stand for and love having fun, contact us and we can change the world together.

We are expecting your introductory e-mail at customer@elaphe-ev.com.

Zmogljivi kolesni električni motorji za električna vozila prihodnosti

Razširjeni povzetek: Avtomobilska industrija se vse bolj osredotoča na proizvodnjo električnih avtomobilov in tako izpolnjuje prikrito hrepenenje človeštva, da se odkupi okolju. Medtem pa se za kulisami bije boj med različnimi e-tehnologijami prihodnosti. Še vedno so med manj zastopanimi tehnologijami, a glavni favoriti oblikovalcev vozil, kolesni elektromotorji. Utemeljeno najbolj preprost in prefinjen in najbolj prefinjen koncept izmed vseh oblik pogonskih sistemov so kolesni elektromotorji še vedno tehnično zahteven izziv tako za inženirje in znanstvenike kot tudi za podjetnike in inovatorje.

Začetek vožnje terja od pogonskega sistema vozila največji navor ravno pri speljevanju, za kar so pri klasičnih avtomobilih z motorji na notranje zgorevanje potrebni mehanski prenosi in menjalniki. Po drugi strani pa električni motorji lahko proizvedejo celoten navor že takoj ob zagonu, brez mehanskih prenosov in so pisani na kožo uporabi za pogon avtomobilov. Tudi zgodovinsko so bili električni motorji razviti kot pogonski sklopi prvih avtomobilov (ki so bili električni), čeprav jih je kasneje zaradi različnih razlogov izpodrinil motor z notranjim zgorevanjem. Dandanes narekuje videz avtomobilov prav klasični pogonski sistem, ki je sestavljen iz motorja na notranje zgorevanje, menjalnika in diferenciala ter izpušnega sistema. Večji del pogonskega sistema je v prednjem delu vozila in pod potniško kabino, kar oblikovalcem vozil praktično onemogoči oblikovanje, ki bi se osredotočilo na uporabniško izkušnjo potnikov. Skupaj z razvojem baterij in naprednih kolesnih elektromotorjev pa se lahko tradicionalna oblika pogonskega sistema drastično spremeni, saj pri uporabi kolesnih električnih motorjev postanejo menjalniki, centralni motor ter ostale komponente mehanskih prenosov popolnoma odveč, pri tem pa se dosežejo izjemno velik izkoristek energije – preko 90 % - nižjo težo vozila in veliko povečanje nadzora nad dinamiko vozila ter izboljšanje varnosti.

Ključne besede: električna vozila, pogon prihodnosti, v platišču, sinhronski motor s permanentnimi magneti, neposreden prenos, visok izkoristek, regeneracija, elektronska komutacija, EM-topologija



IFAM
international trade fair of
automation & mechatronics

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

25.-27.01.2017 Celje, Slovenija
Hala L & L1, www.icm.si

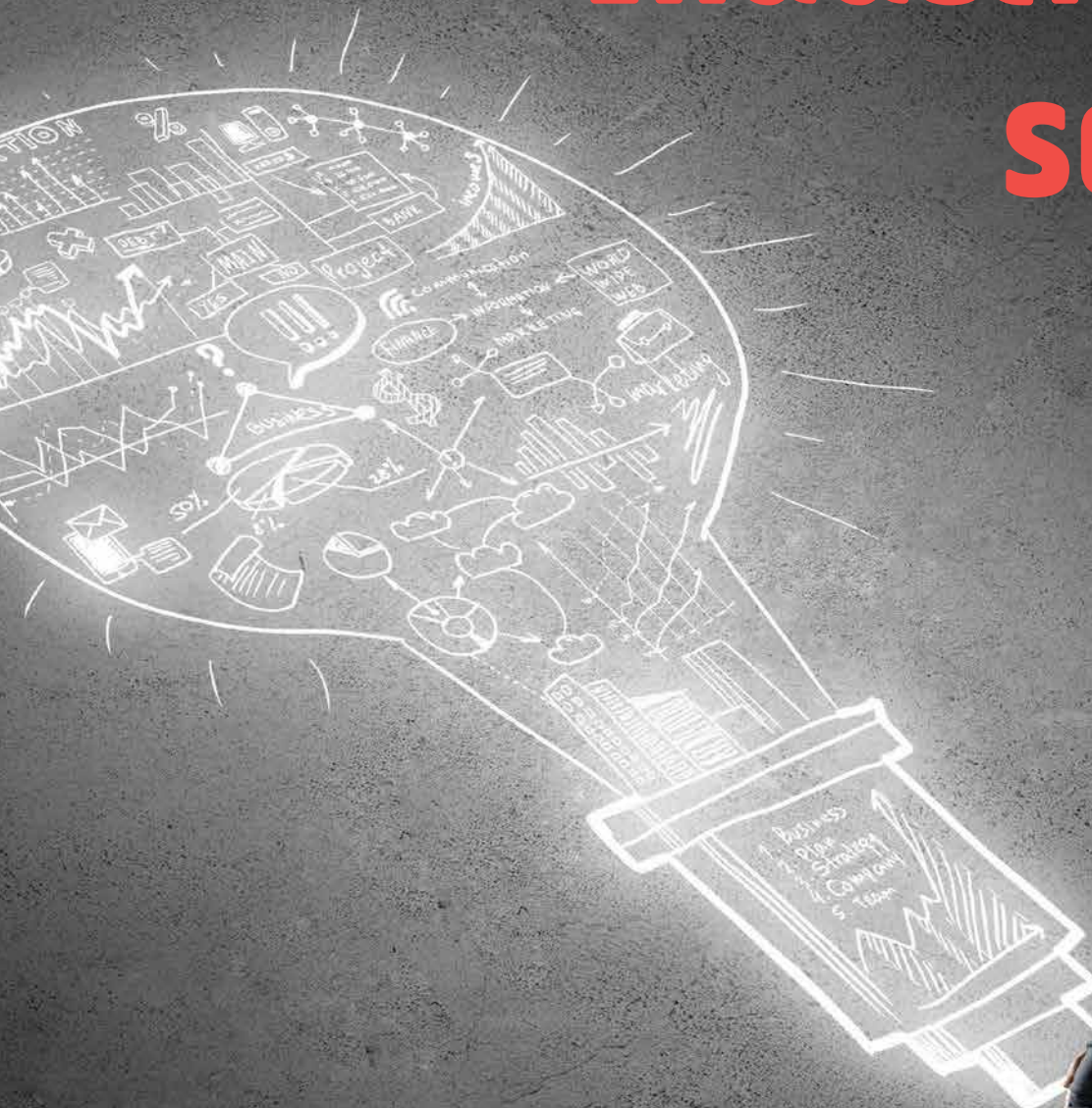


Rok prijave
na sejem
10.10.2016

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



CELJSKI SEJEM

Dispergiranje zraka v posodi z mešali pri velikem pretoku zraka

Andrej BOMBAČ, Ivan MATIJEVIČ

Izvleček: V tem delu je zajeta analiza nekaterih osnovnih karakteristik pri dispergiranju zraka v mešalni posodi, ki so bile izračunane z računalniško dinamiko tekočin (Computational Fluid Dynamics, CFD). V mešalni posodi so bila nameščena naslednja mešala: radialno mešalo ABT kot spodnje, turbinsko mešalo 6PBT45 kot srednje in aksialno mešalo tipa Scaba 3SHP1 kot zgornje mešalo. Vsa mešala so bila enakega premera 0,5 T. Dispergiranje zraka na modelni mešalni napravi s premerom posode 450 mm je bilo obravnavano pri pretoku zraka $28,3 \text{ m}_n^3/\text{h}$ in vrtilni frekvenci mešala 178 vrt/min. Vsi izračuni so bil opravljeni s programsko opremo ANSYS FLUENT 16.2 za reševanje enačb v eno- in dvofaznih sistemih. Na podlagi izračuna CFD tokovnega polja je omogočen lokalni 'vpogled' različnih veličin, kot so npr. tokovno polje kapljevine, hitrostno polje kapljevine ter plinaste faze, tlačne razmere, turbulentna kinetična in disipirana energija, delež plinaste faze itn. Pri obravnavi plinaste faze je bil uporabljen model ravnotežne porazdelitve s šestimi razredi velikosti mehurčkov zraka. S CFD je bila izračunana tudi moč tristopenjskega mešala pri mešanju vode in pri dispergiranju zraka v vodo. Rezultati se zelo dobro ujemajo z izmerjenimi vrednostmi predhodno opravljenih del na modelni mešalni napravi. Za delovno kapljevino je bila uporabljena vodovodna voda.

Ključne besede: izračun CFD, mešanje, dispergiranje zraka, večstopenjsko mešalo, mešalo ABT, turbinsko mešalo, mešalo 3SHP1, moč mešanja, poplavno stanje

1 Uvod

Mešalni reaktorji imajo zelo široko uporabo v procesni tehniki, še posebno v kombinaciji hkratnega dovajanja zraka. Ti reaktorji so lahko opremljeni z različnimi mešali, ki proizvajajo radialni, aksialni ali križni (kombiniran) iztok iz mešala. Medtem ko se aksialna mešala bolj uporabljajo pri procesih suspendiranja trdninskih delcev, so radialna mešala pogosteje uporabljajo za dispergiranje plina v kapljevino. Pri tem je najpogosteje raziskovano in uporabljano Rushtonovo mešalo [1, 5, 7, 15-20], ki lahko v veliki večini primerov zagotovi dobro pomešanje v kapljevini kot tudi dispergiranje pli-

na. Pri nekaterih procesih, kot je npr. fermentacija, se zaradi zahteve po vnosu večjih količin zraka uporablja večstopenjsko mešalo v kombinaciji z vitko mešalno posodo. Takšno večstopenjsko mešalo je lahko sestavljeno iz radialnih [5, 17, 18, 22, 28, 29, 30], aksialnih [8, 21] in protitočnih mešal [8, 24, 26] ali pa iz kombinacije omenjenih mešal [8, 26]. V zadnjem času se najpogosteje uporabljajo kombinacije različnih izvedb aksialnih mešal kot zgornja mešala in spodnjega radialnega mešala [8], ki so zaradi svojih prednosti skoraj v celoti izrinile nekoč zelo uporabljana večstopenjska Rushtonova mešala [2, 18, 20].

Vzajemno z razvojem računalniške moči in računalniške dinamike tekočin (Computational Fluid Dynamics – CFD) je v zadnjem času najti v literaturi številna dela, ki obravnavajo npr. tokovna polja, povzročena z različnimi mešali pri homogeniziranju newtonske [1, 21, 24, 26, 34, 35] in psevdoplastične kapljevine [26, 27] s časi pomešanja [1, 3, 19, 36], dispergiranje plina v kapljevino [31,

36] ter primerno uporabo različnih modelov obravnave turbulence [6, 35] in porazdelitve plinaste faze [27, 29, 31, 36] ter moč mešanja [1, 5] itn. Skoraj vsak izračun CFD potrebuje številne vstopne in robne pogoje, ki so lahko pridobljeni iz lastnih eksperimentalnih preverjanj ali pa so povzeti po literaturi.

V tem delu so predstavljene nekatere karakteristike izračunov CFD pri mešanju vode in pri dispergiranju zraka v vodo v mešalni posodi premera 450 mm s tristopenjskim mešalom. Predhodno so bile že opravljena eksperimentalna dela z vidika moči mešanja v vodi in pri dispergiranju [9], časi pomešanja [1, 3] ter nastanek poplavnega stanja različnih mešal z različnimi premeri [10], da bi zagotovili dispergiranje pri veliki količini vnesenega zraka in pri nižjih vrtilnih frekvencah mešala.

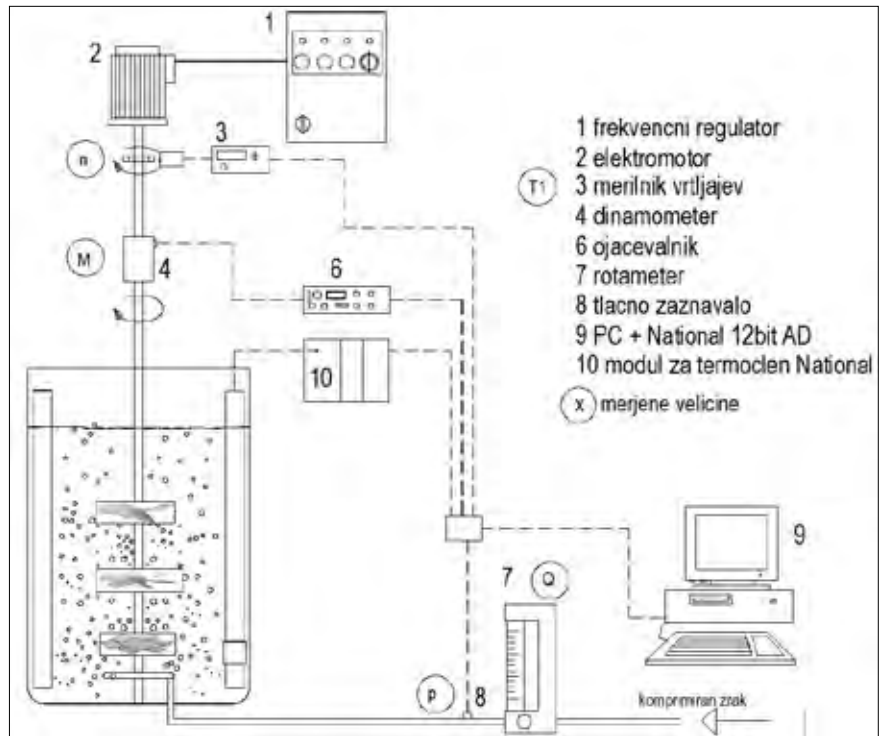
Za mešanje je bilo uporabljeno tristopenjsko mešalo; spodaj je bilo nameščeno radialno diskasto mešalo, nad njim turbinsko mešalo s

Doc. dr. Andrej Bombač, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
Ivan Matijevič, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo in Calcit d.o.o., Proizvodnja kalcitnih polnil, Stahovica

poševnimi lopaticami ter zgornje *hydrofoil* mešalo s tremi lopaticami. Obravnavan je bil hidrodinamski režim pri vrtilni frekvenci mešala 178 vrt/min ($Fr = 0,2$) in pretoku zraka $28,3 \text{ m}_n^3/\text{h}$ ($Fl = 0,23$). Izračun CFD je omogočil prikaz tokovnega polja pri mešanju kapljavine in pri dispergiranju zraka v kapljavino, delež plinaste faze pri dispergiranju zraka v kapljavino, napoved moči pri mešanju kapljavine in pri dispergiranju. Delo je bilo opravljeno s programsko opremo ANSYS FLUENT 16.2 znotraj LFDT na računalniku *Prelog s 768 jedri* na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani.

2 Eksperiment

Mešanje in dispergiranje zraka v vodo je potekalo s tristopenjskim mešalom. Spodnje mešalo je bilo radialno diskasto mešalo z asimetrično zapognjenimi lopaticami (ABT), ki zagotavlja dispergiranje večjih količin plina [23], srednje je bilo turbinsko mešalo s šestimi lopaticami z nagibom 45° (6PBT45) za dispergiranje in cirkulacijo plina [8] ter zgornje aksialno mešalo tipa Scaba (3SHP1) za zagotavljanje cirkulacije kapljavine pri širokem razponu viskoznosti [33]. Posoda premera $T = 450 \text{ mm}$ (ravno dno z zaobljenimi robovi) je bila opremljena s štirimi motilniki toka in višino vode v posodi $H = 910 \text{ mm}$. Namestitev spodnjega mešala je bila $c = 150 \text{ mm}$ od dna posode, razdalja med mešali 280 mm , višina namestitve dispergirnega obroča 75 mm . Dispergirni obroč je imel na spodnji strani 68 šob premera 3 mm . Shema merilne linije je prikazana na sliki 1. Pogonsko gred poganja frekvenčno regulirani elektromotor maksimalne moči 5 kW . Vrtilna frekvenca mešala je bila merjena z merilnikom vrtljajev natančnosti $\pm 1 \text{ vrt/min}$. Za merjenje vrtilnega momenta je bil uporabljen pretvornik HBM z območjem do 10 Nm z natančnostjo $\pm 0,2 \text{ Nm}$, kalibracija je bila izvedena z ojačevalnikom HPSC 3102–5 kHz. Izhodni signal je bil zajet z merilno kartico National Instruments SCXI – 68 in obdelan s programsko opremo LabVIEW. Zajem podatkov je potekal pri enominutni meritvi s



Slika 1. Merilna linija

frekvenco 10 Hz . Globalni prirastek plinaste faze je bil izračunan iz spremembe gladine vode v posodi, $\alpha_g = (H_g - H)/H_g$. Podrobnejši opis naprav v merilni liniji, ki je prikazana na sliki 1, ter točnost izmerjenih vrednosti, ponovljivost meritev itn. so podani v delih [1, 15, 16, 17].

3 Modelske enačbe

Hitrostno polje $\mathbf{v}(\mathbf{r}, t)$ tekočine v fermentorju podaja Navier-Stokesova enačba, ki je za nestisljiv tok ($\nabla \cdot \mathbf{v} = 0$) enaka:

$$\frac{\partial(\rho \mathbf{v})}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{v} \mathbf{v}) = -\nabla p + \nabla \cdot (\eta[\nabla \mathbf{v} + (\nabla \mathbf{v})^T]) + \mathbf{f}, \quad (3.1)$$

kjer sta ρ – gostota in η – viskoznost. \mathbf{f} je označena gostota volumenske sile, s p pa tlak. Ker je pri obravnavani vrtilni frekvenci vrednost Reynoldsovega števila

$$Re = \frac{\rho v D^2}{\eta}$$

($\gg 1 \cdot 10^5$), pričakujemo turbulenten režim. Za modeliranje v računalniški dinamiki tekočin je sistem ohranitvenih zakonov mase, gibalne količine, toplote in snovi v diferencialni obliki, ki velja za obravna-

vo mehanike kontinuuma. Splošna oblika ohranitvenih zakonov so enačbe Navier-Stokes, ki jih lahko uporabimo za opis laminarnega in turbulentnega toka, stisljive in nestisljive ter newtonske in nenewtonske tekočine.

Ohranitev mase:

$$\nabla \cdot \bar{\mathbf{u}} = 0 \quad (3.2)$$

kjer $\bar{\mathbf{u}}$ predstavlja relativno hitrost delca tekočine.

Ohranitev gibalne količine:

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (u_i u_j) = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_i} + \quad (3.3)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[u \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \frac{\partial u_k}{\partial x_k} \delta_{ij} \right) \right] + g_i$$

3.1 k-ε model turbulence

Turbulenčni model *Standard k-ε* parametrizira turbulenco z dvema spremenljivkama. Ti dve sta turbulentna kinetična energija (k) v obliki zapisa

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho k u_i)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\frac{\mu_t}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + 2\mu_t E_{ij} E_{ij} - \rho \varepsilon \quad (3.4)$$

in turbulentna disipacija energije (ϵ)

$$\frac{\partial(\rho\epsilon)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho\epsilon u_i)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\frac{\mu_t}{\sigma_\epsilon} \frac{\partial \epsilon}{\partial x_j} \right] + \quad (3.5)$$

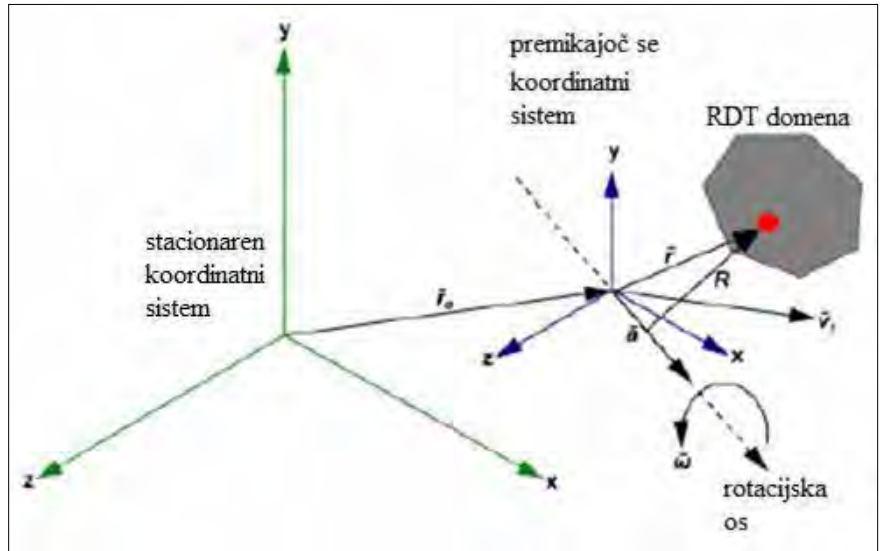
$$C_{1\epsilon} \frac{\epsilon}{k} 2\mu_t E_{ij} E_{ij} - C_{2\epsilon} \rho \frac{\epsilon^2}{k}$$

Gre za najpogosteje uporabljen model ^[6], saj je robusten in dobro služi inženirskim potrebam že vrsto let. Omogoča hitre in stabilne izračune, saj porablja malo računskega časa ter smiselne rezultate pri velikem številu tokov, še posebej pri tistih z velikim številom Re ^[6].

■ 3.2 Pristop MRF

Pri metodi MRF (*MULTIPLE REFERENCE FRAME*) gre za hkratno uporabo večjega števila referenčnih koordinatnih sistemov, sama metoda pa je aproksimacija ustaljenega stanja tekočine in je bila uporabljena v številnih raziskavah ^[1, 5, 7, 37], saj je ob zadovoljivi natančnosti velik prihranek časa CPU. V nadaljevanju je prikazan sistem ohranitvenih zakonov v mirujočem koordinatnem sistemu pri mešanju newtonske tekočine. Pri mešanju z mešali v posodi se najpogosteje uporablja kombinacija zapisa gibanja tekočine glede na mirujoči koordinatni sistem in glede na rotirajoči se koordinatni sistem, kot je prikazano na *sliki 2*. Rotirajoči se koordinatni sistem se vrti s kotno hitrostjo mešala. Uporabimo ga za opis gibanja tekočine v neposredni okolici mešala. Glede na to, da se koordinatni sistem vrti, lahko rešujemo ohranitvene enačbe za relativno gibanje tekočine glede na gibanje koordinatnega sistema. Tudi enačbo ohranitve gibalne količine zapišemo za relativno gibanje tekočine, vendar pa moramo sile, ki delujejo na delec tekočine zaradi gibajočega se koordinatnega sistema, ustrezno modelirati z dodatnimi viri (F_i) gibalne količine:

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (u_i u_j) = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x} \left[u \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \frac{\partial u_k}{\partial x_k} \delta_{ij} \right) \right] + g_i + F_i \quad (3.6)$$



Slika 2. Stacionarni (mirujoči) in gibajoči se koordinatni sistem

ki zajemajo coriolisovo silo::

$$F_{cor} = -2 \cdot \omega \times \vec{u}, \quad (3.7)$$

in centrifugalno silo:

$$F_{cfg} = -\omega \times (\omega \times \vec{r}). \quad (3.8)$$

Povezavo vrednosti hitrosti med območjem, opisanim v rotirajočem koordinatnem sistemu, in območjem, opisanim v nepremičnem koordinatnem sistemu, opravimo na meji med obema območjema, pri tem upoštevamo:

$$\vec{u} = \vec{v} - \omega \vec{r}, \quad (3.9)$$

Kjer so: \vec{u} hitrost tekočine v rotirajočem koordinatnem sistemu, \vec{v} hitrost tekočine v mirujočem koordinatnem istemu, ω kotna hitrost mešala in \vec{r} položajni vektor. Preostale spremenljivke, tlak, temperatura in koncentracija, ne spremenijo vrednosti na vmesni meji med območjema.

■ 3.3 Eulerjev model obravnave dveh faz

Za obravnavo dvofaznega toka, to je dispergiranja zraka v vodi, je uporabljen eulerjev model, ki je uporabljen v številnih delih ^[1, 5-7, 31, 34, 37, 40] za obravnavo posamične faze. Spodnja enačba predstavlja zakon o ohranitvi mase oz. Kontinuitetno enačbo faze (q).

$$\frac{\partial(\alpha_q \rho_q)}{\partial t} + \nabla \cdot (\alpha_q \rho_q \vec{v}_q) = 0 \quad (3.10)$$

kjer \vec{v}_q predstavlja hitrost faze q .

Enačba za ohranitev gibalne količine faze q :

$$\frac{\partial(\alpha_q \rho_q \vec{v}_q)}{\partial t} + \nabla \cdot (\alpha_q \rho_q \vec{v}_q \vec{v}_q) = -\alpha_q \nabla p + \alpha_q \nabla \cdot \bar{\bar{\tau}} + \alpha_q \rho_q \vec{g} + \vec{S}_q \quad (3.11)$$

kjer je $\bar{\bar{\tau}}$ tenzor napetosti q -te faze.

Distribucijo volumenske frakcije faze q zapišemo z

$$\frac{\partial \alpha_q}{\partial t} + \nabla \cdot (\alpha_q \vec{v}_q) = 0. \quad (3.12)$$

■ 3.4 Model porazdelitve velikosti mehurčkov

Za obravnavo porazdelitve velikosti mehurčkov smo uporabili enačbo ravnotežne porazdelitve (Population Balance Equation ali *PBE*) ^[12]. Če Φ predstavlja delec volumna, je zapis transportne enačbe v obliki:

$$\frac{\partial(n(V, t))}{\partial t} + \nabla \cdot (\vec{v}_q n(V, t)) + \nabla_v \cdot (G_v n(V, t)) = \frac{1}{2} \int_0^V a(V - \hat{V}, \hat{V}) n(V - \hat{V}, \hat{V}) n(V, t) d\hat{V} - \int_0^\infty a(\hat{V}, \hat{V}) n(V, t) n(\hat{V}, t) d\hat{V} \cdot$$

$$+ \int_{\Omega} \rho g(\vec{V}) \beta(V|\vec{V}) n(\vec{V}, t) dV$$

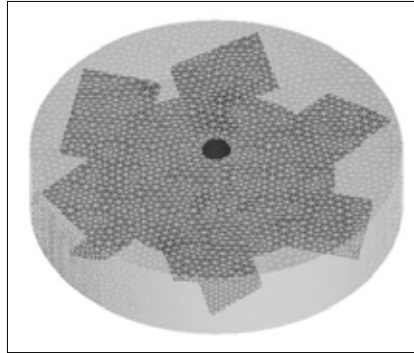
$$- g(V) n(V, t) \quad (3.13)$$

V literaturi je že najti dela [27, 29, 31, 38] z obravnavo PBE, ki pri predvsem manjših mehurčkih podaja dobro ujemanje z izmerjenimi vrednostmi.

■ 4 Numerična simulacija

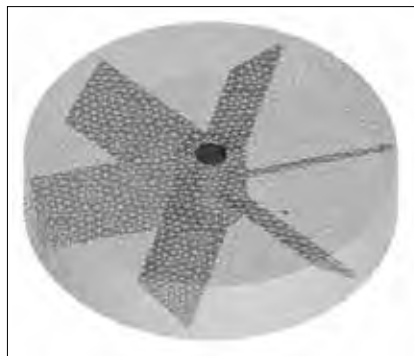
Enačbe (3.1–3.13) rešujemo z metodo končnih volumnov v programskem paketu ANSYS FLUENT 16.2. Računska mreža vsebuje celice, v katerih preračunamo tok tekočine in je diskretni prikaz geometrije obravnavanega problema. Ima združene celice v omejenih območjih, kjer se na mejah območja določijo robni pogoji. Vrsta in gostota računske mreže vplivata na stopnjo ali hitrost konvergence, natančnost izračuna in čas izračuna. Zelo pomembne lastnosti za kvalitetno računsko mrežo so gostota mreže, razmerja sosednjih volumnov celic in ukrivljenost celic. V našem primeru je bil statični del računske mreže v vseh predstavljenih izračunih enak in vsebuje 911 067 elementov (tetraedrov) – *slika 6*. Dinamični del računske mreže zajema posamična uporabljena mešala: mešalo ABT – *slika 3*, z 259 488 tetraedri, mešalo 6PBT45 – *slika 4*, s 191 800 tetraedri, in mešalo 3SHP1 – *slika 5*, z 225 224 tetraedri. Število vseh celic – tetraedrov je 1 587 843 in se nahajajo v celotnem volumnu računske mreže (tudi ob stenah). Ukrivljenost celice predstavlja razliko med obliko obravnavane celice in obliko enakostranične celice enakovrednega volumna, pri tem je znašala maksimalna ukrivljenost celic $8,7e-01$ in je zadostila pogojem kvalitete mreže v uporabljenem programskem orodju [12], kvaliteto pa smo preverili s programom Ansys Fluent 16.2. Glede ustreznosti gostote celic računske mreže primerjamo z viri literature: za podobne režime dispergiranja zraka v posodi z mešali so bile uporabljene mreže s številom celic od 0,6 do 2,0 milijona celic [35, 41].

Pri reševanju vseh transportnih enačb je bila uporabljena krajevna

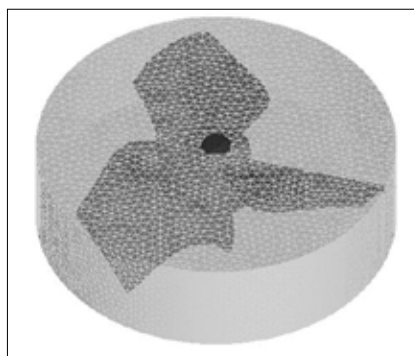


Slika 3. Dinamični del računske mreže mešala ABT

diskretizacija prvega reda (npr. privetrna shema 1. reda za konvektivni člen). Za sklopitev tlačnega in hitrostnega polja je bila uporabljena shema *SIMPLE*. Časovna diskretizacija je popolnoma implicitna, torej 1. reda. Diskretizacija 2. reda in višje je sicer bolj natančna, pojavijo pa se problemi s konvergiranjem in s tem nismo nadaljevali.

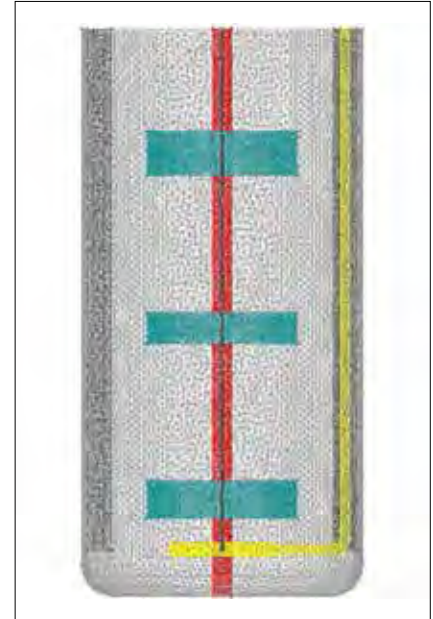


Slika 4. Dinamični del računske mreže mešala



Slika 5. Dinamični del računske mreže mešala 3SHP1

Pri izračunu mešanja v enofaznem sistemu (zgolj kapljevine) je začetno ustaljeno stanje doseženo pri 130 000 iteracijah. Na vseh stenah je bila hitrost tekočine enaka hitrosti



Slika 6. Statični del mreže fermentorja za uporabljeni sklop mešal posode

stene (zdrsa ni), pri reševanju enačb popisa turbulence pa so bile uporabljene standardne stenske funkcije.

■ 4.1 Pristop k izračunu CFD

Mešalno posodo smo obravnavali kot 3D problem. Modeli so bili izrisani z ustrežno programsko opremo ter v nadaljevanju obdelani z mrežilnikom *ICEM CFD*, ki se uporablja za izdelavo računskih mrež. Sledil je izvoz nestrukturirane računske mreže v Ansys Fluent 16.2. Gre za aplikacijo, ki jo uporabljamo za reševanje problemov mehanike kontinuuma. Z numeričnimi izračuni v programu Fluent smo simulirali tokovna polja, ki nastanejo pri mešanju newtonske tekočine v mešalni posodi z različnimi mešali pri reševanju sistema enačb z MRF v ustaljenem načinu. Za dispergiranje zraka v mešalni posodi z mešali smo naredili časovno odvisen (tranzienten) izračun z Eulerjevimi modelom dveh faz, Eu/Eu in MRF. Uporabljena je bila diskretna metoda porazdelitve mehurčkov s šestimi razredi, kjer so najmanjši mehurčki 1,2 mm in največji 12 mm. Izbor velikosti mehurčkov temelji na izkustveni domeni, saj je v izbranem hidrodinamičnem režimu ($Fr = 0,2$ in $Fl = 0,2$) zelo velik vnos plinaste

faze glede na obstoječo črpalno zmogljivost mešal, ki jo pogojuje nizka vrtilna frekvenca mešal. Pri izračunih smo uporabili standardni model turbulence, 'Standard k-ε', ki je najpogostejše v uporabi in je stabilen tudi v režimih z velikim deležem plinaste faze.

Poleg tokovnih polj so nas zanimala tudi vrednosti vrtilnega navora \vec{M} mešalne gredi pri konstantni vrtilni frekvenci mešala. Iz vrtilnega navora in vrtilne frekvence smo izračunali disipacijo energije za premagovanje tlačnih in viskoznih sil pri gibanju kapljevine v eno- in dvofaznem sistemu. Sledil je še izračun števila moči Ne za primerjavo z merjenimi vrednostmi na modelni napravi in po virih literature. Pri vseh izračunih tokovnih polj v eno- in dvofaznem sistemu je bil uporabljen fakultetni superračunalnik PRELOG s 36 licencami.

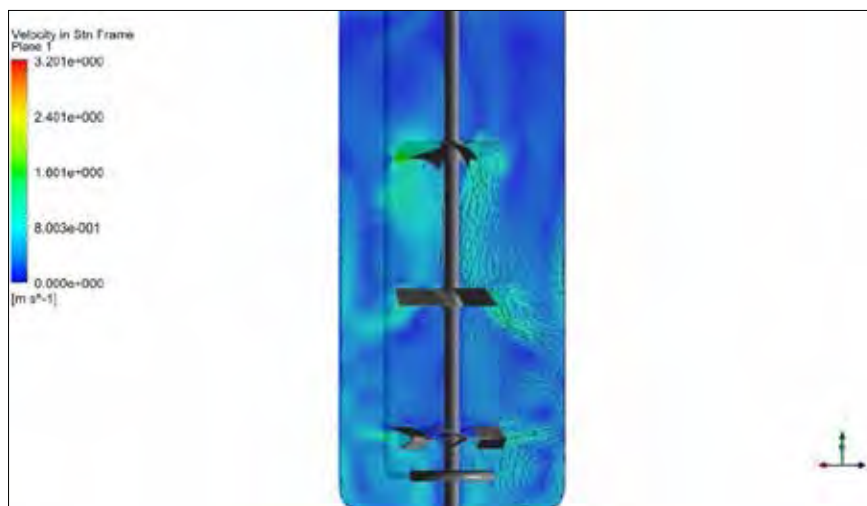
V zadnjem koraku smo izračune posameznih simulacij izvozili v programski sklop Ansys CFD-Post 16.2. Gre za aplikacijo za analizo izračunanih vrednosti, dobljenih s programskim orodjem *Ansys Fluent 16.2* oz. "poprocesni" program, ki omogoča vizualizacijo izračunanih vrednosti.

Iz izračuna povprečne hitrosti kapljevine v statičnem delu računske mreže izhaja, da se hitrost kapljevine ustali pri približno 5,71 s in znaša ~0,32 m/s. Povprečna hitrost zraka se v statičnem delu računske mreže ustali pri 2,8 s in znaša 0,53 m/s in je za 66 % višja kot hitrost kapljevine v dvofaznem sistemu. Izračun je bil prekinjen pri 11 s računskega časa, za kar je računalnik Prelog s 36 jedri potreboval 135 h 42 min 50 s. Za kriterij konvergence je bil uporabljen normalizirani ostanek, manjši od $1 \cdot 10^{-4}$.

■ 5 Rezultati

■ 5.1 Tokovno polje pri mešanju kapljevine

S tokovnimi polji so prikazane ustvarjene cirkulacije obravnavanega sklopa mešal, dosežene maksimalne hitrosti in njihove lokacije ter



Slika 7. Hitrostno polje pri mešanju vode z vektorji hitrosti v ravnini med motilniki toka

smeri vektorjev hitrosti kapljevine pri mešanju. Kvalitativna slika tokovnega polja je pomembna, saj z njo lahko odkrijemo zastojne cone v mešalni posodi [22, 37, 38]. V našem primeru je uporabljen sklop mešal, ki hkrati zagotavlja intenzivno cirkulacijo, mešanje in distribucijo plinaste faze. V nadaljevanju so na *sliki 7* prikazani vektorji hitrosti kapljevine pri mešanju kapljevine s tristopenjskim mešalom. Tako je dobro vidno radialno iztekanje kapljevine iz spodnjega mešala (ABT) proti steni mešalne posode. Pri tem se iztekajoči tok razdeli tik ob steni posode na zgornji in spodnji tok, ki ustvarjata značilna vrtinca: v spodnjem delu pod ravnino mešala in zgornji vrtinec, ki je v interakciji z izstopajočim tokom srednjega mešala (6PBT45). Zgornje (3SHP1) in srednje (6PBT45) mešalo ustvarjata skupno cirkulacijsko zanko s tokom kapljevine ob gredi navzdol. Izstopajoči tok iz srednjega mešala (6PBT45) je usmerjen poševno navzdol in proti steni reaktorja (pod približno 45°) ter se ob steni razcepi, en del se usmeri navzgor in vključi v vstopajoči tok v zgornje mešalo (3SHP1), drugi del se usmeri navzdol in predstavlja spodnjo cirkulacijo pod ravnino srednjega mešala (6PBT45).

■ 5.1.1 Izračun CFD moči mešanja vode v mešalniku

Moč mešanja predstavlja zmnožek kotne hitrosti $\omega = 2 \pi n$ [rad/s] in vrtilnega momenta M [Nm], ki deluje

na mešalo in gred:

$$P = 2 \pi n M \quad (5.1)$$

Skupni vrtilni moment okoli določenega središča je izračunan z vsoto vektorskih produktov tlačnih in viskoznih sil za vsako ploskev z vektorjem vrtilnega momenta, ki je krajinski vektor \vec{r}_{AB} iz določenega centra vrtilnega momenta A do točke B, prikazano na *sliki 8*, kjer deluje vektor sile \vec{F} [12]. Skupni vrtilni moment \vec{M} je torej vsota vrtilnih momentov zaradi delovanja tlačne in viskozne sile:

$$\vec{M} = \vec{r}_{AB} \times \vec{F}_p + \vec{r}_{AB} \times \vec{F}_v, \quad (5.2)$$

kjer A predstavlja središče vrtilnega momenta, B izvor sile, \vec{r}_{AB} krajinski vektor vrtilnega momenta, \vec{F}_p vektor tlačne sile in \vec{F}_v vektor viskozne sile [12, 13].

Število moči (Ne) različnih mešal je bilo izračunano pri isti vrtilni frekvenci $n = 178 \text{ min}^{-1}$, center vrtilnega momenta pa je predstavljal točka A(0,0,0) v središču mešala. Pri temperaturi 20 °C je gostota vode $\rho_w = 998,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, dinamična viskoznost $\eta_w = 1,003 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$, premer vseh mešal je enak 0,225 m. Režim mešanja vode v posodi je turbulenten.

S funkcijo v *Fluentu* je izračunana vrednost skupnih vrtilnih momentov za ustaljeno stanje. Vrednost skupnega povprečnega vrtilnega momenta pri mešanju vode v me-

šalni posodi znaša 2,856 Nm. Z uporabo enačbe (5.1) je izračunana skupna povprečna moč mešanja tristopenjskega mešala 53,24 W. Tako je izračunana vrednost brezdimenzijskega števila moči $Ne_{CFD} = 3,542$. Izmerjena vrednost števila moči ^[11] tristopenjskega mešala (ABT + 6PBT45 + 3SHP1) pri mešanju vode na modelni napravi LFDT znaša pri 178 vrt/min v povprečju $Ne_{mer} \sim 3,57$, rezultati meritev so prikazani na sliki 9.

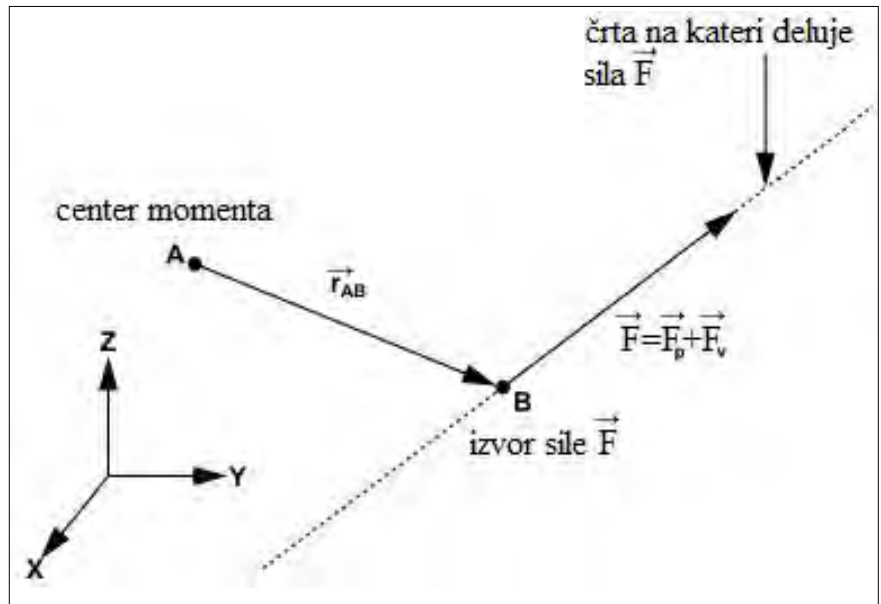
Tako je odstopanje definirano kot: $(Ne_{CFD} - Ne_{mer}) / Ne_{mer} = (3,542 - 3,57) / 3,57 \sim -0,8 \%$.

Relativno odstopanje v iznosu $-0,8 \%$ predstavlja nekoliko nižjo vrednost CFD, kar pa je več kot odlično ujemanje, saj je najti v literaturi podobne primerjave precej višjih odstopanj ^[1,4-7].

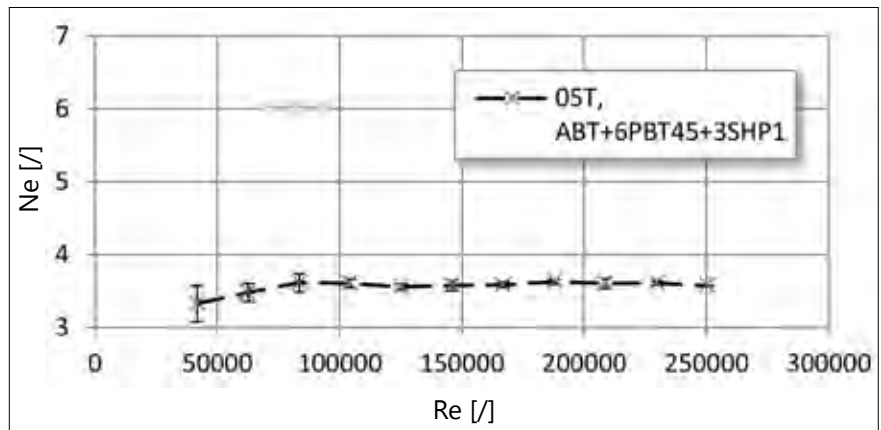
■ 5.2 Tokovno polje pri dispergiranju zraka

V nadaljevanju je obravnavan dvofazni sistem voda-zrak, kar predstavlja dispergiranje zraka v vodo z obravnavanim mešalom (178 vrt/min, $28,3 \text{ m}_n^3/\text{h}$) pri ustaljenem dvofaznem režimu, ki se je ustalil pri času 11 s.

Na sliki 10 je prikazan lokalni DPF, kjer lestvica na levi prikazuje vrednosti faze PDF v presečni ravnini med motilniki toka, kjer rdeča pred-



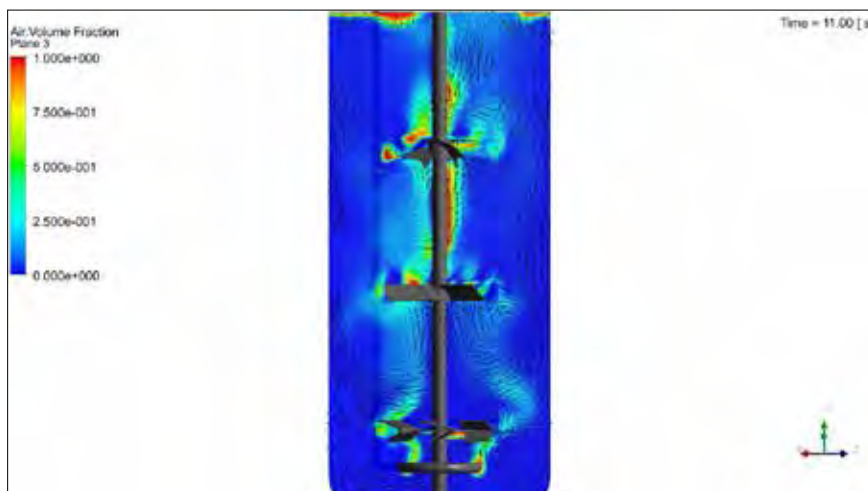
Slika 8. Vrtilni moment okoli središča A ^[12]



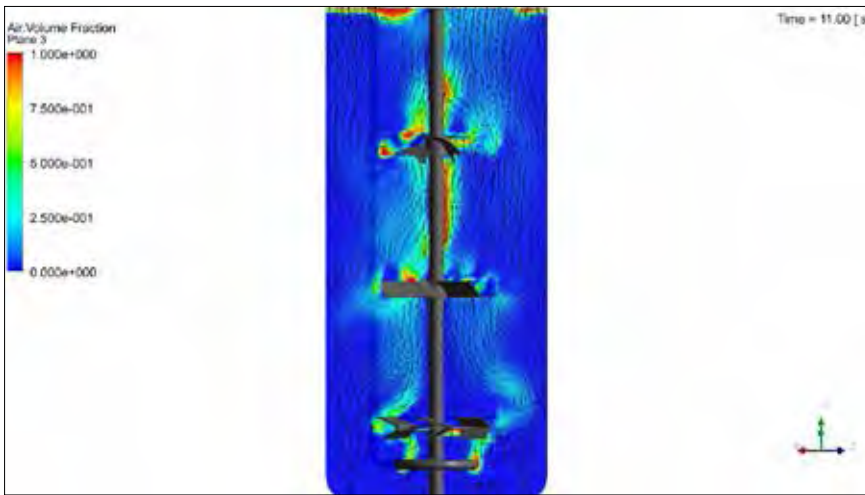
Slika 9. Karakteristika moči tristopenjskega mešala (ABT + 6PBT45 + 3SHP1) premera 0,5 T pri mešanju v vodi

stavlja plinasto fazo (1), temno modra kapljevino (0) in vektorji hitrosti vode. Iz porazdelitve plinaste faze

na sliki 10 je razvidno, da je vpliv plinaste faze dominanten v področju med srednjim in zgornjim mešalom, saj močno spreminja tokovno polje kapljevine v mešalni posodi glede na tisto pri mešanju zgolj kapljevine. Vektorji hitrosti kapljevine kažejo smer in hitrost gibanja kapljevine, ki pri največjem deležu plinaste faze sovpadajo z vzgonsko komponento zraka, medtem ko pri manjših deležih plinaste faze prevladuje inercija kapljevine. Zrak izstopa iz spodnje strani razpršilnega obroča in vstopa v področje spodnjega mešala (ABT). Tvorba različnih struktur plinskih votlin na lopaticah mešala pomembno vpliva na intenzivnost izstopajočega dvofaznega toka iz mešala, ki je radialno usmerjen proti steni mešala. Tik ob steni posode se razdeli na zgornji in spodnji tok



Slika 10. DPF in vektorji hitrosti vode pri dispergiranju zraka v ravnini med motilniki toka



Slika 11. DPF in vektorji hitrosti plinaste faze pri dispergiranju zraka v ravnini med motilniki toka

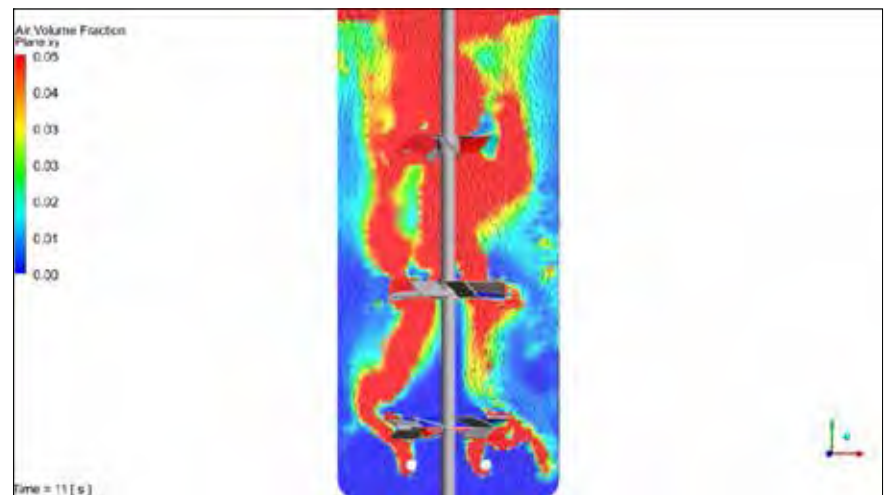
in ustvarja značilna vrtinca: v spodnjem delu pod ravnino mešala in zgornji vrtinec. Prevladuje inercija kapljevine, cirkulacija kapljevine se dobro ohranja in je skoraj enaka tisti pri mešanju zgolj kapljevine. Podobna je tudi cirkulacija kapljevine v področju med spodnjim (ABT) in srednjim mešalom (6PBT45). Zelo očitna pa je razlika smeri kapljevine v področju med srednjim (6PBT45) in zgornjim mešalom (3SHP1). Tu vstopa dvofazni tok v zgornje mešalo (3SHP1) od spodaj, izstopajoči dvofazni tok pa je usmerjen radialno proti steni posode, kjer se tok kapljevine usmeri tik ob steni posode navzdol in se združi z izstopajočim tokom iz srednjega mešala (6PBT45).

V delu [37] je podana študija CFD lokalnih tokovnih polj pri treh hidrodinamičnih režimih v vitki posodi s tremi enakimi turbinskimi mešali (6PBT45) in enakega premera T/3 ($T = 300$ mm), rezultati pa so primerjani z merjenimi vrednostmi. Izbrani so bili trije režimi (a) DFF: $Fl = 0,638$ in $Fr = 0,028$, (b) DDF: $Fl = 0,438$ in $Fr = 0,0597$ ter (c) DDL: $Fl = 0,163$ in $Fr = 0,430$. Pri tem pomenijo oznake lokalno stanje posameznega mešala od zgoraj navzdol: D – dispergiranje, L – zadovoljivo dispergiranje (loading) in F – poplavno stanje (flooding). Tako iz porazdelitve DPF kot iz vektorjev hitrosti kapljevine je razvidno poplavno stanje mešala v primeru (a) DFF in v primeru (b) DDF. Zadovoljivo dispergiranje (L) je doseženo

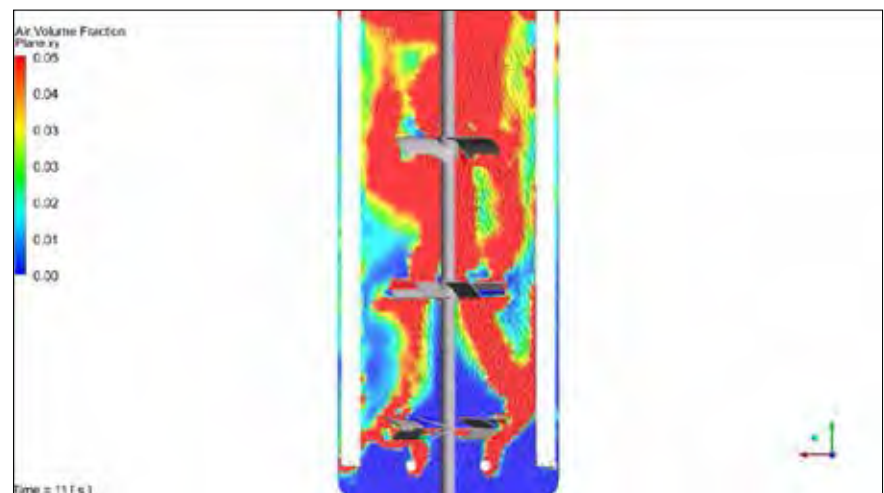
še le v režimu (c) DDL to je pri $Fl = 0,163$ in $Fr = 0,430$.

Naš raziskovani hidrodinamski režim z (nekoliko) večjim pretokom zraka $Fl = 0,2$ in precej manjšo vrtilno frekvenco mešala $Fr = 0,2$ podaja dispergiranje na vseh treh mešalih, kar predstavlja odličen rezultat.

Na *sliki 12* so zaradi boljšega vpogleda v porazdelitev plinaste faze prikazane vrednosti manjše od 5 % ter vektorji hitrosti plinaste faze pri dispergiranju zraka v presečni ravnini motilnikov toka ($\varphi = 0^\circ$). Plinasta faza je (v izbrani presečni ravnini) prisotna skoraj po celotnem volumnu kapljevine, hkrati pa je razvidno, da v obravnavanem 3D modelu CFD ni simetrične porazdelitve. To je posebej razvidno iz prikaza porazdelitve plinaste faze v istem časovnem koraku pri različnih presečnih ravninah; $\varphi = 0^\circ$ – *slika 12*, 45° – *slika 13*, 90° – *slika 14* in 135° – *slika 15*. V



Slika 12. Delež plinaste faze ($\alpha \leq 5\%$) in vektorji hitrosti zraka pri dispergiranju zraka ($\varphi = 0^\circ$)



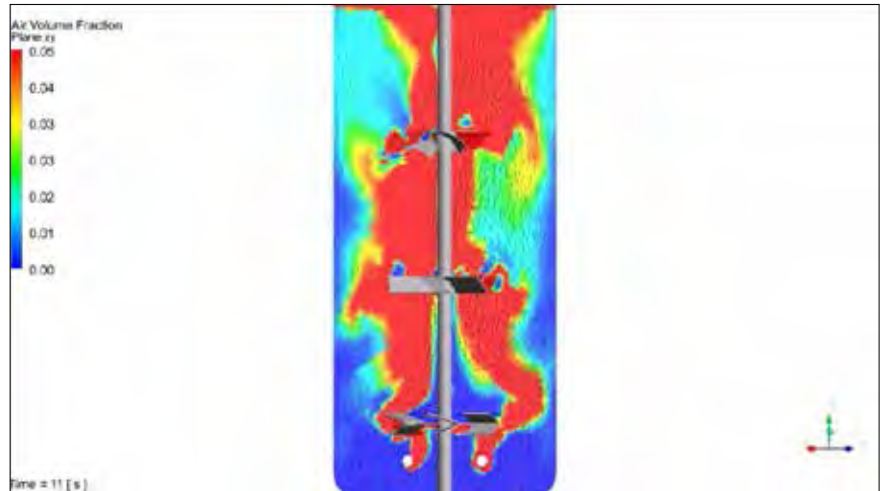
Slika 13. Delež plinaste faze ($\alpha \leq 5\%$) in vektorji hitrosti zraka pri dispergiranju zraka ($\varphi = 45^\circ$)

omenjenih ravninah ni videti zastojnih con, kjer bi se plinasta faza zadrževala oziroma bila 'ujeta' v močno cirkulacijo kapljevine med mešali, kot je to značilno pri večstopenjskem Rushtonovem mešalu.

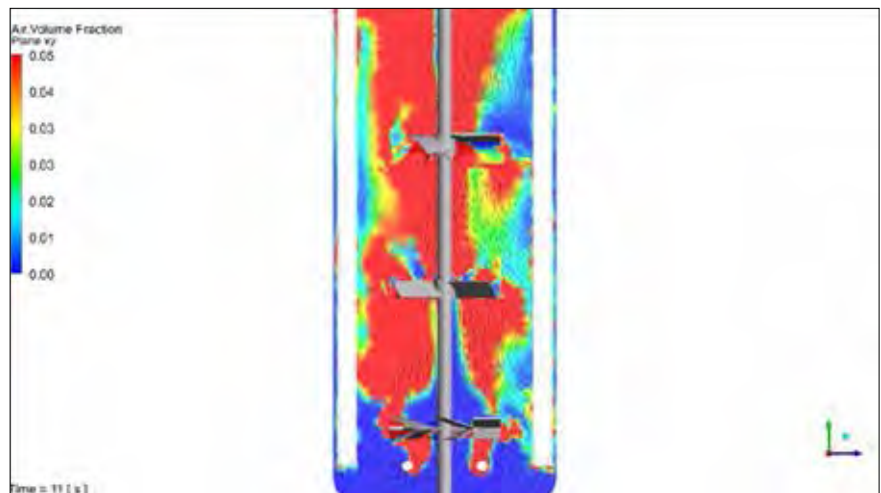
Izhajajoč iz porazdelitve plinaste faze na slikah 10 in 11, kjer je $0 \leq \alpha \leq 1$, je v nadaljevanju na *sliki 16* prikazana porazdelitev velikosti mehurčkov. Največji mehurčki so ob gredi mešala, kjer prevladujejo vzgonske sile plina z velikim deležem plinaste faze, ter pri gladini na izstopu iz kapljevine.

Mehurčki premera 5,8 mm in manjši so prisotni v obodnem delu posode ter v področju močnih strižnih sil v okolici spodnjega mešala (ABT), mehurčki premera 3 mm v področju nastajanja na izstopu iz šob pod dispergirnim obročem ter najmanjši v področju cirkulacije kapljevine pod spodnjim mešalom, ki jih 'zadržuje'. Podobno kvalitativno porazdelitev mehurčkov (premerov do 5mm) je najti z uporabo napovedi razpada mehurčkov (bubble break-up) in ponovnega združevanja (koalescence) v delih ^[29, 31]. Kvantitativne primerjave z viri literature ni moč najti zaradi specifičnosti same kombinacije mešal (ABT + 6PBT45 + 3SHP1) in premer mešala $0,5 T$ – ki pa je pogojen z veliko količino dovajanega zraka.

Za primerjavo je na *sliki 17* posnetek dispergirnega stanja v obravnavanem hidrodinamičnem režimu. Iz vizualnega opazovanja so razvidna



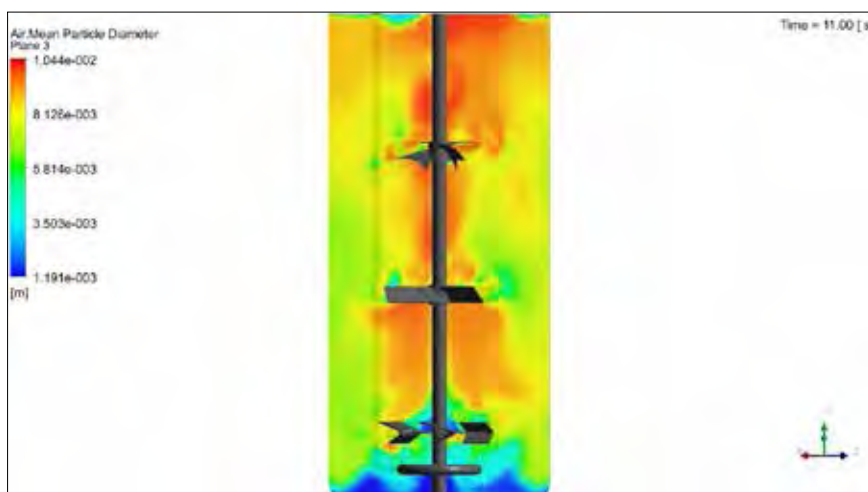
Slika 14. Delež plinaste faze ($\alpha \leq 5\%$) in vektorji hitrosti zraka pri dispergiranju zraka ($\varphi = 90^\circ$)



Slika 15. Delež plinaste faze ($\alpha \leq 5\%$) in vektorji hitrosti zraka pri dispergiranju zraka ($\varphi = 135^\circ$)

različna področja intenzivnosti gibanja mehurčkov, prav tako tudi različne velikosti mehurčkov. Občasno je v osrednjem – centralnem

delu med srednjim in zgornjim mešalom koncentracija plinaste faze večja, medtem ko se ob steni posode stanje ohranja.



Slika 16. Porazdelitev velikosti mehurčkov zraka pri dispergiranju

5.2.1 Izračun CFD moči pri mešanju v dvofaznem sistemu voda-zrak

S programom v *Fluentu* je po enačbi 5.2 izračunana vrednosti skupnih vrtilnih momentov za ustaljeno stanje dvofaznega sistema voda-zrak. Vrednost skupnega povprečnega vrtilnega momenta pri dispergiranju zraka znaša 2,54 Nm. Izračunano povprečje zajema vrednosti zadnje (11.) sekunde razvitega toka. Z enačbo 5.1 je izračunana povprečna moč mešanja $P_{CFD2F} = 47,35$ W, razmerje moči $P_g/P = 0,89$, kar



Slika 17. Dispergiranje zraka na mešalni napravi pri 178 vrt/min in pretoku zraka 28,3 m_n³/h

predstavlja 11-odstotno zmanjšanje glede na mešanje kapljevine.

Zmanjšanje moči je pričakovano majhno, saj se črpalna zmogljivost tega tristopenjskega mešala zelo dobro ohranja navkljub veliki količini dovedenega zraka. Pri dispergiranju s tristopenjskim Rushtonovim mešalom [2] bi znašala razmerje moči $P_g/P \sim 0,65$ oziroma zmanjšanje disipirane energije za 35 %. Pri tem bi bilo spodnje mešalo poplavljen [17] (z veliko verjetnostjo poplavljanja tudi srednjega mešala). V takšnem primeru to predstavlja neučinkovito operacijo z zastojnimi conami mešanja in zelo neenakomerno porazdelitvijo plinaste faze po volumnu kapljevine. Predhodno

so bile opravljene tudi meritve pri mešanju vode in dispergiranju zraka v vodo, moč mešanja pri dispergiranju v omenjenem hidrodinamičnem režimu pa je znašala $P_{mer2F} = 46,8$ W.

Naslednja primerjava moči podaja odstopanje:

$$(P_{CFD2F} - P_{mer2F}) / P_{mer2F} = (47,35 - 46,8) / 46,8 = 0,0118 \text{ oziroma } 1,2 \%$$

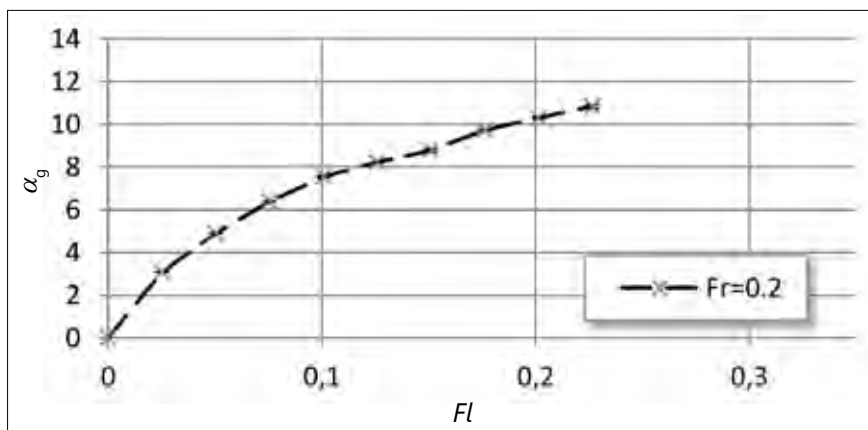
Glede na manjšo izračunano moč CFD v kapljevini glede na izmerjeno je bilo podobno pričakovati tudi pri dispergiranju. Glede na uporabljeni model porazdelitve PBE, ki predvideva relativno velike mehurčke v področju koalescence, pa to lahko nakazuje na podrobnejšo preverjanje vstopnih parametrov v izračunu CFD.

■ 5.2.2 Prirastek plinaste faze

Z integracijo deleža plinaste faze po volumnu kapljevine [12]:

$$\alpha_{GCFD} = \frac{1}{V} \int \alpha dV = \frac{1}{V} \sum_{i=1}^n \alpha_i |V_i| \quad (5.3)$$

izrazimo globalni delež plinaste faze, ki znaša 0,0591 in ga lahko primerjamo z izmerjenim deležem. Na sliki 18 so prikazane izmerjene vrednosti deleža plinaste faze, kjer je za podoben režim ($Fr = 0,2$ in $Fl = 0,226$) $\alpha_g = 10,85$ %. Globalni delež plinaste faze je bil merjen po metodi spremembe gladine $\alpha_g = (H_g - H) / H_g$ pri dispergiranju zraka v vodo.



Slika 18. Globalni delež plinaste faze v odvisnosti od pretočnega števila

Primerjava izračunane in izmerjene vrednosti podaja naslednje odstopanje:

$$(\alpha_{GCFD} - \alpha_{Gmer}) / \alpha_{Gmer} = (5,91 - 10,85) / 10,85 = -45,5 \%$$

V tem primeru je α_{GCFD} za 45,5 % nižja od izmerjenega deleža, kar tudi kaže na to, da uporabljeni model porazdelitve PBE predvideva prevelike mehurčke v področju koalescence.

Z nadaljnjimi korekcijami velikostnih razredov mehurčkov (zmanjšanje premera) in ponovljenimi izračuni je pričakovati ustrežnejšo porazdelitev mehurčkov, povečanje globalnega deleža plinaste faze ter s tem boljšega ujemanja CFD izračunanih vrednosti z izmerjenimi.

■ 7 Zaključki

V tem poročilu je obravnavana analiza tokovnega polja kapljevine, izračunana s CFD komercialnim programom ANSYS FLUENT 16.2 pri mešanju vode ter pri mešanju vode z dispergiranjem zraka v mešalni posodi volumna 0,145 m³. Obravnavano mešalo je tristopenjsko: spodnje mešalo je s šestimi asimetrično zapognjenimi lopaticami (ABT), srednje mešalo je turbinsko s šestimi lopaticami, nagnjenimi za 45° (6PBT45) in zgornje mešalo je aksialno s tremi kraki (3SHP1). Izračuni CFD so bili izvedeni po metodi končnih volumnov, uporabljena je bila t. i. metoda reševanja enačb MRF, za popis turbulence je bil uporabljen standardni model $k-\epsilon$, ki je zelo robusten in omogoča krajše čase izračunov. Za obravnavo dispergiranja zraka v vodi je uporabljen Eulerjev model obravnave faz Eu/Eu , za porazdelitev in velikost mehurčkov je bil uporabljen model porazdelitve mehurčkov (BPM). Za izračun CFD sta bila izbrana naslednja obratovalna parametra: vrtilna frekvenca mešal 178 vrt/min (rpm) in pretok zraka 28,3 m_n³/h. Pri enakem hidrodinamičnem režimu so bile na preizkusni laboratorijski napravi (enake velikosti kot obravnavani izračun CFD) opravljene meritve moči mešanja v vodi in pri

dispergiranju zraka ter globalnega deleža plinaste faze ter vizualizacija skozi steno posode.

Izračun CFD podaja pri mešanju vode dobro vidno iztekanje iz mešal ter cirkulacijo kapljevine ter kvalitativni vpogled v številne druge karakteristike. Izračunana vrednost števila Ne je nekoliko manjša od merjene ($-0,8\%$), kar je zelo dobro ujemanje in primerljivo z literaturo.

Pri dispergiranju zraka v vodo se tokovno polje kapljevine med srednjim in zgornjim mešalom precej spremeni, saj je vpliv plinaste faze tu dominanten. Še vedno pa je vzpostavljena cirkulacija kapljevine v tem območju, kar kvalitativno potrjuje, da ni doseženega lokalnega poplavnega stanja (kot to potrjujejo tudi izvedene meritve na modelni napravi). Pri tem je izporazdelitve velikosti mehurčkov razvidno, da se največji mehurčki nahajajo ob gredi mešala, kjer prevladujejo vzgonske sile plina z velikim deležem plinaste faze, ter pri gladini na izstopu iz kapljevine. Mehurčki srednje velikosti so prisotni v obodnem delu posode ter v področju močnih strižnih sil v okolici mešala ABT, manjši v področju nastajanja na izstopu iz šob pod dispergirnim obročem ter najmanjši v področju cirkulacije kapljevine pod spodnjim mešalom, ki jih 'zadržuje'. Pri dispergiranju zraka v vodo je bila izračunana povprečna moč za 11% manjša od moči mešanja kapljevine. Zmanjšanje moči je pričakovano majhno, saj se črpalna zmogljivost tega tristopenjskega mešala zelo dobro ohranja navkljub veliki količini dovedenega zraka. Primerjava izračunane moči z merjeno na modelni napravi podaja dobro ujemanje, saj je le za $1,2\%$ večja. Izračun CFD globalnega deleža plinaste faze znaša $5,9\%$, kar predstavlja zgolj 54% izmerjenega deleža plinaste faze. Glede na uporabljeni model porazdelitve velikosti mehurčkov izhaja, da so verjetno predvideni mehurčki v področju koalescence preveliki oziroma da je potrebno podrobnejše preverjanje vstopnih parametrov BPM v izračunu CFD.

Literatura

- [1] Bombač, A., Beader, D., Žun, I. *Mixing times in a stirred vessel with a modified turbine. Acta chimica slovenica*, ISSN 1318-0207, **2012**, 59, 4, 707–721.
- [2] Bombač, A. *Effects of geometrical parameters on Newton number in an aerated stirred tank*, *StrojV-J.Mech.Engng*, 44, 3, 105–116, **1998**.
- [3] Matijević, I., Bombač, A., Mencinger, J., Žun, I. *Primerjava izračunanih časov pomešanja za dve mešali z dvema računskima metodama*. *Kuhljevi dnevi 2013*, Rogaška Slatina, 25.–26. september, 2013. HRIBERŠEK, Matjaž (ur.), RAVNIK, Jure (ur.). *Zbornik del*. Ljubljana: SDM, **2013**, 113–120.
- [4] Basara, B., Alajbegovic, A., Beader, D. *Simulation of single- and two-phase flows on sliding unstructured meshes using finite volume method* INTERNATIONAL JOURNAL FOR NUMERICAL METHODS IN FLUIDS 45, 10, 1137–1159, **2004**.
- [5] Taghavi, M., Zadghaffari, R., Moghaddas, J., Moghaddas, Y. *Experimental and CFD investigation of power consumption in a dual Rushton turbine stirred tank*. *Chem. Engng. Res. Des.*, **2011**, 89, 280–290.
- [6] Joshi, J. B., Nere, N. K., Rane, C.V., Murthy, B. N., Mathpati, C. S., Patwardhan, A.W., Ranade, V. V. *CFD Simulation of stirred Tanks: Comparison of turbulence models. Part I, Radial flow impellers*. *Can. J. Chem. Engng.*, **2011**, 89, 23–82.
- [7] Ochieng, A., Onyango, M. S., Kumar, A., Kiriamiti, K., Musonge, P., *Mixing in a tank stirred by a Rushton turbine at a low clearance*. *Chem. Engng. Proc.*, **2008**, 47, 842–851.
- [8] Edward L. P., V. A. Atiemo-Obeng, S.M. Kresta, *Handbook of industrial mixing, science and practice*, JW&Sons, Hoboken, **2004**.
- [9] Bombač, A., Vidic, M., Cotič, M. *Analiza osnovnih karakteristik pri mešanju vode in dispergiranju zraka na industrijskem fermentorju in modelni napravi*. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, LFD, **2014**.
- [10] Bombač, A., Vidic, M., Plut, M. *Analiza osnovnih karakteristik pri mešanju vode in dispergiranju zraka z enim mešalom na modelni napravi : poročilo*. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za dinamiko fluidov in termodinamiko, **2015**.
- [11] Bombač, A., Vidic, M., Plut, M. *Analiza osnovnih karakteristik pri mešanju in dispergiranju zraka s tristopenjskim mešalom na modelni mešalni napravi : poročilo*. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za dinamiko fluidov in termodinamiko, **2015**.
- [12] Ansys Inc., *Ansys Fluent Theory guide*, Release 14.0, **2011**.
- [13] Bakker A., Marshall M. E., *Computational Fluid Mixing*, Fluent Inc., Lebanon, New Hampshire, USA, **2003** <http://www.bakker.org/cfmbook/cfmbook.htm>, ogled 26. 3. 2013.
- [14] Stenmark E. *On Multiphase Flow Models in ANSYS CFD Software*. Master's Thesis in Applied Mechanics, Chalmers University of Technology, Göteborg **2013**.
- [15] Bombač A., Žun, I., Filipič, B., Žumer, M. *Gas-filled cavity structures and local void fraction distribution in aerated stirred vessel*. *AIChE J.*, 43, 11, 2921–2931, **1997**.
- [16] Bombač A., Žun, I. *Gas-filled cavity structures and local void fraction distribution in vessel with dual-impellers*. *Chem. Eng. Sci.*, 55, 15, 2995–3001, **2000**.
- [17] Bombač A., Žun, I. *Individual impeller flooding in aerated vessel stirred by multiple-Ru-*

- shton impellers*, Chem. Eng. J., 116, 2, 85–95, **2006**.
- [18] Armenante, P.M., Chang, G.M. *Power consumption in agitated vessels provided with multiple-disk turbines*. INDUSTRIAL & ENGINEERING CHEMISTRY RESEARCH 37, 284–291, **1998**.
- [19] Oniscu, C., Galaction, A.I., Cascaval, D., Ungureanu, F. *Modeling of mixing in stirred bioreactors - 2. Mixing time for non-aerated broths*. BIOCHEMICAL ENGINEERING JOURNAL 12, 1, 61–69, **2002**.
- [20] Vasconcelos, J.M.T., ALVES, S.S., BARATA, J.M. *MIXING IN GAS-LIQUID CONTACTORS AGITATED BY MULTIPLE TURBINES*. Chem.Eng.Sci. 50, 14, 2343–2354, **1995**.
- [21] Hristov, H.V., Mann, R., Lossev, V., Vlaev, S.D. *A simplified CFD for three-dimensional analysis of fluid mixing, mass transfer and bioreaction in a fermenter equipped with triple novel geometry impellers*. FOOD AND BIOPRODUCTS PROCESSING, 82, C1, 21–34, **2004**.
- [22] MAYR, B., NAGY, E., HORVAT, P., Moser, A. *SCALE-UP ON BASIS OF STRUCTURED MIXING MODELS - A NEW CONCEPT*. Biotechnol. & Bioengng. 43, 3, 195–206, **1994**.
- [23] Bombač A. *Diskasto mešalo z asimetrično zapognjenimi lopaticami*. Patent SI 24012 (A), 2013-09-30. Ljubljana: Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo, Urad RS za intelektualno lastnino, **2013**.
- [24] Szalai E.S., Arratia P., Johnson K., Muzzio F.J. *Mixing analysis in a tank stirred with Ekato Intermig((R)) impellers*. Chem. Eng.Sci. 59, 18, 3793–3805, **2004**.
- [25] Galindo, E., Arguello, M., Velasco, D.A., Albiter, V. Martinez A. *A comparison of cavern development in mixing a yield stress fluid by Rushton and Intermig impellers*. Chem.Engng. & Tech. 19, 4, 315–323, **1996**.
- [26] Aubin, J., Xuereb, C. *Design of multiple impeller stirred tanks for the mixing of highly viscous fluids using CFD*. Chem.Eng. Sci. 61, 9, 2913–2920, **2006**.
- [27] Montante, G.; Horn, D.; Paglianti, A. *Gas-liquid flow and bubble size distribution in stirred tanks*. Chem.Eng.Sci. 63, 8, 2107–2118, **2008**.
- [28] Bouaifi M., Hebrard G., Bastoul D., Roustan M. *A comparative study of gas hold-up, bubble size, interfacial area and mass transfer coefficients in stirred gas-liquid reactors and bubble columns*. Chem.Engng. & Proc. 40, 2, 97–111, **2001**.
- [29] Kerdouss F., Bannari A. Proulx, P. *CFD modeling of gas dispersion and bubble size in a double turbine stirred tank* Chem. Eng.Sci. 61, 10, 3313–3322, **2006**.
- [30] Alves S.S., Maia C.I., Vasconcelos J.M.T., Serralheiro A.J. *Bubble size in aerated stirred tanks*. Chem.Eng. J. 89, 1-3, 109–117, **2002**.
- [31] Petitti M., Nasuti A., Marchisio, D.L., Vanni M., Baldi G. *Bubble Size Distribution Modeling in Stirred Gas-Liquid Reactors with QMOM Augmented by a New Correction Algorithm*. AI-ChE J. 56, 1, 6–53, **2010**.
- [32] Vasconcelos, J.M.T., Orvalho, S.C.P., Rodrigues, A.M.A.F., Alves, S.S. *Effect of blade shape on the performance of six-bladed disk turbine impellers*. INDUSTRIAL & ENGINEERING CHEMISTRY RESEARCH 39, 1, 203–213, **2000**.
- [33] Amanullah, a., Hjorth, S.A., Nienow, A.W. *Cavern Sizes Generated in Highly Shear Thinning Viscous Fluids by SCABA 3SHP1 Impellers*. Food and Bioproducts Processing, 75, 4, 232–238, **1997**.
- [34] Devi, T.T., Kumar, B. *Comparison of flow patterns of dual rushton and CD-6 impellers*. THEORETICAL FOUNDATIONS OF CHEMICAL ENGINEERING 47, 4, 344–355, **2013**.
- [35] Xia, Jian-Ye, Wang, Yong-Hong, Zhang, Si-Liang, Ning Chen, Peng Yin, Ying-Ping Zhuang, Ju Chu. *Fluid dynamics investigation of variant impeller combinations by simulation and fermentation experiment*. BIOCHEMICAL ENGINEERING JOURNAL 43, 3, 252–260, **2009**.
- [36] Yeoh, S.L., Papadakis, G., Yianneskis, M. *Determination of mixing time and degree of homogeneity in stirred vessels with large eddy simulation*. Chem.Eng.Sci. 60, 8/9, 2293–2302, **2005**.
- [37] Khopkar, A.R., Kasat, G.R., Pandit, A.B, Ranade, *CFD simulation of mixing in tall gas-liquid stirred vessel: Role of local Flowpatterns*. Chemical Engineering Science 61, 2921–2929, **2006**.
- [38] Pakzad, L., Ein-Mozaffari, F., Upreti, Simant R., *Evaluation of the mixing of non-Newtonian biopolymer solutions in the reactors equipped with the coaxial mixers through tomography and CFD*. Chem.Eng.J. 215, 279–296, **2013**.
- [39] Moilanen, P., Laakkonen, M., Visuri, O., Alopaeus, V., Aittamaa, J. *Modelling mass transfer in an aerated 0.2 m(3) vessel agitated by Rushton, Phasejet and Combijet impellers*. CHEMICAL ENGINEERING JOURNAL 142, 1, 95–108, **2008**.
- [40] Javed, K.H., Mahmud, T., Zhu, J.M. *Numerical simulation of turbulent batch mixing in a vessel agitated by a Rushton turbine*. CHEMICAL ENGINEERING AND PROCESSING 45, 2, 99–112, **2006**.
- [41] Bao, Y., Wang, B., Lin, M., Gao Z., Yang, J., *Influence of impeller diameter on overall gas dispersion properties in a sparged multi-impeller stirred tank*. Chin. J. Chem. Eng. 23, 4, 615–622, **2015**.

Air dispersing in mixing tank at a high air flow rate

Abstract: This work presents the CFD analysis of some basic characteristics of air dispersion in a tall mixing tank equipped with a three-stage impeller. It consisted of radial ABT disk impeller as the lower, turbine 6PBT45 as the medium and axial scaba-type 3SHP1 impeller as the upper. All impellers were of the same diameter i.e. 0.5T, whereas the tank diameter was 450 mm. The air dispersing regime was set with an air flow of 28.3 m³/h and an impeller rotational speed of 178 rpm. The CFD prediction was made with the ANSYS FLUENT 16.2 code for solving equations in one- and two-phase systems. The CFD calculation enabled a local 'view' of different properties such as liquid flow field, velocity field of the liquid and gaseous phase, pressure conditions, turbulent kinetic energy and turbulence dissipation, void fraction, etc. While discussing the gaseous phase distribution, a balance population model with six size classes of air bubbles was used. Using the CFD, the mixing power in water and in air dispersion was calculated. The results are in good agreement with the measured ones previously on the model mixing device. Tap water and compressed air were used as working fluids.

Keywords: CFD analysis, mixing, air dispersion, multi-stage impeller, ABT impeller, turbine impeller, 3SHP1 impeller, mixing power, flooding

Oznake

D – premer mešala [m]
 H – višina kapljevine v fermentorju [m]
 H_g – višina kapljevine pri dispergiranju plina v fermentorju [m]
 M – vrtilni moment [Nm]
 n – vrtilna frekvenca mešala [s⁻¹]
 P – moč mešanja kapljevine [W]
 P_G – moč mešanja z dispergiranjem plina [W]
 T – premer mešalne posode [m]
 V – volumen kapljevine [m³]
 \dot{V} – volumenski pretok zraka skozi razpršilnik [m³/s]
 ρ – gostota kapljevine [kg/m³]
 g – zemeljski pospešek [m/s²]
 ν – kinematična viskoznost [m²/s]
 α – lokalni delež plinaste faze [/]

Brezdimenzijska števila:

Število moči oz. Newtonovo število, $Ne = P/(\rho n^3 d^5)$
 Reynoldsovo število, $Re = Dn^2/\nu$
 Froudovo število, $Fr = n^2 D/g$
 Pretočno število, $Fl = \dot{V}/(nD^3)$
 DPF – delež plinaste faze [/]

Znanstvene in strokovne prireditve

Bath – ASME Symposium on Fluid Power & Motion Control – Bath
 – ASME simpozij o fluidni tehniki in krmiljenju pogonov

7.–9. 09. 2016

Bath, Anglija

Informacije:

- <http://www.bath.ac.uk/pmtc/>
 - ptmc@bath.ac.uk

3. International Rotating Equipment Conference – Pumps,

Compressors and Vacuum Technology – 3. Mednarodna konferenca o rotacijski opremi – črpalke, kompresorji in vakuumaska tehnologija

14.–15. 09. 2016

Munchen, ZRN

Organizatorji:

- VDMA Pumpen + Systeme
 - VDMA Kompressoren, Druckluft und Vacuumtechnik
 - EFRC-Konferenz (European Forum

for Reciprocating Compressors) Informacije:

- www.interequip.com

9th FPNI/ASME Ph. D. Symposium on Fluid Power – 9. FPNI/ASME doktorski simpozij o fluidni tehniki

26.–28. 10. 2016

Florianopolis, Santa Catarina, Brazilija

Informacije:

- <http://laship.ufsc.br/site/fpni2016>

Primerjava hidravličnih in pnevmatskih referenčnih etalonov za tlak

Peter SAMBOL, Andrej SVETE, Jože KUTIN, Ivan BAJSIĆ

Izvleček: V prispevku je predstavljena metoda neposredne primerjave hidravličnega in pnevmatskega referenčnega etalona za tlak, in sicer oljne tlačne tehtnice ter elektronskega merilnika tlaka plina. Opisana sta sestava in delovanje tlačne tehtnice ter podan merilni model za določitev nadtlaka na referenčnem nivoju tlačne tehtnice in njegove merilne negotovosti. Za primerjavo izmerkov hidravličnega in pnevmatskega talonskega merilnika je treba določiti korekcijo tlaka zaradi vpliva višinskih razlik prenosne tekočine. Na podlagi primerjave izmerjenih tlakov z obema referenčnima etalonoma in njihovih razširjenih merilnih negotovosti smo v prispevku preverili kalibracijski in merilni zmogljivosti merjenja (CMC – Calibration and Measurement Capability) nadtlaka z referenčnima etalonoma.

Ključne besede: meroslovje tlaka, referenčni etalon, tlačna tehtnica, korekcija tlaka zaradi višinske razlike, CMC

1 Uvod

Tlak je izpeljana neelektrična fizikalna veličina mednarodnega sistema merskih enot SI, določena kot sila na enoto površine. Je pomembna fizikalna veličina stanja, ki v različnih tehniških procesih določa stanje tekočin. Zagotavljanje kakovosti merjenja tlaka v skladu z različnimi mednarodnimi standardi na številnih področjih znanosti in tehnologije, kot so npr. varstvo okolja, medicina in farmacija, avtomobilska, letalska, vojaška, živilska, petrokemična industrija, zahteva sledljivo periodično umerjanje merilne opreme za tlak. Redno preverjanje merilnih zmogljivosti in zagotavljanje merilne sledljivosti merilne opreme poteka v ustrezno usposobljenih meroslovnih laboratorijih, kot so akreditirani umerjevalni ali kalibracijski laboratoriji, nacionalni meroslovni inštituti oz. nosilci nacionalnih etalonov in

akreditirani kontrolni organi (velja za zakonska merila, kot so merilniki tlaka v pnevmatikah in merilniki krvnega tlaka).

Laboratorij za meritve v procesnem strojništvu (LMPS) na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani je od leta 2002 akreditiran kot kalibracijski laboratorij za področje tlaka po standardu ISO/IEC 17025 [1]. V LMPS zagotavljamo merilno sledljivost na mednarodno raven v območju meritev podtlaka od -95 do 0 kPa, nadtlaka od 0 do 80 MPa ter absolutnega tlaka od 1 kPa do $80,1$ MPa. Referenčne merilne zmogljivosti za tlak zagotavljamo s tremi referenčnimi etalonskimi merilnimi sistemi, in sicer pnevmatsko tlačno tehtnico za nizke tlake (izdelovalec Pressurements, tip V1600/4D [2]), oljno tlačno tehtnico za višje tlake (izdelovalec Desgrangeset HUOT, tip 5303 S[3]) ter elektronskim merilnikom tlaka (izdelovalec DH Instruments, tip RPM4, [4]), ki jih redno umerjamo in potrjujemo po kriterijih medlaboratorijskih primerjav z drugimi kalibracijskimi laboratoriji in meroslovnimi inštituti v domačem ter mednarodnem prostoru. Te merilne zmogljivosti uporabljamo za

zagotavljanje merilne sledljivosti na nižjo meroslovno raven ter pri razvojnoraziskovalnem delu.

Namen prispevka je predstaviti metodo neposredne primerjave hidravličnega in pnevmatskega referenčnega etalona za tlak ter z njo preveriti kalibracijski in merilni zmogljivosti merjenja nadtlaka plina z referenčnima etalonoma, in sicer z oljno tlačno tehtnico ter elektronskim merilnikom tlaka. V poglavju 2 so podani opis sestave in delovanja tlačne tehtnice, merilni model tlačne tehtnice ter izračun merilne negotovosti nadtlaka, izmerjenega na referenčni ravni tlačne tehtnice. V poglavju 3 je predstavljen merilni sistem za primerjavo hidravličnega in pnevmatskega etalona z uporabo ločevalnika plin – olje. V poglavju 4 so prikazani rezultati primerjave kalibracijskih in merilnih zmogljivosti merjenja nadtlaka plina s hidravličnim ter pnevmatskim etalonom za tlak.

2 Tlačna tehtnica

Tlačna tehtnica omogoča generiranje stabilnih tlakov in visoko točnost njihovega merjenja, zato se uporablja v številnih kalibracijskih labora-

Peter Sambol, dipl. inž., dr. Andrej Svete, univ. dipl. inž., doc. dr. Jože Kutin, univ. dipl. inž., izr. prof. dr. Ivan Bajsić, univ. dipl. inž., vsi Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

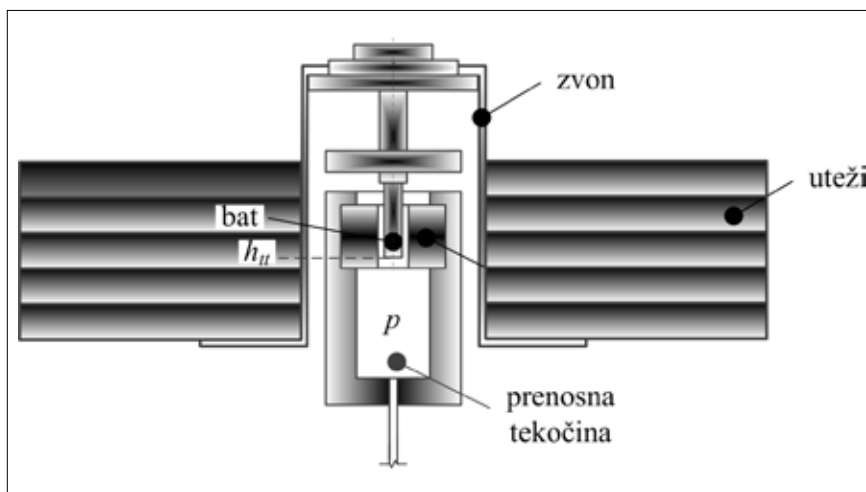
torijih kot referenčni etalon za tlak [5–7]. Sestavni deli tlačne tehtnice so shematsko prikazani na *sliki 1*. Tlačno tehtnico sestavljata bat, na katerega so preko zvona naložene uteži, in cilindar (pri merjenju nadtlaka plina se lahko uporablja tudi plavajoča kroglica), pri čemer prostor med njima zapolnjuje prenosna tekočina. Navpično postavljen bat se prosto vrti znotraj cilindra, pri čemer vrtenje bata zmanjšuje možnost, da bi med njima prišlo do stika. Tlak, ki ga generiramo s tlačno tehtnico, se prenaša na tekočino, ki je lahko plin (navadno čisti dušik) ali kapljevina (navadno olje) ter preko povezovalnih cevk na merilnik, ki ga umerjamo. Načelo delovanja tlačne tehtnice temelji na ravnovesju navpične sile, povzročene z generiranim tlakom na znano efektivno površino, ki jo določata bat in cilindar, ter sile teže bata, zvona in uteži ter strižne sile tekočine, ki deluje na bat. Ko so uteži izpostavljene vakuumu, tlačna tehtnica meri absolutni tlak, ko so uteži izpostavljene tlaku zraka okolice na merilnem mestu, pa meri nadtlak.

2.1 Merilni model

Nadtlak na referenčni ravni oljne tlačne tehtnice, ki je obravnavana v tem prispevku, je določen iz ravnovesja sil, ki delujejo na bat, kot [8]:

$$p_{tt} = \frac{\sum_i m_i g (1 - \rho_{zrak} / \rho_{m,i}) + \sigma c}{A_{ef} [1 + (\alpha_b + \alpha_c)(t - t_r)]}, \quad (1)$$

kjer je m_i masa posamezne uteži, zvona oz. bata, ki jih s pripadajočimi merilnimi negotovostmi razberemo iz poročil o umerjanju mas, g lokalni težnostni pospešek, določen v LMPS, ρ_{zrak} gostota okoliskega zraka, kjer pri izračunu gostote izhajamo iz enačbe stanja idealnega plina, pri čemer upoštevamo vpliv absolutnega tlaka zraka okolice in temperature zraka na merilnem mestu, pri oceni njene merilne negotovosti pa upoštevamo tudi vpliv vlažnosti zraka, $\rho_{m,i}$ gostota posamezne uteži, zvona oz. bata, ki jih podaja izdelovalec tlačne tehtnice,



Slika 1. Shematski prikaz sestavnih delov tlačne tehtnice

A_{ef} efektivna površina pri referenčni temperaturi t_r (v našem primeru 20 °C), ki jo s pripadajočo merilno negotovostjo razberemo iz poročil o umerjanju tlačne tehtnice, α_b in α_c linearna temperaturna razteznostna koeficienta bata in cilindra, izdelanega iz volframovega karbida, ki ju poda izdelovalec tlačne tehtnice, t temperatura sklopa bat – cilindar, merjena z umerjenim temperaturnim zaznavalom, ki je vgrajeno v tlačno tehtnico v bližini sklopa bat – cilindar, kjer pri oceni njene merilne negotovosti upoštevamo tudi oceno stabilnosti in homogenosti temperaturnega polja v merilu, σ površinska napetost olja sebacate in c obseg bata.

2.2 Merilna negotovost nadtlaka na referenčni ravni tlačne tehtnice

Skupna standardna merilna negotovost nadtlaka na referenčni ravni tlačne tehtnice h_{tt} je določena z upoštevanjem standardnih merilnih negotovosti posameznih (merjenih in ocenjenih) veličin, ki vplivajo na določitev nadtlaka na referenčni ravni oljne tlačne tehtnice kot [9,10]:

$$u(p_{tt}) = p_{tt} \sqrt{\sum_i (c_i u(x_i))^2}, \quad (2)$$

kjer je c_i koeficient občutljivosti posamezne vplivne veličine x_i ter $u(x_i)$ njena standardna merilna negotovost. Vplivne veličine in njihovi

koeficienti občutljivosti so podani v *razpredelnici 1*. Pravokotnost tlačne tehtnice ϕ , indikator lege bata tlačne tehtnice i , ločljivost tlačne tehtnice r_{tt} ter njena ponovljivost b' sicer ne nastopajo v merilnem modelu tlačne tehtnice (1), a so lastnosti uporabe tlačne tehtnice ter vplivajo na določitev nadtlaka na referenčni ravni.

Razpredelnica 1. Veličine, ki vplivajo na določitev nadtlaka na referenčni ravni tlačne tehtnice, in koeficienti občutljivosti

x_i	c_i
$m = \sum_i m_i$	$1/m$
g	$1/g$
ρ_{zrak}	$-1/\rho_m$
ρ_m	ρ_{zrak}/ρ_m^2
σ	c/mg
c	σ/mg
A_{ef}	$-1/A_{ef}$
$\alpha_b + \alpha_c$	$-(t - t_r)$
t	$-(\alpha_b + \alpha_c)$
ϕ	$-\text{tg}(\phi)$
i	$(\rho_{olje} - \rho_{zrak})g/p_{tt}$
r_{tt}	$1/p_{tt}$
b'	$1/p_{tt}$

3 Merilni sistem in postopek

Merilni sistem, ki je bil uporabljen za primerjavo dveh referenčnih etalonov za tlak, in sicer oljne tlačne tehtnice ter referenčnega elektronskega merilnika tlaka, je prikazan na *sliki 2*. V hidravličnem merilnem sistemu smo kot prenosni tlačni medij uporabili olje sebacate, v pnevmatskem merilnem sistemu pa čisti dušik. V merilnem sistemu hidravlični in pnevmatski merilni sistem ločuje ločevalnik plin – olje (izdelovalec Tradinco, tip 8335), ki ima vgrajeno steklo, kar omogoča spremljanje višine gladine olja med meritvijo.

Postopek primerjave hidravličnega in pnevmatskega merilnega sistema za tlak poteka tako, da najprej z ročno tlačilko oljne tehtnice napolnimo ločevalnik do zelene višine gladine olja. Na tlačno tehtnico naložimo uteži, ki ustrezajo želenemu generiranemu tlaku v hidravličnem merilnem sistemu, ter zaženemo motor tlačne tehtnice, ki omogoča vrtenje bata tehtnice. S tlačnim regulatorjem (izdelovalec MENSOR, tip CPC 6000) nato s počasnim večanjem tlaka v pnevmatskem merilnem sistemu vzpostavimo tlak, pri katerem začne bat oljne tehtnice lebdeti na referenčni ravni tlačne tehtnice. S tem sta tlaka, ki sta vzpostavljena v pnevmatskem in hidravličnem delu merilnega sistema, izenačena. Med postopkom primerjave merimo temperaturo sklopa bat – cilinder, temperaturo in tlak okoliškega zraka ter višino gladine olja v ločevalniku.

Merilni pogrešek med vrednostma, ki ju izmeri posamezni referenčni etalon, določimo kot:

$$E = p_{em} - p_{tt}^* \quad (3)$$

kjer je p_{em} vrednost tlaka, ki jo izmeri elektronski merilnik tlaka, ter p_{tt}^* vrednost tlaka, ki jo z oljno tlačno tehtnico določimo na ravni elektronskega merilnika tlaka z upoštevanjem korekcije tlaka zaradi vpliva višinske razlike med višino gladine olja v ločevalniku ter referenčno



Slika 2. Merilni sistem za primerjavo hidravličnega in pnevmatskega merilnega sistema za tlak v LMPS

ravnijo tlačne tehtnice ΔH_{olje} oz. elektronskega merilnika tlaka ΔH_{N_2} [11]:

$$p_{tt}^* = p_{tt} - (\rho_{olje} - \rho_{zrak}) g \Delta H_{olje} + (\rho_{N_2} - \rho_{zrak}) g \Delta H_{N_2}, \quad (4)$$

kjer je ρ_{olje} gostota olja v hidravličnem merilnem sistemu, ρ_{zrak} gostota okoliškega zraka in ρ_{N_2} gostota dušika v pnevmatskem merilnem sistemu. Pri določanju gostote olja di-ethyl-hexyl-sebacate upoštevamo odvisnosti gostote olja od tlaka v hidravličnem merilnem sistemu [12]. Pri določanju gostot plinov pa izhajamo iz plinske enačbe stanja, pri čemer upoštevamo dejanske tlačne razmere in temperaturo zraka okolice merilnega mesta.

Razširjena merilna negotovost nadtlaka, izmerjenega z elektronskim merilnikom tlaka za interval zaupanja približno 95 % (faktor pokritja $k = 2$), je enaka njegovi kalibracijski in merilni zmogljivosti (CMC), in sicer:

$$U(p_{em}) = \begin{cases} 0,005 \% \cdot p_{em} + 4 \text{ Pa} \\ 0,007 \% \cdot p_{em} + 25 \text{ Pa} \end{cases}$$

za $p_{em} = 0$ do 600 kPa

za $p_{em} = 600$ do 7000 kPa.

(5)

Skupna standardna merilna negotovost korigiranega odčitka oljne tlačne tehtnice je določena z upoštevanjem standardne merilne negotovosti tlaka na referenčni ravni tlačne tehtnice in standardnih merilnih negotovosti korekcij tlaka zaradi vpliva višinske razlike kot:

$$u(p_{tt}^*) = \sqrt{\sum_i (d_i u(y_i))^2}, \quad (6)$$

kjer je d_i koeficient občutljivosti posamezne vplivne veličine y_i ter $u(y_i)$ njena standardna merilna negotovost. Vplivne veličine in njihovi koeficienti občutljivosti so podani v *razpredelnici 2*. Ločljivost generiranja tlaka v merilnem sistemu r_k ne nastopa v enačbi (4), a je lastnost merilne metode ter vpliva na določitev nadtlaka, ki ga z oljno tlačno tehtnico določimo na ravni elektronskega merilnika tlaka. Razširjena merilna negotovost korigiranega odčitka oljne tlačne tehtnice je tako:

$$U(p_{tt}^*) = k u(p_{tt}^*), \quad (7)$$

kjer predpostavimo interval zaupanja približno 95 % (faktor pokritja $k = 2$).

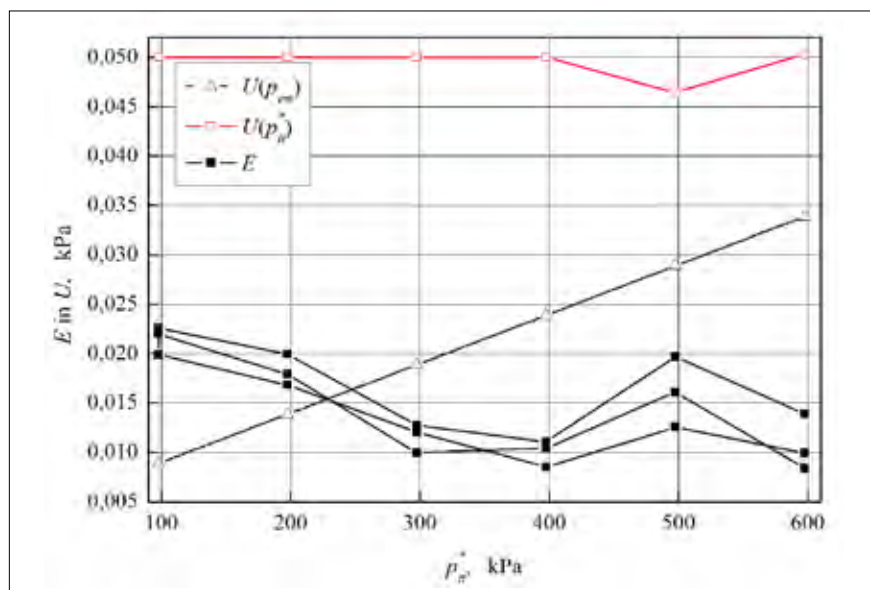
Analiza merilne negotovosti opravljenih meritev je pokazala, da so v celotnem merilnem območju dejanske razširjene merilne negotovosti korigiranega odčitka oljne tlačne tehtnice manjše od potrjene vrednosti CMC-ja merjenja tlaka plina z oljno tlačno tehtnico, in sicer za

približno 1 % do 20 %. Tako smo za razširjeno merilno negotovost privzeli potrjeno vrednost CMC-ja merjenja tlaka plina z oljno tlačno tehcnico:

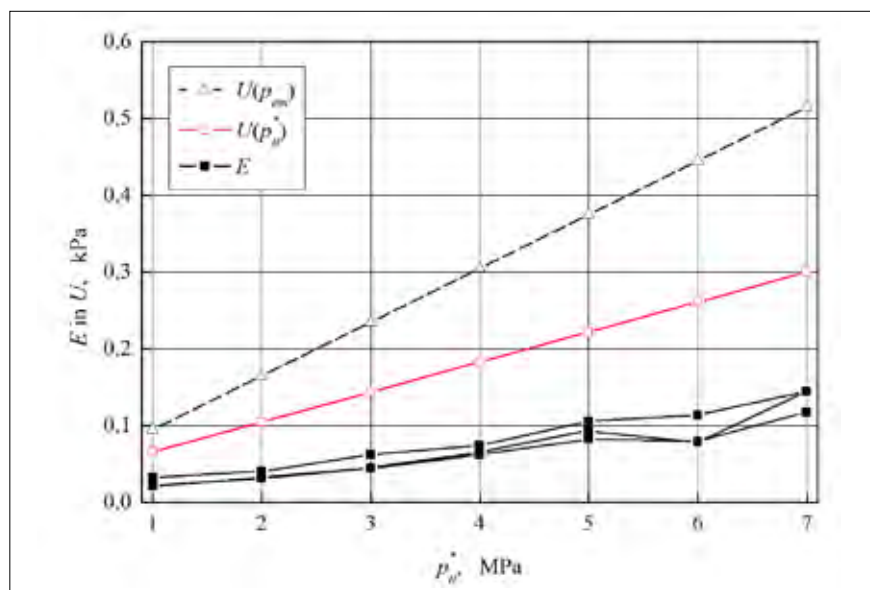
$$U(p_{tt}^*) = \begin{cases} 50 \text{ Pa} & \text{za } p_{tt} < 500 \text{ kPa} \\ 27 \text{ Pa} + 3,9 \cdot 10^{-5} \cdot p_{tt} + 5,3 \cdot 10^{-15} \cdot p_{tt}^2 & \text{za } p_{tt} \geq 500 \text{ kPa}. \end{cases} \quad (8)$$

4 Rezultati meritev

Primerjavo hidravličnega (sklop bat – cilinder oljne tlačne tehcnice z merilnim območjem od 0,1 MPa do 20 MPa) in pnevmatskega referenčnega etalona za tlak smo izvedli v obeh merilnih območjih elektronskega merilnika tlaka, in sicer v merilnem območju od 100 kPa do 600 kPa nadtlaka po koraku približno 100 kPa, ter v merilnem območju od 1 MPa do 7 MPa nadtlaka



Slika 3. Merilni pogreški ter razširjeni merilni negotovosti nadtlaka, ki ga izmerimo z elektronskim merilnikom tlaka, in korigiranega odčitka oljne tlačne tehcnice v merilnem območju od 100 kPa do 600 kPa



Slika 4. Merilni pogreški ter razširjeni merilni negotovosti nadtlaka, ki ga izmerimo z elektronskim merilnikom tlaka, in korigiranega odčitka oljne tlačne tehcnice v merilnem območju od 1 MPa do 7

Razpredelnica 2. Veličine, ki vplivajo na določitev nadtlaka na referenčni ravni elektronskega merilnika tlaka z oljno tlačno tehcnico, in koeficienti občutljivosti

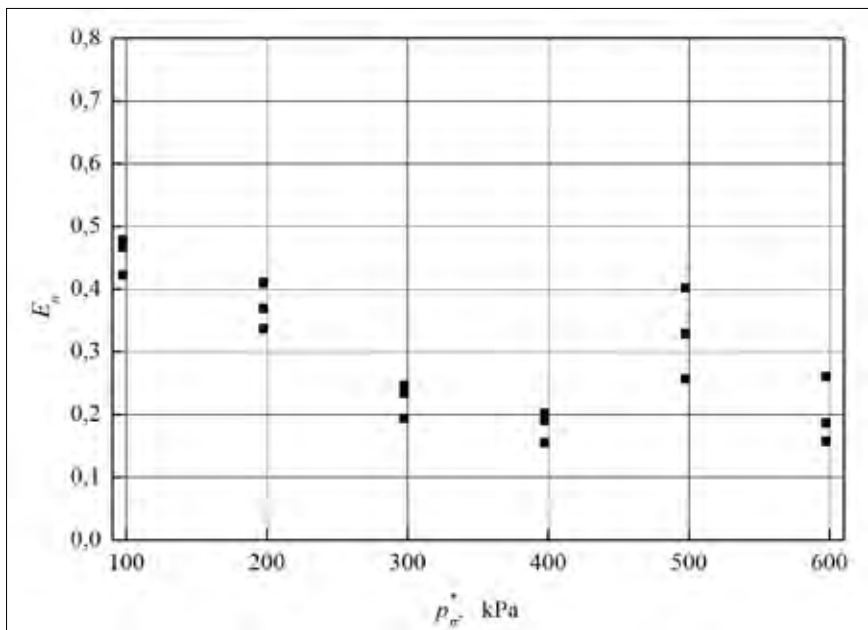
y_i	d_i
p_{tt}	1
ρ_{olje}	$-g\Delta H_{olje}$
ρ_{zrak}	$g(\Delta H_{olje} - \Delta H_{N_2})$
g	$-(\rho_{olje} - \rho_{zrak})\Delta H_{olje} + (\rho_{N_2} - \rho_{zrak})\Delta H_{N_2}$
ΔH_{olje}	$-(\rho_{olje} - \rho_{zrak})g$
ρ_{N_2}	$g\Delta H_{N_2}$
ΔH_{N_2}	$(\rho_{N_2} - \rho_{zrak})g$
r_k	1

po koraku približno 1 MPa, kjer smo naredili tri serije (1. serijo pri večanju tlaka, 2. serijo pri manjšanju tlaka in 3. serijo ponovno pri večanju tlaka). Pri meritvah smo referenčno raven elektronskega merilnika tlaka izenačili z referenčno ravni oljne tlačne tehcnice, tako da je $\Delta H_{N_2} = \Delta H_{olje}$.

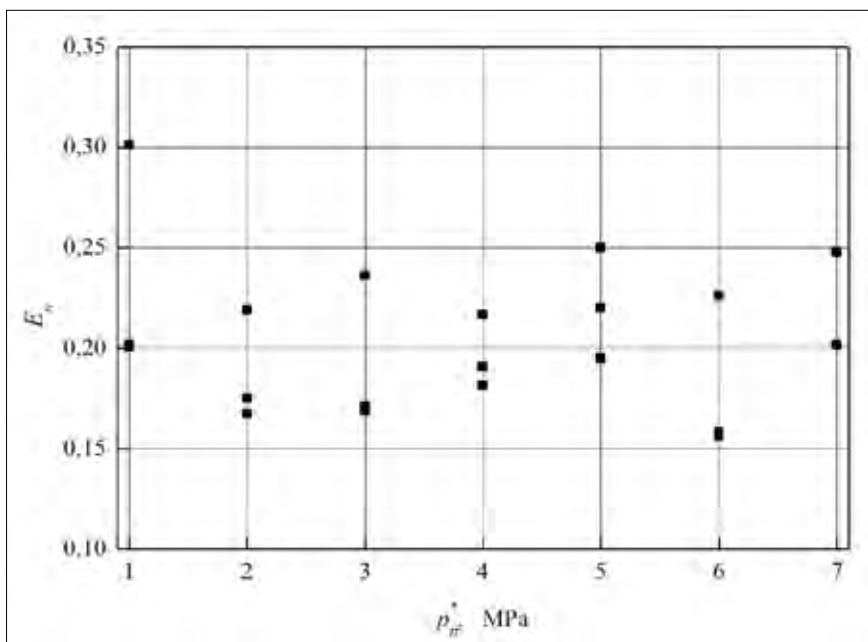
Na slikah 3 in 4 so prikazani merilni pogreški ter razširjeni merilni negotovosti merjenja nadtlaka plina z elektronskim merilnikom tlaka in korigiranega odčitka oljne tlačne tehcnice. Iz rezultatov primerjave hidravličnega in pnevmatskega etalona je razvidno, da so v merilnem območju od 100 kPa do 600 kPa merilne negotovosti tlaka, izmerjenega z elektronskim merilnikom tlaka, ki ga v LMPS uporabljamo kot referenčni etalon za tlak plina v območju od 20 kPa do 600 kPa, manjše ter v merilnem območju od 1 MPa do 7 MPa večje od merilne negotovosti korigiranega odčitka oljne tlačne tehcnice, ki jo v LMPS uporabljamo kot referenčni etalon za tlak plina v območju od 600 kPa do 10000 kPa.

Za ovrednotenje primerjave obeh etalonov uporabimo normirani merilni pogrešek:

$$E_n = \frac{p_{em} - p_{tt}^*}{\sqrt{U^2(p_{em}) + U^2(p_{tt}^*)}} \quad (9)$$



Slika 5. Normirani merilni pogreški v merilnem območju 100 kPa do 600 kPa



Slika 6. Normirani merilni pogreški v merilnem območju 1 MPa do 7 MPa

Če je $|E_n| \leq 1$, je ujemanje rezultatov meritev ustrezno, če pa je $|E_n| > 1$, je ujemanje rezultatov meritev neustrezno. Normirani pogreški merjenja nadtlaka plina v obeh merilnih območjih so prikazani na slikah 5 in 6. Rezultati kažejo, da je ujemanje rezultatov meritev z obema etalonoma ustrezno, saj se E_n vrednosti v merilnem območju od 100 kPa do 600 kPa nahajajo med 0,15 in 0,5 ter v merilnem območju 1 MPa do 7 MPa med 0,15 in 0,31.

6 Sklepi

Prispevek predstavlja metodo neposredne primerjave hidravličnega in pnevmatskega referenčnega etalona za tlak, ki jo z namenom preverjanja merilnih zmogljivosti merjenja nadtlaka plina z referenčnim etalonoma za tlak, in sicer z oljno tlačno tehtnico ter referenčnim elektronskim merilnikom tlaka, izvajamo v LMPS. Za potrditev ustreznosti kalibracijske in merilne zmogljivosti merjenja nadtlaka plina s posameznim etalonom

smo uporabili normirani merilni pogrešek. Normirani merilni pogrešek predstavlja razmerje merilnih pogreškov izmerjenih tlakov z obema merilnima sistemoma ter vsote njunih razširjenih merilnih negotovosti. Na podlagi dobljenih vrednosti normiranih merilnih pogreškov smo potrdili ustreznost kalibracijske in merilne zmogljivosti merjenja nadtlaka plina z elektronskim merilnikom v merilnem območju od 100 kPa do 600 kPa, kjer vrednosti normiranih merilnih pogreškov ne presegajo 0,5, ter merjenja nadtlaka plina z oljno tehtnico v merilnem območju 1 MPa do 7 MPa, kjer vrednosti normiranih pogreškov ne presegajo 0,31. Majhne vrednosti normiranih merilnih pogreškov kažejo, da bi lahko v prihodnje kalibracijski in merilni zmogljivosti merjenja nadtlaka plina z referenčnim etalonoma še dodatno izboljšali.

Literatura

- [1] SIST EN ISO/IEC 17025:2005, Splošne zahteve za usposobljenost preskuševalnih in kalibracijskih laboratorijev (ISO/IEC 17025:2005).
- [2] Pressurements, User Handbook Deadweight Tester Model V1600/4D, Pressurements.
- [3] DH-Budenberg, 5300 Series Model 5301/5302/5303/5304 User's Manual, DH-Budenberg.
- [4] Fluke Corporation, RPM4 Reference pressure Monitor Operation and Maintenance Manual, Fluke corporation.
- [5] EAL-G26, Calibration of pressure balances, EA, 1997.
- [6] EURAMET cg-23, Calibration of Pressure Balances, EURAMET, 2011.
- [7] OIML R 110, Pressure balances, OIML, 1994.
- [8] Douglas, A. O.: NIST Calibration Services for Pressure Using Piston Gauge Standards, NIST Special Publication 250-39, 2009.
- [9] Blagojević, B., Bajsić, I.: Analiza merilne negotovosti tlačne tehtnice v merilnem razponu od 0,1 MPa do 20 MPa, Zbor-

nik četrte Elektrotehniške in računalniške konference ERK '95, 25.–27. september 1995, Slovenska sekcija IEEE, 1995, str. 505–508.

[10] JCGM 100:2008, Evaluation of measurement data – Guide to

the expression of uncertainty in measurement.

[11] Kobata, T.: Improved methods for comparing gas and hydraulic pressure balances, *Metrologia*, Vol. 46, 2009, str. 591–598.

[12] Vergne, G. F.: New high-pressure viscosity measurements on di(2-ethylhexyl) sebacate and comparison with previous data, *Hightemperatures-Highpressures*, Vol. 22, 1990, str. 613–622.

Comparison of hydraulic and pneumatic reference pressure standards

Abstract: This paper presents a method for direct comparison of hydraulic and pneumatic reference pressure standards, i.e. oil pressure balance and pressure transducer. Structure and operation of the pressure balance and the measurement model for the determination of the gauge pressure at the reference level of the pressure balance and its measurement uncertainty are described. For the comparison of the measured values of the hydraulic and pneumatic pressure meters it is required to determine the pressure head correction. With the comparison of the pressures measured with the reference standards and their expended measurement uncertainties, we verified the calibration and measurement capabilities (CMC) of the gas gauge pressure measurements with the reference standards.

Keywords: pressure metrology, reference measurement standard, pressure balance, pressure head correction, CMC



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



Ali znamo izkoriščati neprimerljivo prednost narave v iskanju tehničnih rešitev?

Jan HARB, Maja HARB

Izvleček: S prispevkom sva želela opozoriti, kako bioniko kot vedo razumemo pri iskanju tehničnih rešitev. Živali in rastline so človeka mnogo naučile o zaznavanju. Tehnologija je zdaj že zelo napredna, je pa narava glede zaznavanja še naprej v prednosti. Vendar se človek s svojo iznajdljivostjo in željo po izboljšanju zaznavanja z izdelovanjem raznih naprav in robotov vedno bolj približuje naravi. V naravi obstaja več rastlin z lotosovim učinkom. Nekatere med njimi so: lotos, brokoli, vodna lilija. Lotosov efekt je prvi opazil nemški botanik Wilhelm Barthlott. Lotosov efekt vključuje superhidrofobnost in samočistilnost. Obstaja več različnih aplikacij lotosovega efekta. Pri raziskovanju naju je zanimala prisotnost ali odsotnost lotosovega efekta pri štirih naključno izbranih listih rastlin, in sicer pri zeleni solati, zelju, poru in ohrovту. Izvedla sva fizikalno-kemijski poskus in ugotavljala, kako prepoznati prisotnost t. i. lotosovega efekta na listih omenjenih rastlin. S predstavitvijo področja, prikazom nekaterih praktičnih primerov ter skozi igro poskušava področje bionike približati ljudem.

Gljučne besede: narava, bionika, tehnika, bionične rešitve, samočistilni efekt, eksperiment.

■ Uvod

V Sloveniji je pojem »bionika« relativno nov, čeprav sam princip povezovanja narave in tehnike obstaja že vrsto desetletij. Izraz bionika je za inženirske znanosti poznan šele od leta 1969, vendar segajo začetki bionike daleč v zgodovino. Med prve posnemovalce živih bitij bi lahko uvrstili že Dedalusa, ki je z voskom zlepil krila iz ptičjih peres in poskušal leteti. Kasneje se je Leonardo da Vinci, znan tudi kot umetnik, lotil znanstvenega proučevanja organizmov. Šele konec 20. stoletja je znanost prevzela ustvarjalna načela narave, ki so se evlucijsko razvijala več kot milijon let. Tehniški muzej Slovenije je že septembra 1999 razstavljal eksponate in na konferenci prispeval znanje svojih strokovnjakov ter predstavil izdelke nekaterih podjetij. V zadnjem času se s podro-

čja bionike pojavljajo tudi izobraževalni programi, ki izobražujejo za poklic prihodnosti. Veliko je rešitev, ki so dobile navdih iz narave in jih zdaj uporabljamo kot samoumevne. Ne zavedamo se, da je narava pred nami. Priča smo izrednemu tehničnemu napredku na vseh področjih življenja, čeprav se tehnične rešitve ne morejo primerjati s tistimi v naravi. V primerjavi z naravnimi so tehnični izdelki in procesi pogosto zelo potratni, neučinkoviti in premalo varni. Za mnoge velja, da za njihovo izdelavo porabimo preveč surovin, pri uporabi se porablja veliko energije in obremenjuje okolje. Bionika pa v tehnične rešitve vključuje tudi naravo. Po zgledu iz narave bi morali biti izdelki narejeni s kar najmanj materiala ter najmanjšo porabo energije. Zato znanstveniki vedno bolj proučujejo rastline in živali. Ena izmed najbolj uporabnih rešitev, ki nam jih je ponudila narava, je tudi t. i. *lotosov efekt*. Da bi ga lažje razumeli, sva izvedla fizikalno-kemijski poskus na listih različnih rastlin, ki jih vsak dan uporabljamo,

in v laboratoriju ugotovila, da *lotosov efekt* ni prisoten na zeleni solati in poru, je pa prisoten na lokvanju, ohrovту in zelju. Namen naloge je pokazati, da so površine rastlin, kot so lotos, lokvanj, zelje ... zmeraj čiste. Zaradi »lotosovega učinka« se delci prahu ne morejo oprijeti površine.

■ Razumeti naravne procese in ta spoznanja prenesti v tehnični in tehnološki svet

Pogosto se pojavljajo vprašanja, kako leteti kot ptica, plavati kot riba, graditi kot žuželke ... Vedno znova smo lahko presenečeni nad popolnostjo in estetiko, ki vlada v naravi, še posebej pri živih bitjih. Če bi se ljudje zgledovali po goseh v jati med selitvijo, bi prišli dlje in z manj energije, kot če to dela vsak sam zase. Ali se lahko človek sploh primerja z naravo? Se mogoče kdaj vprašamo, kako majhnemu pajku uspe "zgraditi" tako kvalitetno mre-

Jan Harb, dijak; Maja Harb, dijakinja, oba Gimnazija Ptuj

žo, da zadrži njegovo maso in maso vseh drugih žuželk? Ali pa morda, kako to, da riba plava hitreje kot podmornica ali čoln? Ste opazili, da je lotosov cvet vedno čist ter suh? Vse to razmišljanje in raziskovanje nas je pripeljalo do interdisciplinarnega področja bionike. Področje bionike morda (še) ni tako poznano širši javnosti, vendar se z njenimi primeri srečujemo vsak dan. Ob dejstvu, da je bionika kot veda manj poznana, sva se odločila, da jo bova približala širši javnosti, predvsem svojim vrstnikom. Slednje naju je še bolj motiviralo, zato sva začela raziskovati področje bionike in širiti vedenje o njem. Ob laboratorijskem delu sva tudi spoznala, da je bionika naša prihodnost, če jo bomo le znali uporabiti. Prav od nje je namreč odvisno, ali bo človeštvo znalo živeti v sinergiji z naravo in hkrati sposobno ustvarjati vedno zahtevnejše tehnične in tehnološko dovršene naprave ter sisteme.

Veliko ljudi si bioniko predstavlja napačno, saj mislijo, da naravo kopira s svojimi izdelki, vendar jim je narava le kot navdih za novo nastale inovacije (S. Erjavec, Klokočovnik, 2013). Z dobrim opazovanjem narave bomo sistematično spreminjali konstrukcijske rešitve in v svoje tehnološke izdelke uvajali tehnološke rešitve po vzoru iz narave. Te nam bodo prinesle energetsko varčnost in velik prihranek v materialih. Če bomo bioniko prepoznali kot vedo za našo prihodnost, bodo izdelki narejeni z minimalno porabo materiala in energije. Narava je pomembna za razvoj tehnologije. Navdihuje jo s svojimi rešitvami, primere najdemo v avtomobilski industriji, ladjedelništvu, letalski industriji, tekstilni industriji, medicini, gradbeništvu in drugod.

■ Bionika je interdisciplinarna veda

V času evolucije oziroma razvoja našega okolja je naravi uspelo kar nekaj osupljivih tehnoloških rešitev. Cilj zdajšnjih strokovnjakov je, da rešitve poskušajo prenašati iz narave v človeški vsakdan (S. Erjavec, Klokočovnik, 2013). Narava je daleč najuspešnej-



Slika 1. Otto Lilienthal (levo) in letalo po vzoru štokljinah kril (desno) [vir: Smithsonian National Air and Space Museum, 2015].

ši arhitekt in konstruktor. Zato nam ne sme biti težko priznati, da nam je narava tudi najboljši učitelj. S posnemanjem narave lahko odkrijemo in dobimo odgovore na vprašanja, ki bi še dolgo ostala skrita (Bappert idr. 1999). Malik (2007) navaja, da potrebuje narava samo pest sestavin, da iz njih naredi milijon receptov.

Bionika je interdisciplinarna veda, kar pomeni, da vključuje različne vede. Njeno ime je sestavljeno iz dveh izrazov, in sicer "biologija" ter "tehnika". Bionika ne pomeni popolnega posnemanja narave, četudi je kaj takega v posameznih primerih mogoče. Bionika pomeni mnogo več: pomeni prenašati spoznanja o funkcijah in principih naravnih konstrukcij tako, da postanejo v tehnično prirejani obliki uporabna (Ulrich Kern, 1999). Veda se je razširila v zadnjih nekaj desetletjih, čeprav je izraz bionika sam po sebi znan že dlje. Gre za vedo, ki s proučevanjem organizmov in njihovih struktur prenaša rešitve v tehnološki svet. Človek si je svoj svet ustvaril energetsko in ekološko neprijazen, bionika pa išče rešitve za boljši jutri, za boljše življenje naših potomcev. "Bionika je veda prihodnosti in poklic prihodnosti /.../" pravi Janez Škrlec, član Sveta za znanost in tehnologijo RS. Lahko rečemo, da je bionika področje, ki bo človeštvu prijazno in bo popravljalo naše napake iz preteklosti (DNEVNIK, 2013).

Prvi znani »praded« bionike bi lahko bil Dedalus, ki je izdelal krila za svojega sina Icarusa in zase. Že od

nekdaj so si namreč ljudje želeli poleteti. Ptičji let je navdušil tudi italijanskega umetnika Leonardo da Vincija, ki je na podlagi ptičjih kril skonstruiral letalno napravo. Analiziral je ptičji let, svoja spoznanja pa je prenesel na letalni stroj. Spoznal je, da ptiči letalna peresa pri spuščanju razprejo, medtem ko se pri vzletu peresa prekrivajo. Kljub temu, da Leonardo da Vinci velja za prvega konstruktorja na področju aviacije, mu ni uspelo realizirati svojih načrtov. Njegovo delo je kasneje nadaljeval Nемеc Otto Lilienthal, ki je na podlagi štokljinah krila izdelal svojo letalno napravo (slika 1). Leta 1958 je Jack E. Steele (ameriški letalski oficir) prvi uporabil izraz bionika. (S. Erjavec, Klokočovnik, 2013).

■ Primeri nekaterih rešitev iz narave

Bionične rešitve najdemo na številnih področjih tehnike in tehnologije. Klešče srečamo pri žuželkah, glodalcih in drugih skupinah organizmov. Volkec je žuželka iz rodu mrežekrilcev. Ličinke volkcev so plenilci, najpogosteje plenijo mravlje. Njihove močne čeljusti so podobne »kombinirkam«. Primerne so za stiskanje in ščipanje (slika 2).

Zaznavanje okolice v človeku neslišnem frekvenčnem območju (ultrazvok), kot ga zmorejo netopirji ali delfini, je za sodobno tehniko pogosto pretrd oreh. Želimo si lahko, da bi dosegli nekatere karakteristike, ki jih narava že pozna in s pridom uporablja, kot je na primer



Slika 2. Ličinka pegastega volkca *Euroleon nostras* (levo) in kleščče volkca (desno), [vir: Academic, 2015].



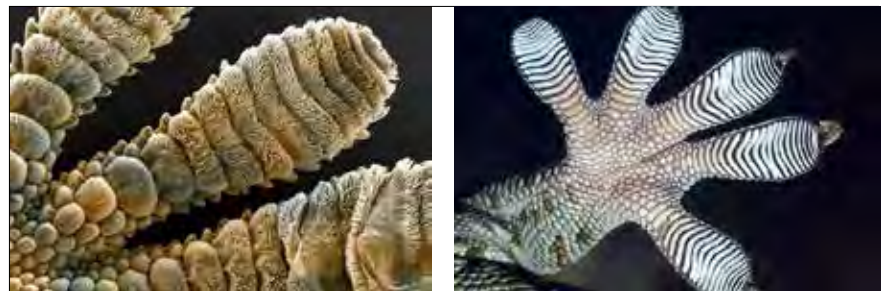
Slika 3. Bionični avtomobil Mercedes Benz

sonarski pregled notranjosti drugih živali, ki ga zmorejo delfini.

Leta 2006 so v podjetju Mercedes Benz razvili bionični avto po vzgledu škatlaste ribe Boxfish (slika 3). Zasnovo avtomobila so našli pri rumeni morski škatlasti ribi, ki živi na koralnih grebenih. Škatlasta riba ima odlične plavalne lastnosti. Zaradi svoje aerodinamične oblike telesa ima koeficient zračnega upora $C = 0,06$. To je idealna karakteristika za obliko avtomobila, saj ta vpliva na njegov izkoristek. Bionični avto je kompaktno vozilo z dolžino 4,24 m, prostora ima za 4 potnike. Koeficient zračnega upora znaša 0,19 in je najnižji med vsemi osebnimi avtomobili. Koeficient upora 0,3 pri avtomobilu velja za zelo ugodnega. Poraba znaša 3,3 litra na 100 km, najvišja hitrost pa znaša 190 km/h.

Gekon se lahko povzpne po gladkem steklu v eni sekundi približno 1 m in podpira lastno maso z enim samim prstom. Na blazinicah nog ima namreč na milijone 10–20 μm dolgih dlačic (mikroskopski laski). Vsaka dlačica se konča s približno 1000 blazinicami na konicah (spatulae), ki dopuščajo blizek stik z dano površino (slika 4).

Te zmožnosti so sprožile zanimanje za imitiranje gekonovega mehanizma sprijemljivosti (npr. razvoj modela, ki bi s tako površino lahko deloval pod vodo, v čistih, vakuumskih prostorih ali v vesolju) [Bar-Cohen, 2006].



Slika 4. Gekon dlačice na nogah [vir: http://wf1.xcdn.pl/files/12/04/24/254335_str.58a_GN17_34.jpg]

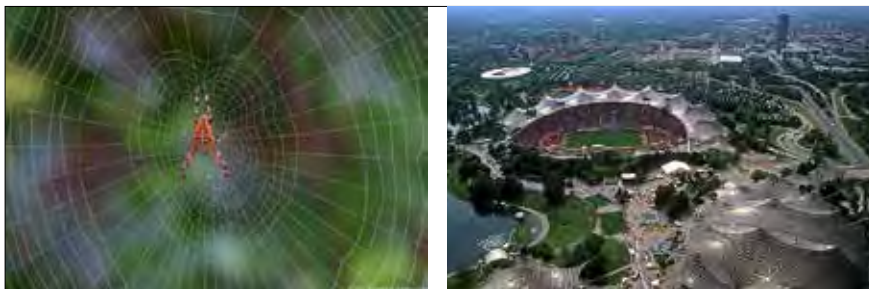


Slika 5. Sprijemalna zadruga – ježek [vir: http://spectronet.de/story_docs/vortraege_2013/130612_seminar_technologiecontor/130612_fuchs_technologiecontor.pdf].

Znanstveniki so dolgo skušali ugotoviti, od kod takšne izredne lastnosti. Odgovor so našli v nanotehnologiji.

Sprijemalna zadruga – ježek je najbolj znan izdelek bionike, ki ga uporablja na milijone ljudi. Leta 1948 je švicarski znanstvenik George de Mestral odkril princip delovanja te zadrge. Vedno, ko se je vrnil z lova s svojim psom, sta bila prekrita z bodicami repinca. De Mestral je pod mikroskopom analiziral mehanizem bodic in izdelal sprijemalno zadrugo, znano pod imenom blagovne znamke VELCRO, slika 5.

Pajkova mreža (slika 6) je sestavljena iz izredno lahkih, trdnih in skoraj nevidnih, kompleksno zgrajenih beljakovinskih niti, ki so med seboj povezane s tisočeriimi stiki (Offermann, 2003). Mreža je odporna na vlago, veter in sončno svetlobo. Svilen nit, ki jo proizvaja pajek, prekaša trdnost visoko tehnološko razvitih materialov, kot je na primer kevlar, ki se uporablja v neprebojnih jopičih, letalski industriji in povesod, kjer so potrebna lahka in trdna vlakna.



Slika 6. Oblika olimpijskega stadiona v Nemčiji po obliki pajkove mreže, fotografija Shutterstock

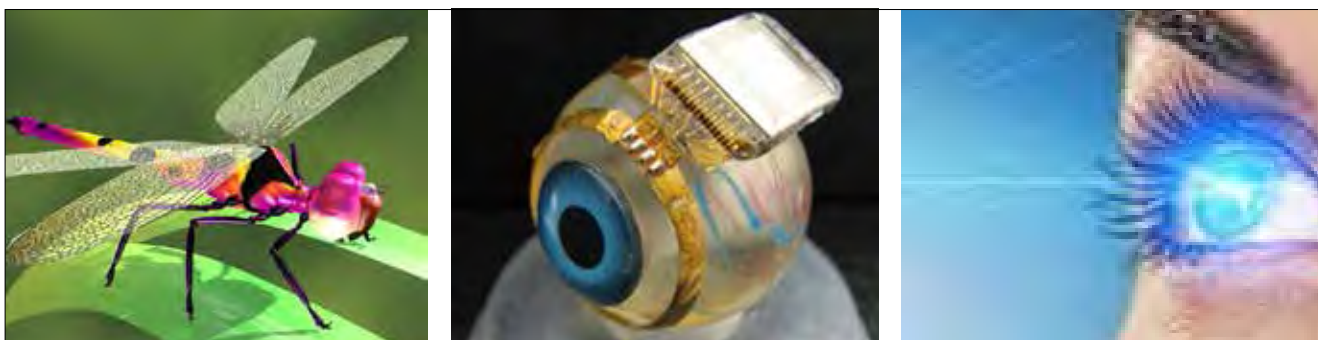
Kačji pastir (*slika 7*) ima v vsakem očesu okoli 30 000 leč. Leče ustvarjajo slike, ki združujejo in ustvarijo širok mozaični pogled. Sestavljeni očesi kačjega pastirja sta odlični za zaznavanje gibanja (Novak, 2010). Inženirji so razvili umetno oko, ki bi ga lahko uporabljali pri visoko občutljivih detektorjih gibanja. V oko, ki ni večje od bučikine glave, jim je uspelo vgraditi le 8 500 leč.

Širok spekter uporabe ima tehnologija 3D-tiskanja (*slika 8*), ki je zelo dobrodošla v medicini. Enostavno je natisniti model dela telesa določenega bolnika, ki ga lahko uporabimo za komunikacijo ali kot umetni vsadek. V bližnji prihodnosti bo mogoče izdelovati tudi organske »rezervne dele«. Te tehnologije se razvijajo v smer, da bo z njeno pomočjo mogoče izdelati tako kostne

je iz biorazgradljivih materialov, skozi to ogrodje zraste kost, telo pa to ogrodje nato izloči. A vse te metode naj bi nekoč izpodrinilo neposredno tiskanje organov. Raziskovalci s pomočjo izvornih celic na več koncih sveta iščejo metodo, s katero bi natisnili ledvico. To so sistemi za izdelavo mehkih tkiv z dodatki živih celic, tako imenovani biotiskalniki, ki bi lahko omogočali izdelavo notranjih organov. Tiskanje organov je hitro razvijajoča se interdisciplinarna veja, ki sodi na področje bionike.

■ Samočistilni efekt – lotosov efekt

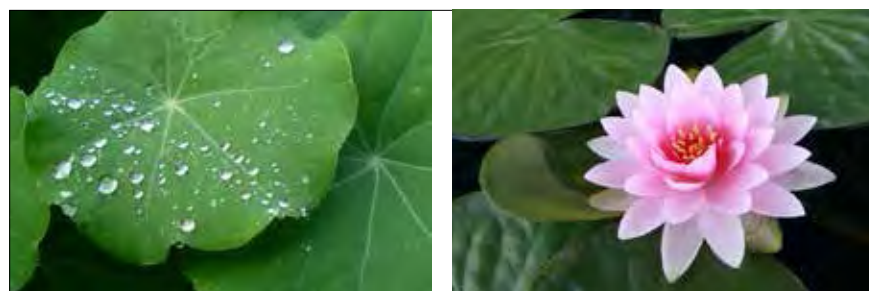
Botanik Wilhelm Barthlott je pred dvajsetimi leti opazil, da so površine rastlin, kot je na primer lotos (*slika 9*), zmeraj čiste. Zaradi t. i. *lotosovega efekta*, kot ga je sam poi-



Slika 7. Kačji pastir, bionično oko [vir: <http://clanki.kupimprodam.si/kacji-pastir-okras-poletja/>; https://wpcluster.dctdigital.com/sundaypost/wp-content/uploads/sites/13/2016/03/bionic_bionic.jpg; http://www.upstreamnews.org/wp-content/uploads/2014/10/eye_bionic-559x317.jpg].



Slika 8. 3D-tiskalnik za tiskanje organov [vir: <http://www.extremetech.com/extreme/147647-the-first-3d-printed-human-stem-cells>].

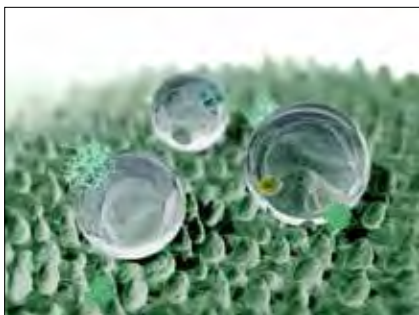


Slika 9. Lotosov učinek (levo) in Indijski lotos (desno) [vir: Lotus rock, 2015].

nadomestke, ki so enostavnejši, kot dele mehkih tkiv. Nadomestki po poškodbah in različnih boleznih se izdelajo za določenega bolnika. Kostni vsadki so najpogosteje iz titana. Obstaja pa že tudi zanimiva metoda, s katero se naredi ogrod-

menoval, se delci prahu ne morejo oprijeti površine. Vodne kapljice se ne morejo razširiti in ne morejo steči preko lista ter se dotakniti delcev prahu, kot se dogaja na gladkih površinah. To spoznanje je pripeljalo do številnih tehniških aplikacij.

Do spoznanja o funkcionalnosti (samočistilnost in hidrofobnost) lotosa sta po naključju prišla nemška botanika Wilhelm Barthlott in Cristoph Neinhuis v 70-ih letih 20. stoletja. Pod mikroskopom sta opazovala različne rastline, kjer sta z različnimi metodami potrjevala njihovo sorodnost. Ko sta svoje rastline jemala izpod stekelca, sta ugotovila, da so nekatere rastline (koleraba, lotos) videti kot sveže oprane, druge pa so prekrite z umazanijo. Barthlott in Neinhuis sta odkrila, da imajo čiste rastline na svoji površini mikrometrske strukture, torej izbokline, visoke nekje 5–10 µm in so 10–15 µm narazen. Njihova površina je videti gladka, vendar je hrapava.



Slika 10. Vodni kapljici na površini lotosa [vir: William Thielicke, 2015].

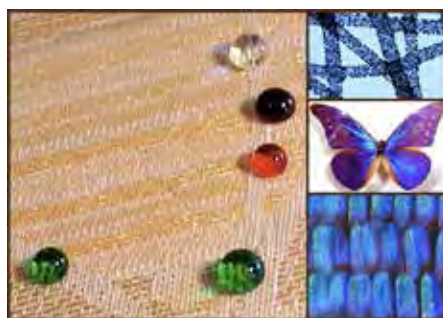
Preko njihove površine prosto spolzijo kapljice vode in umazanije. Tako sta ovrgla mnenje drugih znanstvenikov, da se gladka površina lažje čisti od mikroskopsko hrapave površine. Gre za senzacionalno odkritje, imenovano *lotosov efekt*. Odkritje je pripeljalo do razmišljanja, da lahko umazano posodo in ostalo umazanijo (na avtomobilih, steklih ...) sčistimo s curkom vode brez kemikalij, če je površina prekrita z majhnimi hidrofobnimi (»Hydro« pomeni voda, »Fobos« pa strah) strukturami. Material velja za hidrofobnega, kadar voda »ne mara«, gledano drugače, kadar voda ne mara tega materiala. Zaradi te lastnosti se molekule vode zberejo skupaj, da tvorijo kapljico in se ne razpršijo po površini, torej se površina ne zmoči. Takšna površina se imenuje **hidrofobna površina**. Druga možnost pa je, da se voda lahko razprši po površini in jo zmoči. Takšna površina se imenuje **hidrofilna površina**.

Barva Umazanija se zlahka prime na navadne stenske barve, kar lahko privede do zdravstvenih težav, saj se tam zadržujejo mikroorganizmi. Razvite so bile barve Lotusan, ki uporabljajo *lotosov efekt*. Z uporabo teh barv se lahko umazanija spere z zidov preprosto z nanosom vode na površino.



Slika 11. Fasada brez lotusana (levo) in z lotusanom (desno) [vir: MNN HOLDING COMPANY, 2014].

Tekstil Superhidrofobni materiali (na primer prevleka za tekstil MINCOR® TX TT) so odlični za izdelovanje dežnih plaščev, dežnikov, platnenih streh, senčnikov, jader in šotorov. Če prekrijemo tkanino s superhidrofobnim materialom, lahko dežni plašč postane vodoodbojen in hkrati prepusten za zrak.



Slika 12. Tekstil z lotosovim efektom [vir: GreenShieldTM, 2013].

Okna Prozorne kemikalije z *lotosovim efektom* se lahko uporabijo za prevleko oken, takšna okna pa se lahko sama očistijo že z dežnimi kapljami, kar pomeni, da ni potrebe po detergentih in ročnem čiščenju oken.

Strešniki Poseben premaz Erlus Lotus® ob uporabi sončne energije razgradi delce organskega izvora, dež nato to umazanijo spere.



Slika 13. Strešniki z lotosovim efektom [vir: http://images.slideplayer.org/1/666126/slides/slide_10.jpg].

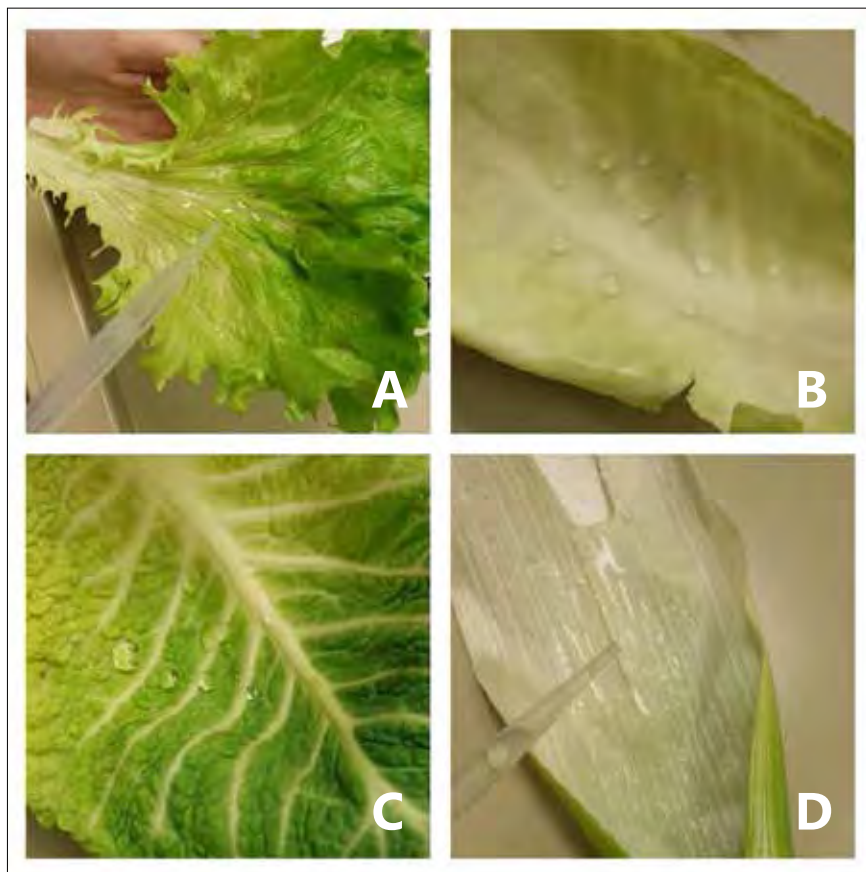
Apliciranje izboklin na ravno hidrofobno površino lahko to površino spremeni v **superhidrofobno površino**. Tako lahko zasnujemo različne stopnje hidrofobnosti, odvisne od hrapavosti površine (Zhu idr., 2011). Raziskovanje in razumevanje samočistilnosti lotosovih listov je pomagalo znanstvenikom razviti tehnologije, ki posnemajo naravo. Če material ostane suh v lažjem pršcu, je obravnavan za hidrofobnega. Če pa ostane suh v orkanu, je obravnavan za superhidrofobnega. V nadaljevanju je predstavljenih nekaj primerov tehničnih aplikacij *lotosovega efekta*.

■ Lotosov efekt na vsakodnevnih rastlinah – da ali ne?

Zanimala naju je prisotnost ali odsotnost *lotosovega efekta* na štirih naključno izbranih listih rastlin in sicer na zeleni solati, zelju, poru in ohrovту. Opazovala sva vpliv hidroskopičnih lastnosti in površinske napetosti vode na preiskovanih rastlinah. Najin namen je bil, da ugotoviva prisotnost *lotosovega efekta* na rastlinah s pomočjo vode.

Na posameznih rastlinah sva s kapalko počasi nanašala kapljice vode in pri tem opazovala obnašanje kapljic. Že pri nanašanju kapljic so bile vidne razlike.

Na zeleni solati in poru so se kapljice združile in razlile po površini, na



Slika 15. Nanašanje vode na zeleno solato (A), zelje (B), ohrovт (C) in por (D) (foto: M. Harb)

zelju in ohrovту pa so se formirale v večje kapljice. Opaziti je bilo, da sta zelje in ohrovт bolj specializirana glede vdora vode v tkivo lista. Po nanašanju vode sva vodo izlila tako, da je bil list suh. Ko se je list posušil, sva nanese moko, ki predstavlja umazanijo na rastlini. Nato sva ponovno nanašala kapljice vode in opazovala spremembe.

Na *sliki 16* je prikazano stanje moke pred nanašanjem vode in potem. Razvidno je, da voda ne očisti umazanije. V tem primeru se moka ne očisti (B).

Enako sva poskusila tudi na zelju. Nanesla sva moko, kasneje pa nanašala kapljice vode po površini. Med nanašanjem sva opazovala spremembe. Kapljice so se združile v eno večjo in »pobrале« moko (umazanijo) s površine. Ko sva vodo izlila, je kapljica vode skupaj z umazanijo odtekla. S tem sva potrdila prisotnost samočistilnega efekta.

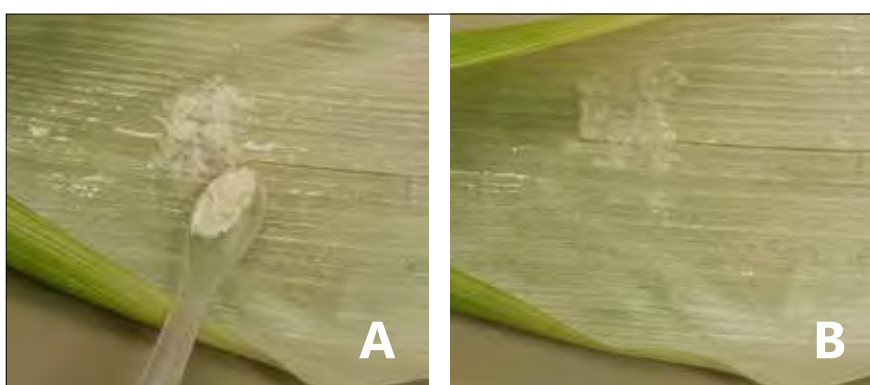
Pri poru je moka po nanašanju vode še vedno ostala na površini in iz tega sledi, da voda ne očisti umazanije. Zadnji poskus je bil narejen pri ohrovту. Ponovila sva postopek in opazovala, kaj se dogaja z moko po nanašanju vode na list. Voda se je formirala v kapljice in očistila moko s površine in s tem sva dokazala prisotnost samočistilnega efekta tudi na ohrovту.



Slika 14. Laboratorijski pripomočki in snovi za izvedbo poskusa in posamezni listi rastlin (foto: M. Harb)



Slika 16. Nanašanje moke pred dodatkom vode (A) in čiščenje z vodo (B) (foto: M. Harb)



Slika 17. Nanašanje moke pred dodatkom vode (A) in čiščenje z vodo (B) (foto: M. Harb)

■ Bionika za prihodnost

Bionika je povezovalna disciplina in postaja središče razmišljanja. Na splošno javnost besede »bionika« še ne razume popolnoma in jo jemlje kot nekaj abstraktnega, je pa bionika pravzaprav naša prihodnost. Človek je po mnenju mnogih strokovnjakov najpomembnejši dejavnik bionike. Naše odločitve močno vplivajo na svet, v katerem živimo, z bioniko bomo lahko popravili nekatere zgrešene poteze človeštva, še zlasti na področjih energetike, okoljskih tehnologij, sobivanja z naravnim okoljem in izgradnjo naše skupne prihodnosti. Narava je milijone let razvijala svoje sisteme, iskala rešitve, se prilagajala spremembam in je daleč, daleč pred nami. Na nas je, da bioniko prepoznamo kot rešilno vedo za našo prihodnost.

Postavljava si vprašanje, kateri so tisti primeri iz narave, ki jih človek še ne uporablja dovolj. Sprašujeva se,

zakaj avtomobili v večini primerov uporabljajo bencinske ali dizelske motorje. Zakaj je tako malo avtomobilov na električni pogon? Po mnenju strokovnjakov razvoj gorivne celice dosega stopnjo, ko bo mogoče resno razmišljati, da bo tovrstni pogon ponudil veliko prednosti. Pri avtomobilu na sončne celice se lahko peljemo 100 km ne da bi porabili za 1 € energije. V osnovi uporabljamo energijo sonca, ki jo pretvorimo v električno. Vodilni svetovni razvijalec komercialnih letal na električni pogon je slovensko podjetje Pipistrel. Zasedila sva tudi letalo in plovila na sončne celice. Če je površina sončne celice obsijana s soncem, lahko zagotavljajo zadostno moč tudi med večletnim poletom, saj so idealen vir za instrumente. Baterije ali akumulatorji bi bili pretežki, pa še trajajo ne dovolj dolgo. Na naših cestah prihaja do zastojev, prihaja do prometnih nesreč, prihaja do kaosa. Če pogledamo v naravo, vidimo, da se muhe, ptice in ribe ne zaletavajo. Ta naravni laboratorij nam da misliti.

Sprašujeva se, zakaj uporabljamo oz. proizvajamo plastiko, če je narava ne more predelati. Misliti moramo na to, kako bomo izdelali novo tehnološko plastiko, ki se bo dala večkrat termično preoblikovati, nazadnje tudi reciklirati. Naš cilj mora biti, da se bo vključevala v krožno gospodarstvo in tako zmanjševala odlagališča odpadkov plastike. Če stroj omogoča zaznavanje in odzivanje v svojem spreminjajočem se okolju, govorimo o nastajajoči umetni inteligenci v nasprotju z običajno strojno in programsko opremo. Posledice umetne inteligence lahko razumemo tudi kot primer, kjer bo stroj celo uspešnejši od človeka pri nekaterih nalogah. Obstajajo tehtni dokazi, da bo samovozeči avtomobil zmanjševal možnosti trčenj v cestnem prometu in se bo izogibal človeškim napakam, kot so motena koncentracija, okvare vida in drugo. Inteligentni stroji, ki bodo imeli hitrejši dostop do velikih baz podatkov (big data), se bodo sposobni odzivati brez človeških čustvenih vplivov, mogoče bodo nekoč tudi uspešnejši od medicinskih strokovnjakov pri diagnosticiranju bolezni. Zagotovo pa bo še vsaj nekaj časa človek tisti, ki bo stvari jasneje presojal, na podlagi čustev, zavedanja, tveganj, presoje vrednot in razumevanja medsebojnih odnosov. Brezpilotna letala so že zdaj v rabi za vojaške aplikacije, v kmetijstvu, nadzoru nevarnih območij, snemanju in pregledu posledic različnih naravnih nesreč. Zanimivi so tudi droni za prevoz različnega tovora na težko dostopne lokacije. Brezpilotna letala bodo pravzaprav leteči roboti, razvoj tovrstnih naprav pa se bo pospešil tudi z naslednjo generacijo robotike, kjer bo večji poudarek na sodelovanju med človekom in strojem. Oblikovalci robotov črpajo oblike, prilagodljivosti in spretnosti robotov iz narave – bioloških struktur, po bioničnih konceptih.

Dobro je, da se vse bolj zavedamo, koliko potenciala je skritega v naravi, vedeti pa moramo, da pri tem ne gre za enostavno kopiranje narave, ampak za to, kako prepoznati soodvisnost in rešitve ter jih premišljeno izkoriščati. Inovacije v naravi namreč ponazarjajo pot k boljšim in racionalnejšim rešitvam, tudi takšnim, ki jih z

obstoječo tehniko nismo sposobni izdelati. Usmerjenost v naravo je nujno potrebna, pomembno je, da se učimo iz vzorov narave. Ta pristop bi bil za nas mlade zanimivejši in poučen, prisiljeni pa bi bili povezovati naravo in tehniko, ki sta še vedno umetno ločeni. Dejstvo je, da probleme, s katerimi se srečujemo v tehniki, lahko uspešno rešujemo na podlagi bionike, torej z opazovanjem pojavov in procesov iz sveta, ki nas obdaja. Narava ima vedno neprimerljivo prednost v izumih in ostaja za človeka neizčrpen vir navdiha in samo upamo lahko, da bomo ljudje dovolj pametni in bomo znali naravo ohraniti.

Pri tolikšnem posnemanju rastlin in živali nama je vseč zapis dr. Romane Erhatic, ki izhaja iz starega biblijskega pouka: »Toda vprašaj, prosim, živino in te bo poučila, in ptice neba, in ti bodo povedale. Zanimaj se za zemljo, in te bo poučila, ribe v morju ti bodo oznanile.«

Viri

- [1] Barthlott, W., Ehler, N. Raster-Elektronenmikroskopie der Epidermis-Oberflächen von Spermatophyten. Tropische und subtropische Pflanzenwelt, 19: Mainz: Akademie der Wiss, 1977.
- [2] Barthlott, W., Neinhuis, C. The lotus-effect: nature's model for self cleaning surfaces. International Textile Bulletin. 2001, let. 1, str. 8–12. Best practices. BIONIKON - Das Bionik-Kompetenznetz. Dostop: <http://www.biokon.de/bionik/best-practices/> (12. 11. 2014).
- [3] Čuček, A. Ugriznimo znanost: MMC RTV Slovenija, 21. avgust 2013. Dostop: <http://ava.rtvsl.si/predvajaj/ugriznimo-znanost/ava2.159298559/> (27. 10. 2014).
- [4] Eine Bionische Welt im Jahr 2099. Evolutions technik Technische Universitat Berlin. Dostop: <http://www.bionik.tu-berlin.de/institut/bionik2099/bibu13ex.htm> (27. 11. 2015).
- [5] Erhatic Širnik, R. Bionika: Naravni vzori za tehniko prihodnosti. 1. izd. Ljubljana: Tehniški muzej Slovenije, 6 1999 Euroleon Nostras. Academic. Dostop: <http://de.academic.ru/dic.nsf/dewiki/414196> (18. 10. 2014).
- [6] Green Shield-Fabric Finish. Ask nature. Dostop: <http://www.asknature.org/product/28dac96ae850e0972f1a61db94844994> (18. 10. 2014)
- [7] Harb, R. Bionski sistemi. 1. izd. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 2011.
- [8] Malik, F. Bionics Fascination of Nature. 1. izd. Munchen: MCB Verlag, 2007.
- [9] Neumann, D. Bionik, VDI-Technologiezentrum Physikalische Technologien. Düsseldorf: Zukunfuge Technologien, 1993.
- [10] Nystrom, L. New material coating technology mimics Nature's Lotus Effect. Virginia Tech. 24. april 2014 Dostop: <https://www.eng.vt.edu/news/new-material-coating-technology-mimics-nature-s-lotus-effect> (14. 2. 2015).
- [11] Otto Lillienthal. Flying Machines. Dostop: <http://www.flyingmachines.org/lilthl.html> (18. 10. 2014).
- [12] Portrait of Otto Lillienthal (1848-1896). Smithsonian National Air and Space Museum. Dostop: <http://airandspace.si.edu/explore-and-learn/multimedia/detail.cfm?id=5789> (18. 10. 2014).
- [13] Purity of the sacred lotus, or escape from contamination in biological surfaces. LON – CAPA Botany Online Dostop: https://s10.lite.msu.edu/res/msu/botonl/b_online/lotus/planta.htm (18. 10. 2014).
- [14] Starčič Erjavec, M., Klokočovnik, V. Dotik življenja 9: Učbenik za biologijo v 9. razredu osnovne šole. 1. izd. Ljubljana: Založba Rokus Klett d. o. o., 2013.
- [15] Stick on tape. Velcro. Dostop: <http://www.velcro.com.au/Products/Adhesive-Backed/Everyday/Stick-On> (18. 10. 2014).
- [16] Sto Lotusan – Biomimicry Paint. Treehugger. Dostop: <http://www.treehugger.com/sustainable-product-design/sto-lotusan-a-biomimicry-paint.html> (18. 10. 2014).
- [17] What is Lotus rock? Lotus rock. Dostop: <http://lotusrock.com/what-is-lotus-rock/> (18. 10. 2014).
- [18] ZHU D., QIAO W., WANG L.: Hydrophobic mechanism and criterion of lotus-leaf-like micro-convex-concave surface. Chinese Science Bulletin, maj 2011, let. 56, št. 15, str. 1623–1628.

Do we know how to exploit the unique benefit of nature in the search for technical solutions?

Abstract: With this article we wanted to point out to our understanding of bionics while searching for technical solutions. Mankind has learned a lot from animals and plants about sensing in nature. Technology today has advanced a lot, yet nature is still a step ahead regarding sensing the nature. Driven by inventiveness and striving to sense better, man is getting closer and closer to nature by making devices and robots of all kinds. In nature there are many plants with the lotus effect – lotus, broccoli, water lilies. The lotus effect was first studied by Wilhelm Barthlott, who described its superhydrophobic and self-cleaning properties. There are a variety of applications of the lotus effect. While researching we were interested in the presence or absence of the effect with four plants chosen at random – lettuce, cabbage, leek and kale. We carried out a chemical experiment and tried to find out how to sense the presence of the lotus effect on the leaves of the vegetables mentioned before. Our goal was to draw people's attention to bionics by presenting them some practical examples from this field of science in an interesting way.

Keywords: nature, bionics, bionical solutions, self-cleaning effect, experiment

(Ne)prijetno presenečenje – regionalno srečanje IAOPA organizacij Evrope, ZDA in Kanade v Ljubljani

Aleksander ČIČEROV

Izveček: AOPA Slovenije je med 15. in 18. aprilom letos organizirala regionalno srečanje organizacij AOPE Evrope, Amerike in Kanade. Srečanje se je začelo 15. aprila s predstavitvijo slovenskih izdelovalcev letal in letalske opreme, nadaljevalo pa se je 17. in 18. aprila z razpravo o dronih, terorizmu, enotnem evropskem nebu, cenah goriv ter o uporabi necertificirane opreme v letalskih kabinah. Ta del je bil zaprt za javnost. Avtor poskuša razložiti vzroke za to in kakšna je pravzparav narava AOPA Slovenije.

Ključne besede: AOPA, slovenski proizvajalci letal in letalske opreme, zaprta seja

V skoraj štiridesetletni praksi na področju diplomacije in mednarodnih odnosov se mi še ni zgodilo, da bi mi nekdo rekel, da ne morem prisostvovati zasedanju strokovne mednarodne organizacije. Pa pojdemo lepo po vrsti.

■ 1 Regionalno srečanje IAOPA organizacij Evrope, ZDA in Kanade

AOPA Slovenije (Združenje lastnikov letal in pilotov Slovenije) je med 15. in 17. aprilom letos v Ljubljani organiziralo regionalno srečanje IAOPA organizacij Evrope, Združenih držav Amerike in Kanade. Vabilo (glej www.aopa.si) je udeležence povabilo na predstavitveno srečanje v Hotel Union. Program srečanja je ponudil predstavitev treh slovenskih podjetij

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



Ultralahko letalo one

s področja gradnje letal in opreme z vodeno razpravo, pozdrav predstavnikom IAOPPE ter druženje in spoznavanje prisotnih. Regionalno srečanje naj bi se nadaljevalo še 16. in 17. aprila 2016 z razpravo o dronih, terorizmu, skupnem evropskem nebu, težavah z gorivom in uporabi necertificiranih sredstev v letalih.

■ 2 Kaj je AOPA

AOPA (ang.: Aircraft Owners and Pilot Association) »kot edina civilna letalska organizacija, ki je razširjena po vsem svetu, poskuša vplivati na oblasti, da se ne skvarijo«, pravi Peter Ravnak, predsednik slovenske AOPE (glej sobotno prilogo Dela, 9. april 2016, str. 14–16).



Magnetni kompas podjetja Kanardia

AOPA ZDA je nastala leta 1939, sedež ima v Fredericku, v državi Maryland v Združenih državah Amerike. Je neprofitna organizacija, ki nastopa v korist generalnega letalstva. Njeno članstvo v glavnem sestavljajo piloti generalnega letalstva ZDA, po trenutni oceni naj bi bilo članov okrog 414 000. Z drugimi sorodnimi organizacijami je AOPA ZDA povezana kot članica Sveta Mednarodnega združenja lastnikov letal in pilotov (IAOPA-International Council of Aircraft Owner and Pilot Association).

Ideja o ustanovitvi stanovskega združenja lastnikov letal in pilotov AOPA v Sloveniji je bila navdahnjena prav z ustanovitvijo ameriške AOPE. Takoj po osamosvojitvi Slovenije so se začele



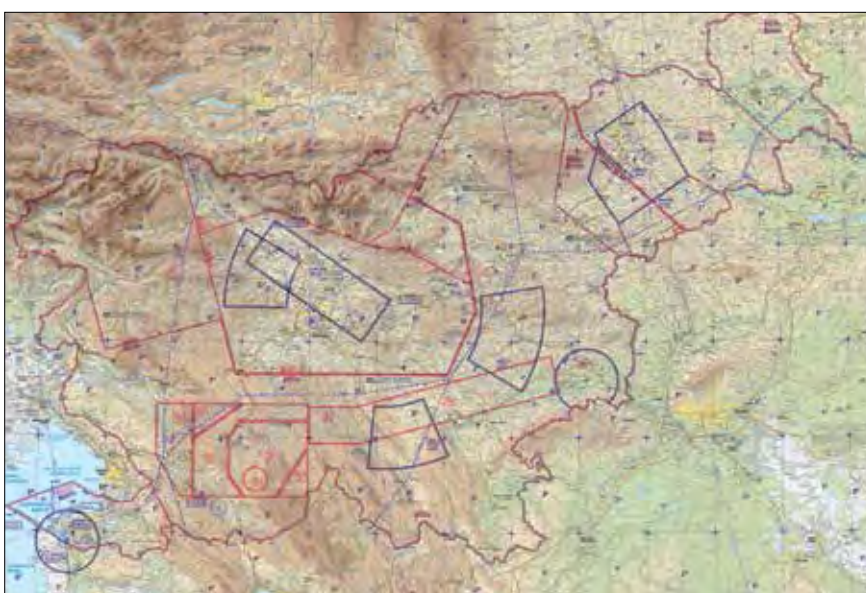
Žirokopter letalstva Farrag

aktivnosti za njeno ustanovitev. 6. aprila 1995 je bila v poslovnih prostorih Aerodroma Ljubljana ustanovna skupščina AOPE. Izvoljeni so bili njeni organi in določen njen sedež. V maju leta 1996 je bila AOPA vpisana v register društev. Na skupščini svetovne AOPE je bila AOPA Slovenije sprejeta v članstvo mednarodne organizacije AOPA. Pisalo se je leto 1997. Njen trenutni predsednik je Peter Ravnak, poklicni in športni pilot, kapetan A320 s skoraj 20 000 ur letenja. Izdaja tudi svoje glasilo 'Kopilot'.

■ 3 Predstavitev treh slovenskih podjetij s področja gradnje letal in opreme

Na predstavitvenem delu srečanja se je najprej predstavil dr. Aleš Kranjc s prikazom instrumentov za ultralahka letala. V svojem nastopu se je ozrl na desetletno prehojeno/preleteno pot in predstavil nekaj večnamenskih letalskih inštrumentov, ki so jih razvili v podjetju Kanardia d. o. o. Začelo se je leta 2005, ko so začeli izdelovati lasten prototip naprave AHRS (sistem za določitev orientacije in smeri).¹ Sodelujejo z 20 letalskimi organizacijami in posamezniki. NESIS za UL in eksperimentalna letala še ni certificiran.

Rainer Farrag je predstavil razvoj svojih »sanj«, kot je rekel. Kot pilot je ves čas sanjal o letečem avtomobilu. Svoj prostor pod soncem in uresničitev ideje je našel v Slovenskih Konjicah, kjer na tamkajšnjem letališču podjetje Letalstvo Farrag izdeluje žirokopterje. Med novostmi omenimo žirokopter TrixyEye, ki je namenjen fotografiranju iz zraka, za zračno podporo policiji in vojski, za nadzor meja, prometa in podobno. Rainer Farrag razmišlja tudi o TrixySea žirokopterju, v načrtu pa so še TrixyGyro, TrixyHeli in TrixyPlane.



Kontrola zračnega prometa Slovenije – VFR karta

¹ Več podrobnosti glej na www.kanardia.eu.

Iztok Šalamun, pilot konstruktor iz podjetja C2P d.o.o., je prikazal razvoj letala One. Za razvoj so potrebovali pet let. Letalo je v postopku certifikacije, ki naj bi bila končana leta 2017.

Kot zadnji govorec (Kontrola zračnega prometa Slovenije) je dr. Tone Magister predstavil ustroj in delovanje te organizacije, sodelovanje s sosednjimi kontrolami letenja (v sistemu FABCE) ter strukturo slovenskega zračnega prostora. Predstavniki Aerokluba Postojna je postavil zanimivo vprašanje o koordinaciji letenja civilnih pilotov in pilotov Slovenske vojske v zračnem prostoru nad letališčem. Odgovor je bil vsem znan in to je, da Kontrola zračnega prometa Slovenije ne odloča o tem, kdaj bo zračni prostor nad letališčem Postojna odprt oz. zaprt.

S tem se je predstavitevni del srečanja zaključil, podeljenih je bilo še nekaj priznanj aktivnim posameznikom in izrečenih nekaj zahval, na povabilo predsednika AOPE Slovenije pa se je pričelo druženje in spoznavanje prisotnih.

■ 4 Naj ostanem ali grem

Druženje sem izkoristil za vprašanje predsedniku AOPE, Petru Ravnaku, ali bi lahko prisostvoval nadaljeva-

nju srečanja 16. in 17. aprila, ker gre za teme, ki me tako kot pravnik in strokovnjak s področja mednarodnega letalskega prava še posebej zanimajo; droni, letalski terorizem, skupno evropsko nebo, uporaba necertificiranih instrumentov v letalih in podobno. Odgovoril je, da bo povprašal. Opazoval sem prisotne in po nekaj minutah je k meni pristopil podpredsednik slovenske AOPE in mi povedal, da bo nadaljevanje srečanja zaprto, tako da ne bom mogel prisostvovati srečanju in razpravam, ki me zanimajo. Preostalo mi ni nič drugega, kot da se umaknem.

■ 5 Epilog

V skoraj štiridesetletnem delovnem obdobju sem se kot diplomat in strokovnjak s področja letalstva udeleževal številnih srečanj, sestankov, konferenc, simpozijev in temu podobnih srečanj. Vodil sem številne slovenske delegacije v ICAO, ECAC, EUROCONTROL, bil član njihovih delovnih teles, predsedoval EU leta 2008 v ZN, sem član Sveta javne agencije za civilno letalstvo in predavatelj na področju mednarodnega letalskega prava in slovenskega letalskega prava. Nikoli nisem, niti med štirimi očmi, dobil namiga, da se česa ne morem udeležiti oziroma da je neko srečanje namenjeno samo 'iz-

brancem'. Sprašujem se torej, kdo v resnici vodi slovensko AOPA in kdo je tisti, ki sredi Ljubljane lahko prepove slovenskemu strokovnjaku, da prisluhne razpravam o temah, ki so še kako zanimive tako za pravnike kot tudi druge? Morda sem odgovor našel v naslovu članka Milene Zupanič, ki je zapisala, navajam: »Nebo je del slovenske države. V dobršnem delu ni več naše«. Očitno tudi slovenska AOPA ni več samo naša! Ko sem zapuščal malo dvorano Hotela UNION, so mi v ušesih odzvanjale besede podpredsednika slovenske AOPA, ki je dejal, navajam: »Pribili ste me na križ. Če bi bili v Svetu JACL (Javna agencija za civilno letalstvo) bolj kooperativni, bi se morda še kaj dalo storiti. Več sodelovanja JACL z AOPA, pa bi bilo vse drugače.² Kaj je torej nagnilo tehcnico na stran 'zaprttega nadaljevanja'?

AOPA ni vojaška organizacija, ni NATO, ni varnostna organizacija. Kot trdijo, so neprofitna civilna organizacija, ki se zavzema za to, da je letalstvo varno, dostopno in da se lahko razvija. Da poskuša vplivati na oblasti, da se ne skvarijo! Morda pa tokrat niso krivi Američani, ampak domače zamere? Dopuščam tudi možnost, da statutarni dokumenti slovenske AOPA določajo 'izključitev javnosti', ko gre za obravnavo določenih občutljivih zadev.

(Un)pleasant surprise - the regional meeting of IAOPA organizations of Europe, United States and Canada in Ljubljana

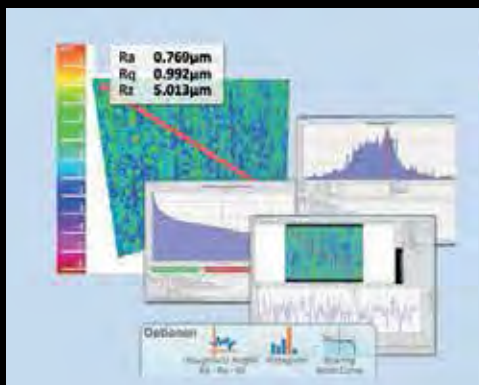
Abstract: The AOPA Slovenia organized a regional meeting of IAOPA organizations of Europe, United States of America and Canada in April this year. The meeting started on 15. of April by presentation of Slovene producers of aircrafts and avionics. The regional meeting continued on 17th and 18th of April with discussions on drons, terrorism, Single European Sky, no certified avionics in the cockpit and the price of fuel. This part was closed to public. The author try to explain what reasons were behind such closure and what is the nature of AOPA Slovenia.

Keywords: AOPA, Slovene manufacturers of aircrafts and avionics, closed session.

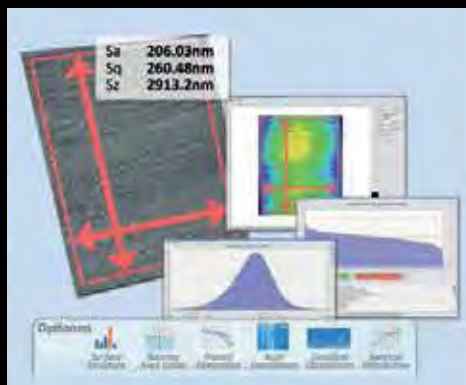
² Zdravko Stare, podpredsednik AOPA Slovenije je pred kratkim kandidiral za direktorja Javne agencije za civilno letalstvo. Bil je eden od štirih kandidatov, žal pa ni bil izbran.

MERITVE HRAPAVOSTI

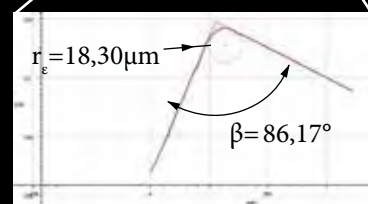
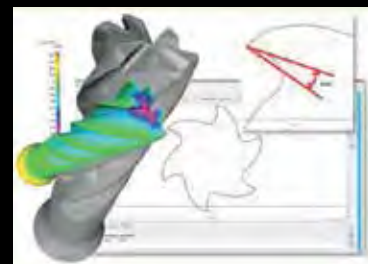
MERITVE 3D OBLIK



Linijska meritev hrapavosti



Površinska meritev hrapavosti



8 mm

MERITVE GEOMETRIJE



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

ALICONA InfiniteFocusSL



Povečava objektivna	5X	10X	20X
Delovno območje (X, Y, Z) [mm]	50 x 50 x 155		
Delovno območje objektivna [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

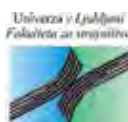
KATEDRA ZA MENEDŽMENT OBDELOVALNIH TEHNOLOGIJ

Predstojnik katedre: Prof. dr. Janez Kopač

☎ Telefon: +386 1 4771 438

📠 Faks: +386 1 4771 768

✉ E-mail: Janez.Kopac@fs.uni-lj.si



KATEDRA ZA
MENEDŽMENT
OBDELOVALNIH
TEHNOLOGIJ



Serija optimiziranih pogonov Festo

Optimizirani pogoni so cenovno ugodni sistemi z optimiziranimi zmogljivostmi. Pogonski sistem, ki zagotavlja enostavnejše gibanje in pozicioniranje kot kateri koli sistem v preteklosti in je značilno cenejši kot konvencionalne električne rešitve. Vključuje linearno oziroma rotacijsko os z vgrajenim motorjem in krmilnik motorja z integriranim spletnim brskalnikom ter ustreznimi povezovalnimi kablji. Pomembna prednost in glavna značilnost je tudi ta, da je pogonski sistem mogoče konfigurirati, naročiti in kupiti le z eno kataložsko kodo.

Sistem z najboljšimi zmogljivostmi sestavljajo komponente (slika 2):

- električni valj EPCO za enostavno pozicioniranje,
- pogonska os z zobatim jermenom ELGR za avtomatično enostavno gibanje,
- rotacijski pogon ERMO za rotacijska in nihajna gibanja,
- krmilnik motorja CMMO-ST z integriranim spletnim brskalnikom s številnimi možnostmi povezovanja, kot so IO-Link, Modbus ali I/O vmesnik.



Slika 2. Zgradba pogonskega sistema

Osnovne značilnosti sistema so:

- enostavnost pri naročanju in optimizirana kombinacija vodil in motorja oziroma prenosnikov ter motorja,
- hitrost pri konfiguriranju pogona za gibanje in pozicioniranje,
- nizka cena – najboljše razmerje med ceno in učinkovitostjo,
- fleksibilnost – poljubno izbiranje pozicij, sil in hitrosti, enostavno in poljubno definiranje profila gibanja.



Slika 1. Moduli za gradnjo optimiziranega pogonskega sistema

Enostavnost in hitrost naročanja je omogočena preko mrežnega strežnika. V Festovem oblaku parametrov je mogoče najti nabor parametrov za komponente, definirane in preskušene vnaprej. Izbrani sistem je tako hitro in enostavno pripravljen za delovanje.

Izbiranje komponent sistema je enostavno. Programsko orodje »PositioningDrives« izračuna na podlagi podanih uporabnikovih podatkov idealno kombinacijo iz široke palete elektromehanskih pogonskih osi, motorjev, prenosnikov in krmilnikov motorja. Pri specifikaciji različnih projektnih parametrov orodje izračuna

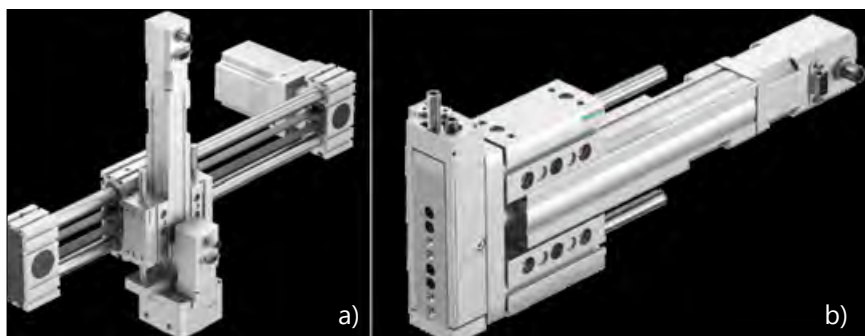
hitro in zanesljivo tudi karakteristične vrednosti obremenitve za izbrani pogon. »PositioningDrives« prepreči nepravilnosti pri konstrukciji in se izogne potratu energije s tem, ko pomaga izbrati ustrezne komponente pogona.

Optimizirani pogoni omogočajo njihovo uporabo v številnih primerih avtomatizacije, kot so:

- dviganje, zlaganje,
- pozicioniranje obdelovancev,
- prenašanje in transport,
- zaustavljanje in ločevanje,
- sestavljanje s stiskanjem,
- postavljanje preusmerjevalnikov,
- odpiranje in zapiranje,
- natakanje tekočin, jemanje vzorcev.

Sestaviti je mogoče različne konfiguracije z uporabo linearnih in rotacijskih pogonov, kar omogoča modularna gradnja serije optimiziranih pogonov (slika 3). Dodati je mogoče tudi pnevmatične ose.

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

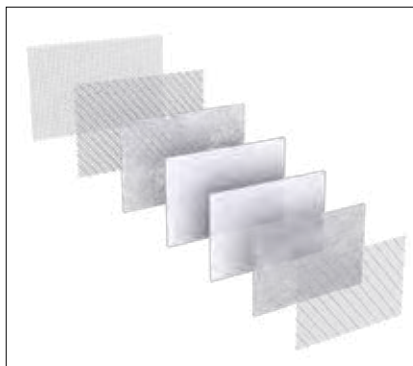


Slika 3. Celovita rešitev: dve električni linearni osi (YZ) in rotacijska os (a) enota prvi-odloži s pnevmatično linearno enoto (DGSL) (b)

HYDAC-ovo energijsko učinkovito filtriranje z novimi filtri družine Optimicron®

Naloga filtrov v hidravličnem sistemu je odstranjevanje nečistoč iz hidravlične tekočine in s tem zagotavljanje njene stalne čistosti. Čista hidravlična tekočina ima daljšo življenjsko dobo, zato pa se podaljša tudi življenjska doba in zmanjša obraba ter pogostost okvar ostalih komponent, kot so ventili, črpalke, valji. Zato mora biti filtriranje brezpogojno zanesljivo ter seveda stroškovno in energijsko učinkovito.

HYDAC je globalno in ekološko usmerjeno podjetje in cilji podjetja so tudi stalni razvoj in izboljšave njihovih izdelkov. Od tega razvoja imajo neposredne koristi njihove stranke in okolje, saj so izdelki gospodarnější in med obratovanjem porabijo manj energije. S to mislijo je bila razvita nova družina filtrskih elementov Optimicron®.



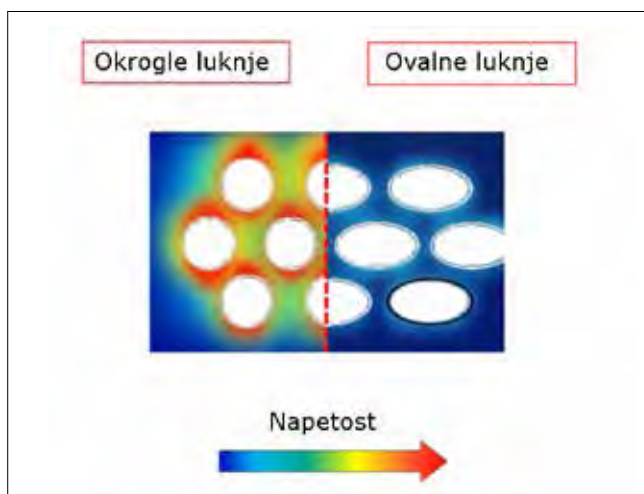
Slika 1. Plasti v filtrirnem telesu

Velikost por filtrirnega materiala se zmanjšuje od umazane plasti proti čisti strani filtra in s tem omogoča, da se izrabi celotna debelina filtrirnega vložka, saj se večji delci ujamajo na začetku, majhni pa na koncu plasti filtrnega vložka. Dodatna prednost tega je minimalni vpliv na tok skozi plasti filtrirnega telesa in s tem se doseže manjši padec tlaka, saj globinska filtracija preprečuje, da bi se filtrski element prehitro izrabil.

Nova je tudi oblika gub filtrirnega materiala, imenovana Helios. Izmenjujejo se višje in nižje gube, kar spet izboljša tokovne razmere, saj se poveča prosta površina, na katero doteka tekočina (slika 3), med večjimi obremenitvami pa je filtrirni material tako tudi bolj stabilen.

Posebna inovacija je pri elementih Optimicron® tudi patentirana dretnažna plast na dotočni in odtočni strani, ki ustvari velike kanale, kjer lahko tekočina nemoteno doteka na filtrirni material in na čisti strani spet v velikih kanalih odteka. Posledica je manjši padec tlaka skozi filtrirno telo in s tem se zmanjša poraba energije.

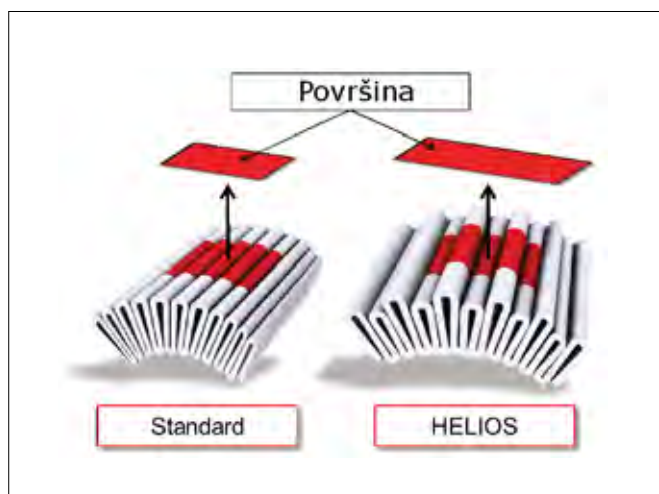
Z vsemi inovacijami je padec tlaka novih filtrskih elementov Optimicron® za povprečno 30 % manjši kot pri standardnih filtrirnih telesih primerljivih dimenzij, ki se dobijo na trgu.



Slika 2. Oblike luknjic na zaščitnem plašču

Na prvi pogled najbolj očitna sprememba sta dve dodatni finosti filtrirnih plasti in sicer 1 mikron in 15 mikronov, tako da uporabniki zdaj lahko izbirajo med 1-, 3-, 5-, 10-, 15- in 20-mikronskimi plastmi. Filtri Optimicron® imajo zdaj do 7 plasti filtrirnega materiala (slika 1).

Zaščitni plašč filtrirnega telesa ima sedaj luknjice ovalne oblike (slika 2), kar izboljša dotok tekočine na gube filtrirnega materiala in zmanjšuje napetosti v samem plašču. Ta patentirana oblika odprtine je prijavljena za patent in že na prvi pogled pokaže, da je filtrski element original HYDAC.



Slika 3. Oblika gub

Vir: HYDAC, d. o. o., Zagrebska c. 20, 2000 Maribor, tel.: 02 460 15 20; faks: 02 460 15 22, internet: www.hydac.com, e-mail: info@hydac.si, g. Dejan Glavač

Prijemala serije GPP 1000

Podjetje ZIMMER GROUP, ki ga poznamo po blagovni znamki SOMMER AUTOMATIC, predstavlja »low cost« prijemala serije GPP 1000 (slika 1).

Njihove značilne prednosti so:

- set prijemnih čeljusti je že zajet v ceni,
- enostavna sprememba med notranjim in zunanjim prijemom,
- trije možni gibi – 4, 8 ali 16 mm na čeljust,
- prijemna sila 100 N,
- življenjska doba do 2 milijona ciklov,
- ugodno razmerje med ceno in učinkovitostjo.



Slika 1. Osnovna oblika prijemal GPP 1000

Za ustvarjanje prijemne sile ima prijemalo GPP 1000 vgrajen enosmerni pnevmatični valj, vračanje prijemnih čeljusti je z vzmetjo. V osnovi deluje kot zunanje prijemalo (slika 2). S preprostim posegom je mogoče prijemalu spremeniti smer prijemanja, tako da so čeljusti v začetnem položaju odprte in deluje kot notranje prijemalo (slika 2).

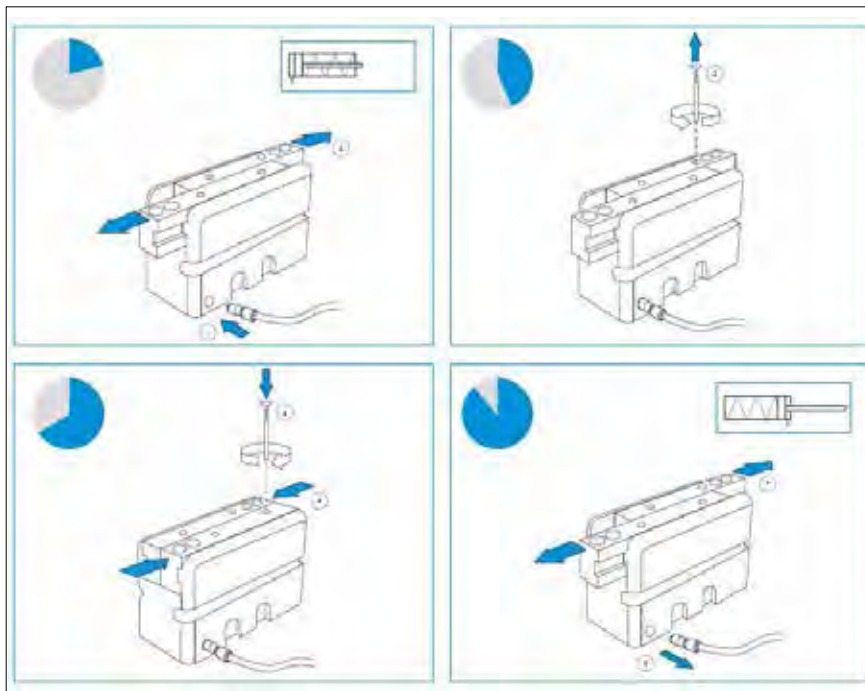
Za pozicioniranje se lahko uporabijo magnetni senzorji, saj ima prijemalo na vsaki strani vodilne



Slika 3. Struktura

tudi čeljusti iz materiala po želji naročnika.

Za lažjo izbiro želenega prijemala je Zimmer Group svojo družino prijemal razdelil na tako imenovni Application Profiles. GPP 1000 pripada osnovnemu razredu AP1, ki pokriva osnovne kvalitativne zahteve prijemal in obenem upošteva gospodarne vidike. Kljub ugodni ceni so prijemala GPP 1000 preverjeno kvalitetna, tako kot vsi izdelki Zimmer Group in zagotavljajo do 2 milijona ciklov brez vzdrževanja.



Slika 2. Smer delovanja prijemne sile

utore. Prijemalo je opremljeno s plastičnimi čeljustmi in vsem potrebnim vijačnim priborom. Na prijemalo je mogoče prigraditi

Vir: INOTEH, d. o. o., K železnici 7, 2345 Bistrica ob Dravi, tel.: +386(0)2 673 01 34, faks: +386(0)2 665 20 81, e-mail: info@inotech.si, internet: www.inotech.si

Industrijska naprava za oddaljeni dostop ProSoft ICX35-HWC

Podjetje ProsoftTechnology predstavlja novo napravo za oddaljeni dostop do industrijske mreže oziroma krmilnika. Oddaljeni dostop je mogoč preko mobilnega omrežja tako, da se ProSoft ICX35-HWC preko varne povezave (tunela) VPN v oblaku poveže s krmilnikom, na katerega je fizično priključen. Vgrajen ima tudi serijski port 232/422/485 za povezavo na nekatere starejše krmilnike, ki mrežnega vmesnika nimajo.

Glavni namen uporabe naprave ProSoft ICX35-HWC je oddaljeno programiranje ali vzdrževanje. Uporabi se lahko tudi za zbiranje podatkov za oddaljeni podatkovni strežnik, Scada sistem ali aplikacijo M2M (stroj s strojem).

ProSoft ICX35-HWC podpira prenos podatkov na vseh različnih mobilnih omrežjih po svetu. Seveda podpira tudi zadnje tehnologije, kot je 4G/LTE in ostale, kot so GSM, UMTS/HSPA+ in GPRS.

Značilnosti in prednosti uporabe naprave ProSoft ICX35-HWC so številne.

Za oddaljeno povezavo uporablja VPN 2 nivo (layer), kar pomeni, da se na oddaljene naprave (AllenBradley, Siemens, Schneider Electric, B&R, Beckhoff, WAGO ...) povežemo, kot



Naprava ProSoft ICX35-HWC

bi bili povezani na lokalno mrežno stikalo. Kar seveda pomeni, da delujejo tudi programi za avtomatsko odkrivanje priključenih naprav (ProSoft discovery service, RSLinx, RSW-who ...). Ni treba poznati IP naslova naprave, na katero se želimo priključiti, ampak enostavno s primernim programom (ProSoft discovery service, RSW-who ...) »preskeniramo« lokalno mrežo in napravo (z njenim IP naslovom) najdemo. Kar pa ne velja pri ostalih konkurenčnih napravah, ki delujejo na nivoju (layerju) VPN 3.

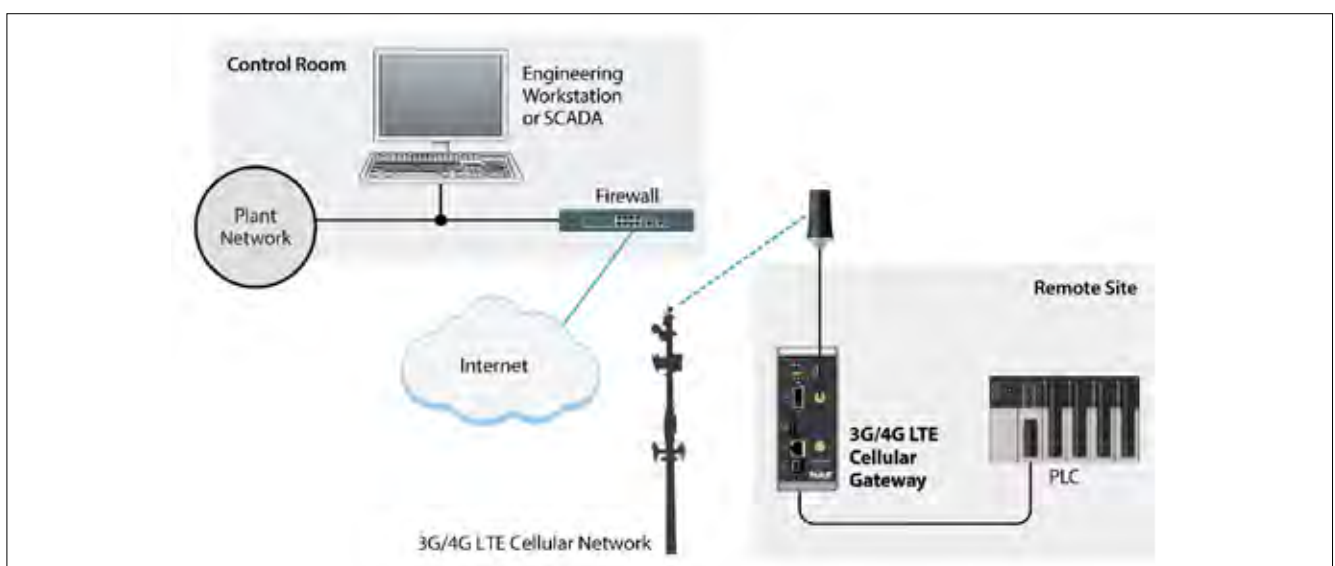
Za vzpostavitev povezave ni treba nalagati posebnih programov, ampak so za delo z napravo ProSoft ICX35-HWC uporabljene vgrajene funkcije okolja Windows in Linux. S tem se izognemo dodatnim varnostnim težavam in obveznim nadgradnjam. Poudariti je treba še prednost spreminjanja IP naslova naprave preko oblačnega dostopa. Celo novi Firmware lahko nadgradimo oddaljeno časovno zakasnjeno. Torej nastavimo termin, za katerega vemo, da naprave ne bomo potrebovali.

Do naprave lahko dostopajo tudi ostali, vsak s svojim uporabniškim računom, kar prinaša dodatno varnost, ker odpade deljenje svojega gesla z drugimi.

Za delovanje ne potrebujemo hitrega interneta, ker se prenašajo samo podatki z naprave, brez slike ali zvoka.

Pri napravi, do katere dostopamo, ne potrebujemo računalnika, razvojnega programskega paketa in licence TeamViewer. In kar je najbolj pomembno, svojega računalnika ne priključujemo na produkcijsko mrežo.

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



Shema oddaljenega povezovanja z napravo ProSoft ICX35-HWC

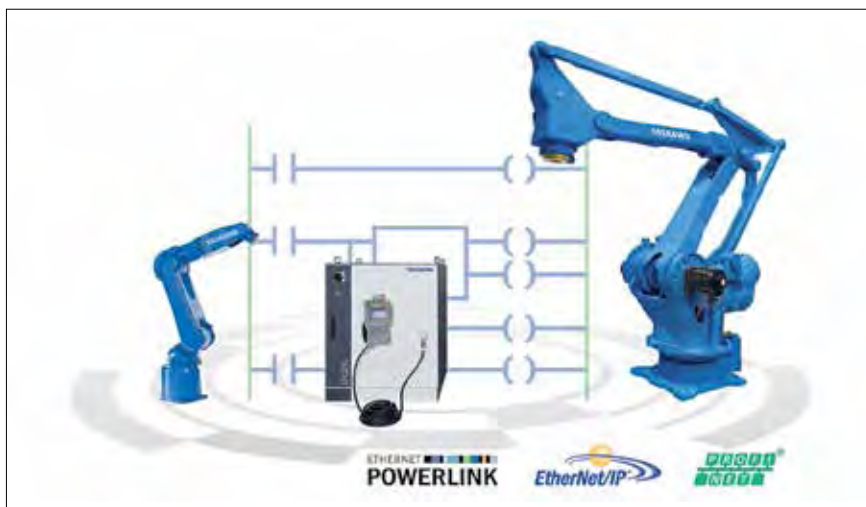
MotoLogix

Programska oprema MotoLogix omogoča programiranje in upravljanje z roboti Motoman preko PLC. Združitev uporabniku prilagojenih robotskih sistemov z vmesnikom PLC in HMI še nikoli ni bila tako enostavna.

MotoLogix vključuje knjižnice, funkcijske bloke ter povezave s PLC (Ladder Program, Structured Text in Function Block Diagram) proizvajalcev, kot so: B&R, Rockwell, Siemens ...

Področje uporabe

Značilno področje uporabe so sistemi, nadzorovani s PLC in kjer je robot v podrejeni (Slave) vlogi. Tako se priporoča uporaba MotoLogix pri aplikacijah, kot so na primer manipulacija z izdelki, strega strojev (na primer za brizganje plastike), pobiranje, pakiranje, paletiranje, izvajanje meritev, sortiranje izdelkov itd.



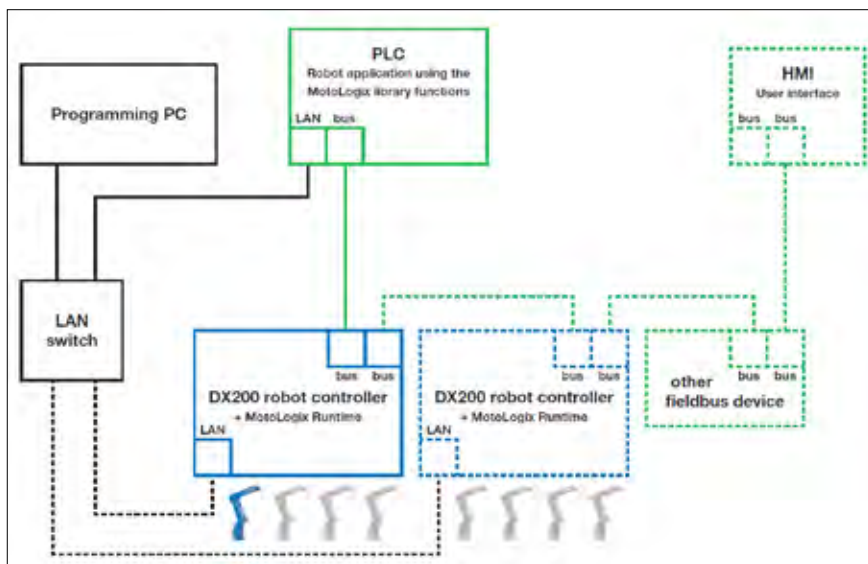
Standardni gradniki pri uporabi programske opreme MotoLogix

Manj primerne so aplikacije, kjer je zahtevana velika hitrost gibanja robotov in sinhrono gibanje robota s transportnim trakom ali zunanjimi robotskimi osmi – takšne aplikacije pa enostavno rešuje MotoPick.

Prednosti MotoLogix sistema

- poznavanje programskega jezika robota ter programske enote (programming pendant) ni potrebno,
- nadzor nad robotom je prevzel PLC (premikanje robota, nastavitve robotskih prijemal in TCP, nadzor nad alarmi ...),
- enostavna uporaba knjižnic, funkcijskih blokov in primerov,
- robotski krmilnik DX200 poskrbi za natančno robotsko trajektorijo in gladko premikanje robota,
- uporaba je mogoča na vseh robotih Motoman, krmiljenih z robotskim krmilnikom DX200,
- vsak posamezni paket MotoLogix lahko v sistem poveže do štiri robote.

Vir: Yaskawa Slovenija, d. o. o., Lepovče 23,1310 Ribnica, internet: www.yaskawa.eu.com, tel.: + 386 (0) 1 8372-375, fax: + 386 (0) 1 8361-243, mateja.nosan@motoman.si



Možnost povezovanja robotov v sistem z MotoLogix paketom

POSVET

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2016 - ASM '16

7. decembra 2016

na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani

Ukrivljena linearna vodila po meri naročnika

Novi sistem DryLin® W podjetja IGUS vključuje vozičke in po meri naročnika ukrivljena linearna vodila. Voziček je prilagojen krivini linearnih vodil in je samonastavljiv ter deluje brez mazanja (slika 1).



Slika 1. Ukrivljeno vodilo

zaporo. Prilagaja se lahko različnim oblikam in ukrivljenosti vodil, delovanje je tiho, ker ni kroglic. Sam sistem je robusten, ker je za vodila uporabljen anodizirani aluminij.



Slika 2. Prilagodljiv ležaj na paleti



Slika 3. Oblike ukrivljenosti vodil

Sferična oblika ležaja omogoča samodejno prilagajanje tudi največjemu radiju (minimalni radij 250 mm) in ravnim delom vodil. Po izbiri ima lahko voziček tudi ročno

Krivine vodil so lahko konveksne, konkavne in ukrivljene (slika 3).

Področja uporabe vodil DryLin® W so številna, med drugim so primerna tudi za različne odrske postavitve in notranjo opremo v hišah.

Viri: Tehnična 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

26. TEHNIŠKO POSVETOVANJE VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE

**PROIZVODNJA
VZDRŽEVANJE**



DVS

Otočec, 20. in 21. oktober 2016 | www.tpvsi.si

Kompaktna pogonska os z zobatim jermenom



Pogonska os z zobatim jermenom serije HM-B podjetja HIWIN, ki je

prejela nagrado za oblikovanje, je izjemno učinkovita, prilagodljiva in stilsko dovršena.

Pogonsko os sestavljajo preskušene komponente, ki so izdelane v podjetju HIWIN in zagotavljajo optimalen prenos moči, ekstremno učinkovitost ter izjemno prijaznost do uporabnika. Zahvaljujoč majhnemu trenju vrtljivih elementov, stabilnemu vodenju, zaščitni prevleki zobatega jermena, ustrezni širini traku so doseženi optimalna učinkovitost, tiho delovanje in dolg čas do servisiranja. Pogonske osi v kombinaciji z mnogimi opcijami komponent, širokim naborom širine profilov, dol-

žine pritrdilne palete in dolžine gibov zagotavljajo, da jih uporabnik lahko prilagodi vsakemu primeru uporabe na optimalen način.

V težkih razmerah delovanja kovinski zaščitni trak varuje vodila pred umazanijo in vdorom trdih delcev.

Vse naštetu zagotavlja, da pogonska os HM-B z zobatim jermenom deluje nenehno z izjemno natančnostjo.

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*

Posodobljena serija OMRON-ovih tipk, stikal in indikatorjev dimenzij 22 mm



Serija A22N (a) in serija A3U (b)

Podjetje OMRON predstavlja posodobljeno serijo tipk, stikal in indikatorjev z oznakami A22N in A3U dimenzij 22 mm.

Serija tipk A22N omogoča izbiro različnih oblik tipk, ki so enostavne za vgradnjo in imajo visoko zaščito IP66 ter različne preklonke funkcije. Serija vključuje tipke, izbirna stikala s ključem ali brez njega in indikatorje premera 22 mm. Izbirati je mogoče med standardnimi ploščatimi tipkami z zaščito oz. odprtimi tipkami in tipkami gobaste oblike. Preklonka stikala so v črni barvi, vse

ostale tipke in indikatorji pa v prosojni ali neprosojni izvedbi v zeleni, rdeči, modri, beli, rumeni in oranžni barvi. Okrasni obroči so lahko plastični, kovinski ali brušeni kovinski.

Graditelji strojev in načrtovalci panelnih plošč tako lahko izbirajo med različnimi oblikami in barvami tipk za čelne plošče, da jih lažje umestijo k celotni zasnovi in videzu stroja oziroma naprave.

Tipke so zasnovane tako, da zmanjšajo velikost čelne plošče, saj se lahko uporabi do šest kontaktnih blo-

kov na posamezno tipko oz. stikalo (to velja za neosvetljene modele). Globina oz. dolžina tipke je samo 46,8 mm.

Zagotavljajo varno namestitev kontaktnih blokov, ki so simetrični od leve proti desni, enostavni za namestitev brez uporabe orodja. Prav tako je možno ožičiti kontakte v zgornji vrsti, brez odstranitve kontaktov spodnje vrste, ki jo prekrivajo. Tudi kasnejše dodajanje preklonkih kontaktov za razširitev preklonkih funkcij je enostavno.

Tudi tipke serije A3U imajo kratko vgradno globino, ki je skupaj s stikalnim delom le 50 mm, kar zagotavlja hitro sestavljanje in ožičenje. Del tipke, ki gleda iz panela, ima nizek profil in pripomore k diskretnemu videzu. Na voljo so osvetljeni in neosvetljeni modeli v različnih barvah, v črni, beli, zeleni, rdeči, modri in rumeni, z zaščito IP40 ali IP65.

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*

Vakuumsko prijemalo z ejektorjem

Podjetje SMC predstavlja novo serijo vakuumskih prijemal ZHP kot odziv na povečano povpraševanje po integriranih sistemih za proizvodnjo vakuuma. Energetsko učinkovita kompaktna enota ZHP se enostavno vgradi v omejenih prostorih zaradi svoje inovativne zasnove, ker dodatni sestavni deli, razen dovoda komprimiranega zraka, niso potrebni. Zato je enostavna tudi za vzdrževanje.

SMC, svetovni vodilni strokovnjak s področja pnevmatike je predstavil kompaktno, samostojno enoto vakuumsko prijemalo z ejektorjem, ki jo je enostavno namestiti in zagotavlja optimalne prihranke prostora, energetsko učinkovitost in zmanjšuje potrebe po vzdrževanju.

Nova serija ZHP zmanjšuje potrebo po uporabi več sestavnih delov in zapletene zasnove konstrukcije.



Regulacijski cevni ventili

Omogoča enostavno menjavo »kovinske zagozde (pločevine)« z eno potezo.

Uporaba dvostopenjskega vakuumskega ejektorja izboljša učinkovitost, poveča sesalni pretok do 50 % in zmanjša porabo zraka do 30 %.

Poleg tega ponuja tri vakuumska priključna mesta, ki zagotavljajo različne povezave do drugih naprav in ustvarja priložnost za serijsko priključevanje cevi. To omogoča, da se več naprav priključi v zaporedju, kar zmanjšuje potrebo po več ceveh.

ZHP ima še druge konstrukcijske rešitve, vključno z dušilcem zvoka, ki bistveno zniža raven hrupa in nevarnost zamašitve. Da bi izboljšali njihovo življenjsko dobo in zmanjšali tveganje za zamašitev, so v SMC vgradili v ZHP sito, ki preprečuje vstop tujkov v sesalno odprtino.

Vir: SMC Industrijska Avtomatika, d. o. o., Mirnska cesta 7, 8210 Trebnje, tel.: +386 7 3885 421, e-pošta: prodaja@smc.si, internet: www.smc.si



Arduino
Programirajmo z lahkoto

www.svet-el.si

Polnilnice za polnjenje vozil s stisnjenim zemeljskim plinom

Podjetje OMEGA AIR d. o. o. Ljubljana je v svoj prodajni program uvrstilo polnilnice za polnjenje vozil s pogonom na stisnjeni zemeljski plin (polnilnice CNG).

CNG – »compressed natural gas« oziroma »stisnjeni zemeljski plin (SZP)« nastane s stiskanjem (komprimiranjem) zemeljskega plina na tlak 200 bar in se uporablja kot gorivo za pogon vozil.

Prednosti CNG pred ostalimi pogonskimi gorivi:

- visoka energijska vrednost (kg CNG = 1,5 l bencina oziroma 1,3 l dizla),
- do 50 % nižja cena v primerjavi z ostalimi gorivi,
- nižji stroški vzdrževanja in daljša življenjska doba motorja vozila,
- manjše emisije (NOx in CO, prašni delci),
- visoki varnostni standardi,
- nizka raven hrupa vozil v primerjavi z vozili na druga pogonska goriva.

Glavne sestavne enote CNG so visokotlačni kompresor za zemeljski plin (4), zalogovnik stisnjenega zemeljskega plina (6), sušilnik plina (2), plinski filtri (1,3,5,7), visokotlačna cevna instalacija s pripadajočimi armaturami, dispencer (8) oziroma dispenzijski panel s polnilno cevjo



Slika 1. CNG polnilna postaja

ter po potrebi naprava za merjenje polnjenja in plačilni avtomat (slika 2).

Mogoča sta dva načina polnjenja

Počasno polnjenje (»slow fill«), pri katerem je polnjenje rezervoarja vozila neposredno z visokotlačnim kompresorjem preko polnilne cevi. Na ta način traja polnjenje vozila nekaj ur in je čas trajanja odvisen od polnilne moči visokotlačnega kompresorja ter velikosti rezervoarja v vozilu.

Hitro polnjenje (»fast fill«), pri katerem poteka polnjenje posredno. Visokotlačni kompresor najprej polni zalogovnik stisnjenega plina in plin nato preko polnilne cevi teče v re-

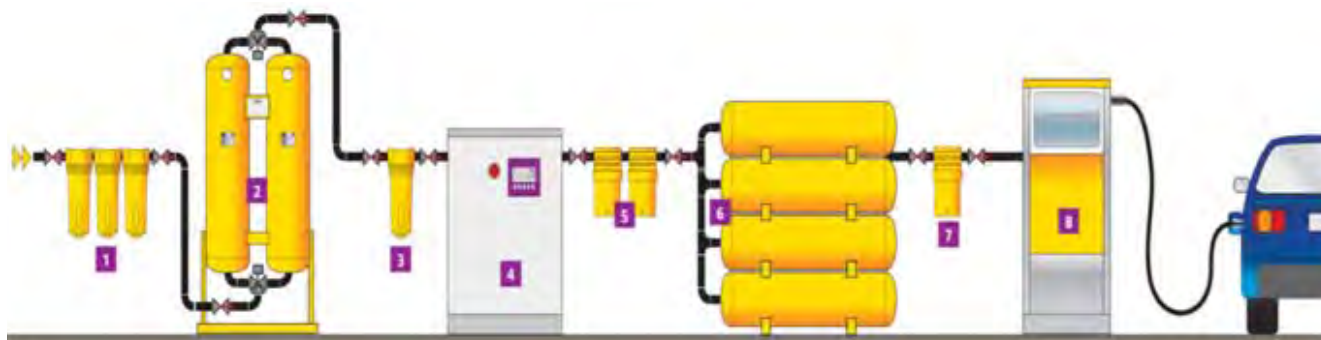
zervoar vozila. Na ta način traja polnjenje vozila le nekaj minut.

Podjetje OMEGA AIR d.o.o. Ljubljana ima v svojem prodajnem programu male (hišne) polnilnice za počasno polnjenje in tudi javne polnilnice za hitro polnjenje.

OMEGA AIR d.o.o. Ljubljana ima v svojem programu tudi:

- strokovno svetovanje s področja CNG,
- študije polnilnic CNG na podlagi zahtev naročnika,
- izračune vračila investicije,
- projektiranje in inženiring,
- izvedbo polnilnih postaj na ključ,
- strokovno servisno storitev.

www.omega-air.si



Slika 2. Shema CNG polnilne postaje

OMEGA AIR

Better air

MJ Compact 05

Polnilna postaja za počasno polnjenje

- 1 kompresor MJ05
- kompakten proizvod
- 5 m³/h
- 15.000 m³/leto
- 20.000-200.000 km/leto
- čas polnjenja-preko noči
- primerno za flote do 5 vozil



MJ Variant

Polnilna postaja za hitro polnjenje

- 1-4 kompresorji MJ05
- zalogovniki 280 do 1260 l
- opcijski dispenzer
- potrebni gradbeni posegi
- 5-20 m³/h
- 20-60.000 m³/leto
- 200.000-800.000 km/leto
- Primerno za flote do 5 -20 vozil



MJ Compact Plus

Polnilna postaja za hitro polnjenje

- 1-2 kompresorja
- zalogovniki do 3360 l
- opcijski dispenzer
- kompakten proizvod
- 20-60 m³/h
- 60-270.000 m³/leto
- 800.000-3.600.000 km/leto
- Primerno za flote do 20 - 80 vozil



MJ SAT

Javna polnilnica

- 1-2 kompresorja
- zalogovniki > 3360 l
- dispenzer
- 70 m³/h in več
- 200.000 m³/leto in več
- avtobusi, tovornjaki, osebna vozila



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

Edward F. Logan ml. : »Skočite, prekleto, skočite!«

Napeto napisani spomini poročnika Edwarda F. Logana, pilota bombnika B-17, leteče trdnjave, nas postavijo v leto 1944. Med 34. misijo je bil B-17 zadet in posadka je bila prisiljena izkočiti na sovražnikovo ozemlje, v okolici Mirne na Dolenskem. S pomočjo slovenskih partizanov so se Logan in člani njegove posadke kmalu vrnili v svojo bazo v Italiji.

vojski. Potem pa je prišla odločitev, ki je Logana zaznamovala do konca letalske kariere; šolanje za poveljnika B-17. 31. avgusta 1945 je v letalski bazi HunterField v Angliji 'zadolžil' čisto novo letalo B-17G s številko 4412436.

Čeprav se knjiga bere z lahkoto, je očitno, da jo je napisal tehnično podkovan in izkušen pilot. Nič olepšav. Sem in tja pogledi skozi okno pilotske kabine odkrivajo gorske pokrajine in dežele pod krili leteče trdnjave. Ves čas pa občutek, da je vojna, ki ne izbira sredstev; natančno bombardiranje in uničevanje sovražnika, strah, da bi jih sestrelili, misije za misijo, vse do 34., ko Logan opiše dramatične trenutke, ko je bilo njegovo letalo, ki ga je ljubko poimenoval 'Vrnem se' (Je reviens), zadeto in tako hudo poškodovano, da se je umaknilo iz bojne formacije in letelo proti Sloveniji. Napeta zgodba o srečnem pristanku vseh de-

Logan začne svojo pripoved s podatkom, da je bil med drugo svetovno vojno (1944–1945) s posadko poslan na evropsko bojišče. On in njegova posadka so imeli preprosto željo – uničiti švabsko vojno mašinerijo in se vrniti domov. Najprej pa je sledilo dveletno intenzivno šolanje v vojnem letalstvu in za bralca bo gotovo zanimivo, kako je to potekalo v ameriški



Cankarjeva založba – Skupina Mladinska knjiga, 2016, 238 strani

setih članov posadke, njihovem reševanju in končni vrnitvi v bazo Sterparone blizu Barija. Posadka je vedela, da za nobeno ceno ne sme pasti v roke domobrancem, ki so zajete zavezniške letalce 'junaško' izročali Nemcem. Na vsak način morajo najti stik s partizani, ki so bili vredni vsega zaupanja. In to se je tudi izkazalo. Z njihovo pomočjo so se 13. marca 1945 vrnili v Italijo.

Spomini Edwarda F. Logana so vredni branja. Prihodnjim pilotom nudijo vpogled v vojaško letalstvo v II. svetovni vojni, podrobno nas seznanja s tehničnimi podatki delovanja bombnika B-17 in številnimi zaupnimi podatki o 34. in drugih misijah. Knjiga ponuja verodostojne podatke o tem, kako je bilo organizirano vojaško sodelovanje slovenskih partizanov in zavezniških sil, govori o trpljenju in pogumu Slovencev. Govori o ljudeh, ki so vedeli, zakaj se bore! Knjiga, ki je na knjižne police prišla v pravem trenutku.

Mag. Aleksander Čičerov,
univ. dipl. prav.
UL, Fakulteta za strojništvo

Oglaševalci

AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana	188, 255
CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	217
DOMEL, d. d., Železniki	207
DVS, Ljubljana	203
Elaphe Propulsion Technologies Ltd., Ljubljana	177
ENERGE, d. o. o., Ljubljana	169
FESTO, d. o. o., Trzin	169, 260
ICM, d. o. o., Celje	185, 216
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.) NORGRN, Lesce	169
INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija	195
INEA, d. d., Ljubljana	205
JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	193
MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	169
OLMA, d. d., Ljubljana	169
OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana	169, 257
OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o, Trzin	169
PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	169, 259
POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o, Žiri	169, 170
PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	189
PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	199
STROJNISTVO.COM, Ljubljana	250
SUN Hydraulik, Erkelenz, Nemčija	184
TEHNA, d. o. o., Ljubljana	235
TEHNOLOŠKI PARK Ljubljana	191
UL, Fakulteta za strojništvo	172, 181, 184, 201, 209, 247
VISTA HIDRAVLIKA, d. o. o., Žiri	169
YASKAWA SLOVENIJA, d. o. o., Ribnica	211



Vaš rešitelj v primeru okvare

Parker Parkrimp *No-skive* sistem,
gibke cevi, priključki in stiskalnice



it's so easy
to crimp
a hose

Če vaša oprema temelji na hidravličnem sistemu,
ko pride do okvare gibke cevi, veste da se tekma s časom pred zastojem prične.

Parker vam pomaga premagati težave z enostavno,
hitro in varno izdelavo gibke cevi,
kjerkoli in kadarkoli jo potrebujete.

parker.slovenia@parker.com
www.easy-crimping.com

aerospace
climate control
electromechanical
filtration
fluid & gas handling
hydraulics
pneumatics
process control
sealing & shielding



ENGINEERING YOUR SUCCESS.

FESTO

Management
level

Control level

Prihodnost
je tukaj

Field level

Sensor/actuator level

**PROFI
NET**

EtherNet/IP

EtherCAT

**ETHERNET
POWERLINK**

SERCOS
the automation bus

Modbus TCP

CODESYS V3
Optional OPC-UA
für Industrie 4.0

CODESYS

Pogledujete više?
Želite doseći već?
Kažemo vam nove poti naprej.

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

Festo CPX: zvezda krmiljenja fluidov in pomikov

Idealen kot platforma za avtomatizacijo, ventilski terminal ali oddaljeni modul vhodov in izhodov. Električen, odprt in neposreden. Enkratna in vseobsegajoča funkcijska integracija in diagnostika bo pomembno povečala vašo produktivnost. Natančno to, kar potrebujete, ko od svoje rešitve avtomatizacije zahtevate samo najboljše.

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