



**FESTO**

**POCLAIN**  
Hydraulics

**OLIA**  
LUBRICANTS

**Parker**

**IMI**  
Precision Engineering

**MIEL** OMRON  
www.miel.si

**S3C**  
pnevmatika | hidravlika

**VISTA**  
HIDRAVLIKA

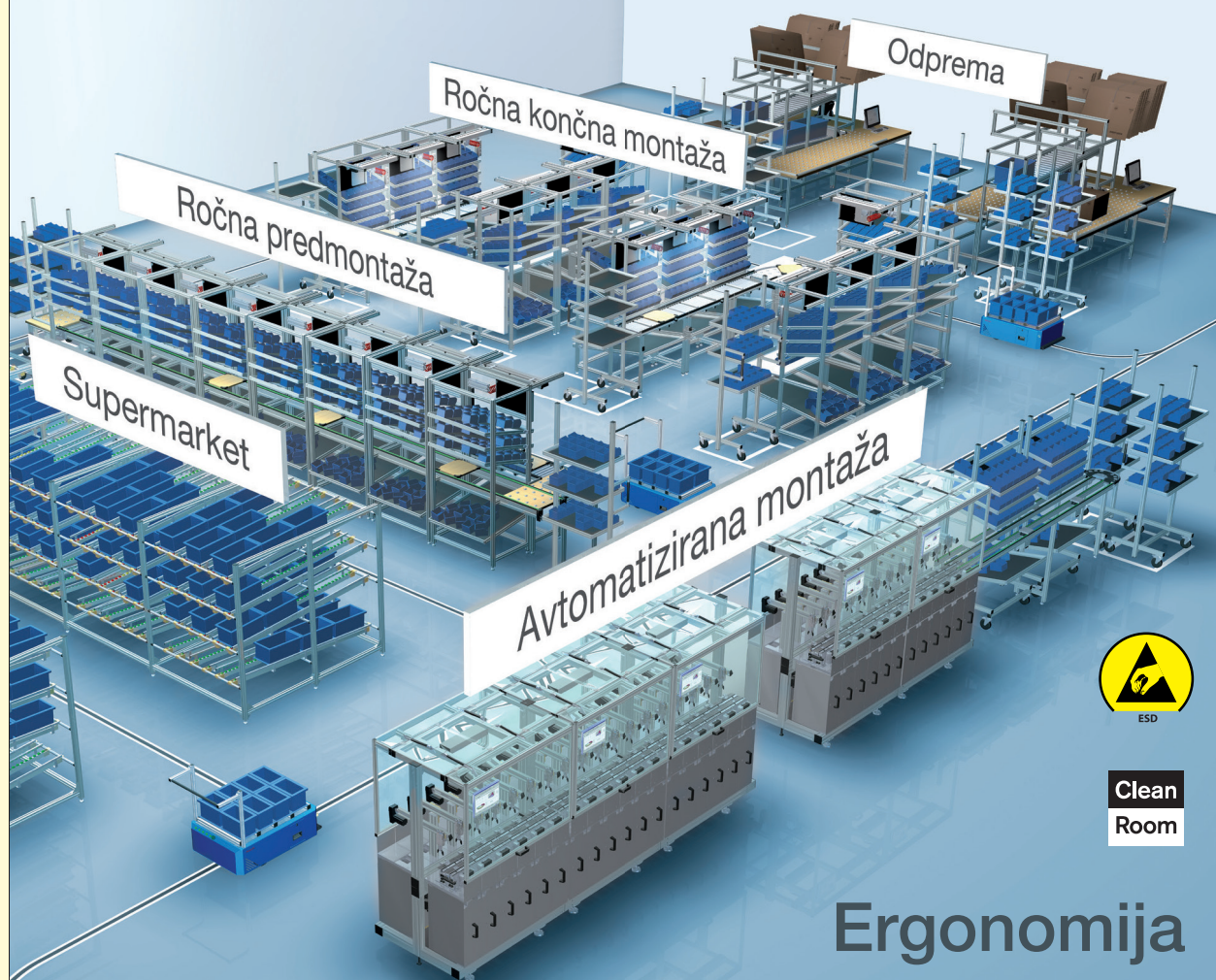
**OMEGA**  
AIR

- Intervju
- Gradnja mikrostruktur z robotsko celico
- Vodenje sistemov
- Državna robotska tekmovanja
- Letalstvo
- Podjetja predstavljajo
- Aktualno iz industrije

**OPL**

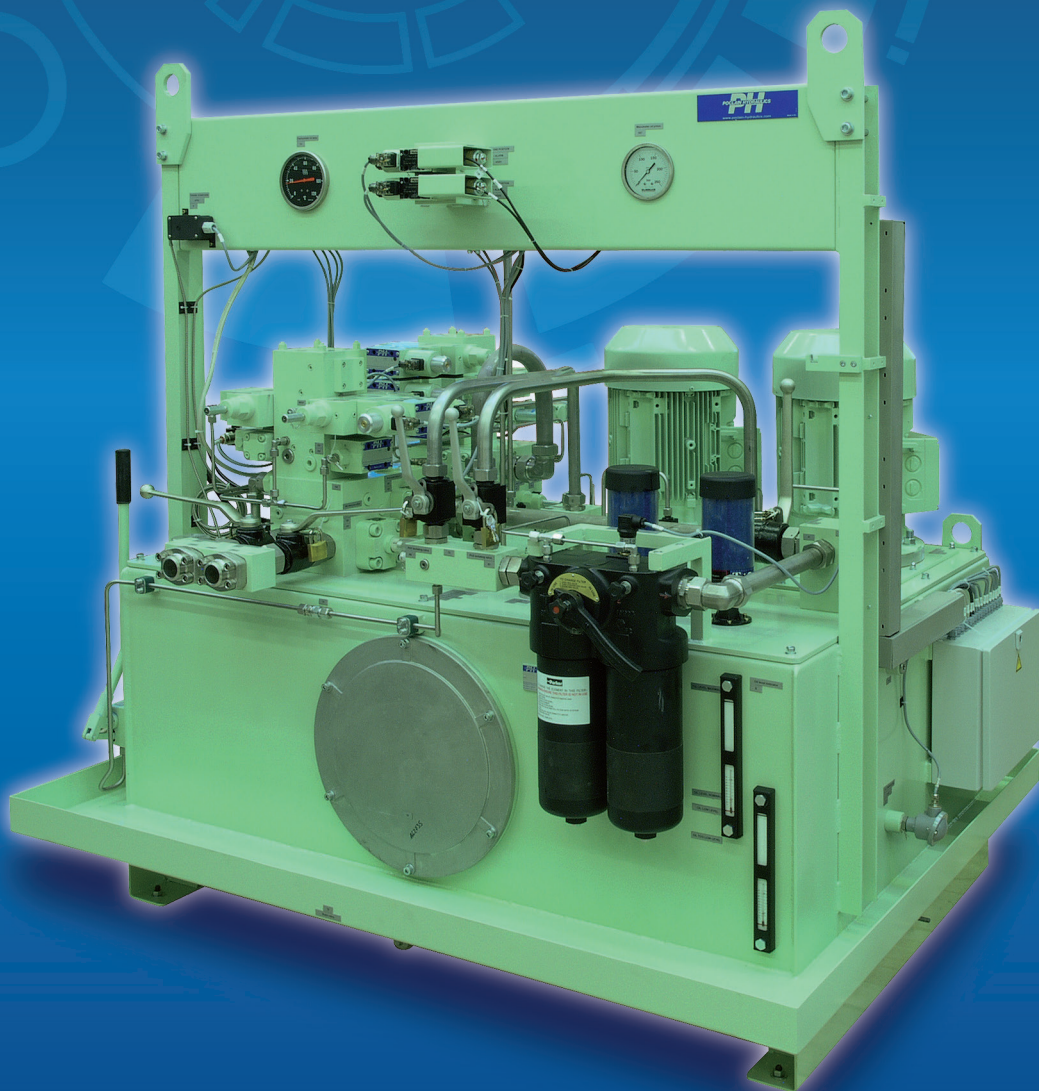
**Rexroth**  
Bosch Group

Zastopstvo



Ergonomija  
Vitka proizvodnja  
Fleksibilna avtomatizacija

# HIDRAVLICNE NAPRAVE



Obdelovalni stroj



Hidromehanska oprema



Ladijski vitel

Impresum	177	■ INTERVJU	
Beseda uredništva	177		
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	182		
■ NOVICE – ZANIMIVOSTI	190		
Znanstvene in strokovne prireditve	238		
Seznam oglaševalcev	242	■ SISTEMI VODENJA	

**Naslovna stran:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

<i>Milan ČURKOVIČ, Rok PUČKO, Mitja GOLOB, Aleš HACE:</i> Dvoosni krmilnik za hitro eksperimentiranje v robotskih aplikacijah	208
--	-----

## ■ ROBOTIKA

<i>Janez POGORELC, Aleš HACE:</i> Državna robotska tekmovanja za mlade v letu 2017	214
--	-----

## ■ LETALSTVO – INTERVJU

Vojko Gantar – Gašo – Intervju s pilotom lovcem MiG-21	220
--	-----

## ■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Integrirani električni pogon EMCA ( <i>FESTO</i> )	226
Sistemske rešitve ELS, TipUp in TMove ( <i>HENNLICH</i> )	227
Univerzalni sistem zaklepanja predalnikov – UDL ( <i>HENNLICH</i> )	228

## ■ NOVOSTI NA TRGU

Varna in enostavna izbira ter večja izkoriščenost z novimi univerzalnimi ventili ( <i>ALFA LAVAL</i> )	230
Industrijski modemi ( <i>INEA RBT</i> )	231
Svetlobne varnostne zavese Reer EOS4 ( <i>PS</i> )	231
Novi vakuumski ejektorji STX brez loput – PIAB ( <i>INOTEH</i> )	232
Večnamenska nizkotlačna gibka cev – Parker Push-Lok® ( <i>PARKER</i> )	232
Nova linija cilindrov Clean Line ( <i>La &amp; Co</i> )	233

## ■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO

Servisiranje vijačnih kompresorjev in opreme za stisnjen zrak ( <i>OMEGA AIR</i> )	234
Blažilniki sunkov v industrijah pakiranja in polnjenja ( <i>KTS</i> )	236

## ■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA

Literatura	239
Novo knjige	240

## ■ PROGRAMSKA OPREMA – SPLETNE STRANI

Zanimivosti na spletnih straneh	241
---------------------------------	-----

**VENTIL**  
REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO  
ISSN 1518-7292 | 2017/23

- Intervju
- Gradnja mikrostruktur z robotsko celico
- Vodenje sistemov
- Državna robotska tekmovanja
- Letalstvo
- Podjetja predstavljajo
- Aktualno iz industrije

Ergonomija  
Vitka proizvodnja  
Fleksibilna avtomatizacija

# 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

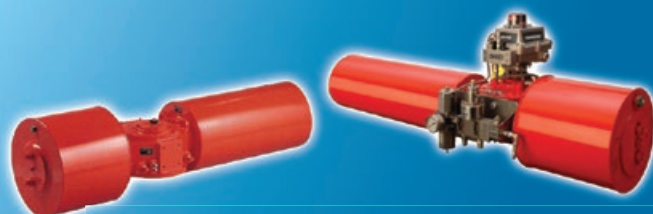
## HIDRAVLIKA IN PROCESNA TEHNIKA

PRODAJA • PROJEKTIRANJE • SERVIS

[www.ppt-commerce.si](http://www.ppt-commerce.si)



**EMERSON**<sup>TM</sup>  
Process Management



© Ventil 23 (2017) 3, Tiskano v Sloveniji.  
Vse pravice pridržane.  
© Ventil 23 (2017) 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	23	Volume
Letnica	2017	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 LOVREČ, FS Maribor  
izr. prof. dr. Santiago T. PUENTE MENDEZ,  
University of Alicante, Španija  
doc. dr. Franc MAJDIČ, FS Ljubljana  
prof. dr. Hubertus MURRENHOF, RWTH Aachen,  
ZR Nemčija  
prof. dr. Gorko NIKOLIČ, Univerza v Zagrebu, Hrvaška  
izr. prof. dr. Dragica NOE, FS Ljubljana  
dr. Jože PEZDIRNIK, FS Ljubljana  
Martin PIVK, univ. dipl. inž., Šola za strojništvo, Škofja Loka  
prof. dr. Alojz SLUGA, FS Ljubljana  
Janez SKRLEČ, inž., Razvojno raziskovalna dejavnost,  
Zg, Poljskava  
prof. dr. Brane ŠIROK, FS Ljubljana  
prof. dr. Zeljko ŠITUM, Fakultet strojarstva i brodogradnje  
Zagreb, Hrvaška  
prof. dr. Janez TUŠEK, FS Ljubljana  
prof. dr. Hironao YAMADA, Gifu University, Japonska

Oblikovanje naslovnice:  
Miloš NAROBÉ

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

Lektoriranje:  
Marjeta HUMAR, prof., Andrea POTOČNIK

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

Tisk:  
PRESENT, d. o. o., Ljubljana

Marketing in distribucija:  
Roman PUTRIH

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

Naklada:  
1500 izvodov

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

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

Revija Ventil je indeksirana v podatkovni bazi INSPEC.

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

# Uvrstitve na lestvicah o načinu življenja, študija in podobno



V zadnjih letih so postale priljubljene mednarodne raziskave o načinu delovanja ljudi in predvsem o kakovosti življenja v posameznih državah. Nekatere so bolj odmevne v javnosti, druge manj. Prav gotovo so za Slovenijo pomembne tiste lestvice uvrščanja, ki govorijo o korupciji, kjer smo zelo visoko, in tiste o konkurenčnosti našega gospodarstva, na katerih smo zelo nizko.

V zadnjih tednih smo analizirali dve raziskavi in dve lestvici rangiranja, ki sta celo nekoliko v medsebojnem nasprotju. Mednarodna organizacija

Save the Children je objavila prvo poročilo, kako živijo otroci v posameznih državah po svetu. Med 172 državami je Slovenija uvrščena na prvo mesto skupaj z Norveško in pred Finsko, Nizozemsko in Švedsko. ZDA so na 36. mestu, na repu lestvice pa so afriške države, na zadnje mesto se je uvrstil Niger.

Merili za oceno varnega otroštva sta bili zdravje in dobrobit otrok v posamezni državi, pri čemer se upoštevajo prehrana, dostop do šolanja, smrtnost dojenčkov, otroške poroke, otroško delo, najstniške nosečnosti in regionalni konflikti. Organizacija Save the Children tudi navaja, da ima najmanj 700 milijonov otrok po svetu tako nevarno otroštvo, da se njihovo življenje konča, preden odrastejo. Med glavnimi razlogi izpostavlja slabo zdravje, oborožene konflikte in nasilje. Slabo oceno so dobile vse države, v katerih so dovoljene otroške poroke, kar vodi do zgodnje nosečnosti, podhranjenosti, izključenosti iz izobraževalnega sistema, in vse tiste države, v katerih obstaja, je dovoljeno oziroma se tolerira otroško delo.

Raziskava in lestvica ne govorita o zadovoljstvu otrok, ampak o njihovi varnosti in brezskrbnem odrasčanju. To je za Slovenijo vsekakor zelo dobra novica.

Druga mednarodna raziskava pa je pokazala, da je študij na slovenskih univerzah med najmanj privlačnimi v celotni Evropi. Raziskave so bile narejene v tridesetih evropskih državah. Slovenija je zasedla predzadnje mesto pred Ukrajino, ki je, kot vemo, v vojni. Pred nami pa so se uvrstile države, kot so Srbija, Madžarska, Poljska, Turčija in še druge. Na tej lestvici so zavzela prvo mesto Velika Britanija, Nizozemska, Švedska in Nemčija. To so pomembne informacije, ki bi jih morali obravnavati vlada ali vsaj ministrstvo za izobraževanje in predvsem slovenske univerze. Kako to, da za prelepo, urejeno in varno Slovenijo ni zanimanja tujih študentov za študij pri nas. Pri raziskavi o privlačnosti študija v posameznih državah so merili predvsem stroške izobraževanja in bivanja, kakovost izobraževalnega sistema, ugled univerz in možnost zaposlitve po zaključku študija. Prvo merilo za privlačnost študija v posameznih državah je strošek izobraževanja in bivanja. Ti so v Sloveniji v primerjavi z zahodnimi državami relativno nizki in v primerjavi z jugovzhodnimi državami relativno visoki. To pomeni, da smo glede stroškov za študente nekje na sredini med vsemi evropskimi državami.

Kakovost študija in ugled slovenskih univerz je drugo merilo. Tu smo verjetno zelo nizko. Zakaj?

Za ugled izobraževalne inštitucije se v kratkem času ne da narediti prav veliko. Mednarodni ugled neke univerze ali neke druge izobraževalne inštitucije je povezan z zgodovino, s tradicijo in tudi s politično ureditvijo v preteklosti. Tu si ne moremo in tudi ne smemo zatiskati oči. Prejšnji sistem, ki je bil pri nas, pač v svetu ne velja za demokratičnega, in to vpliva na ugled države in tudi univerz. Ugled slovenskih univerz je med mladimi in tudi drugimi v tujini zelo nizek.

Kako ga dvigniti?

Tretja pomembna merilo je zaposljivost diplomantov po zaključku študija. Zaposljivost diplomantov slovenskih univerz je slaba, in to velja tudi za študente iz tujine. Na tem področju pa se da v kratkem času veliko narediti. Zaposljivost diplomantov nekaterih naših fakultet je zelo dobra. Naloga vodstva univerz in ministrstva za izobraževanje je, da spodbuja mlade ljudi, da se odločajo za zaposljive študijske programe in poklice. Na ljubljanski in verjetno tudi na drugih slovenskih univerzah je bogokletno govoriti o zaposljivosti diplomantov naših fakultet. Na številnih tujih univerzah je zaposljivost diplomantov po zaključku študija merilo za financiranje in vir državnega denarja. Kdaj bo to tudi pri nas?

Janez Tušek

# Slovenske strehe in pokriti prostori po celotnem svetu

Janez TUŠEK

Zelo uspešno slovensko podjetje *Duol, d.o.o.* je našlo tržno nišo na področju izdelave najrazličnejših »začasnih in premičnih« objektov, ki so sestavljeni iz zelo različnih nosilnih elementov s streho iz zelo različnih materialov. Na prvi pogled se zdi celotna izdelava teh objektov dokaj preprosta, če pa vzamemo v razmislek okolje, v katerem so ti objekti postavljeni, z vsemi vremenskimi nepravilnostmi in če vzamemo v obzir varnost ljudi, ki se nahajajo v teh objektih in vso funkcionalnost, ki jo morajo prostori in objekti nuditi uporabnikom, je to zelo zahtevna, kompleksna in odgovorna tehnologija. Lahko celo zapišemo, da je vsak tak objekt z vsemi funkcijskimi elementi pravi mehatronski sistem. In prav zaradi zahtevnosti proizvodnje, opisanih objektov, smo prosili ustanovitelja in direktorja podjetja *Duol, d.o.o.*, da nam na kratko predstavi podjetje.

**Ventil:** *Gospod Olaj, ali vas lahko na začetku najinega pogovora prosim, da na kratko opišete zgodovino vašega podjetja.*

**Dušan Olaj:** Duol je nastal leta 1992. Letos tako praznujemo 25-letnico delovanja. Po kratkem začetnem obdobju poslovanja zgolj v Sloveniji smo se obrnili v svet in v tem času zrasli v mednarodno uveljavljeno podjetje, ki danes posluje z več kot 50 državami sveta. Smo tehnološki in tržni vodja te tržne niše. »Duol is Actor, others are only Reactors !« Bodoči izzivi pa

so povezani z vesoljem. Smo del konzorcija podjetij iz vsega sveta, ki se ukvarja s problematiko in išče rešitve za gradnjo naselbin v vesolju ...

**Ventil:** *Naše bralce bo prav gotovo zanimalo, kako ste prišli na idejo za proizvodnjo in postavitve šotorov, napihnjenih hal in drugih montažnih objektov?*

**Dušan Olaj:** To je bil trenutni preblisk. Vprašali smo se, ali lahko kupcu v izjemno kratkem času, v zahtevnih klimatskih pogojih postavimo



*Nova generacija mobilnih zemeljskih postaj za komunikacijo z jato manjših satelitov v nizkih orbitah*

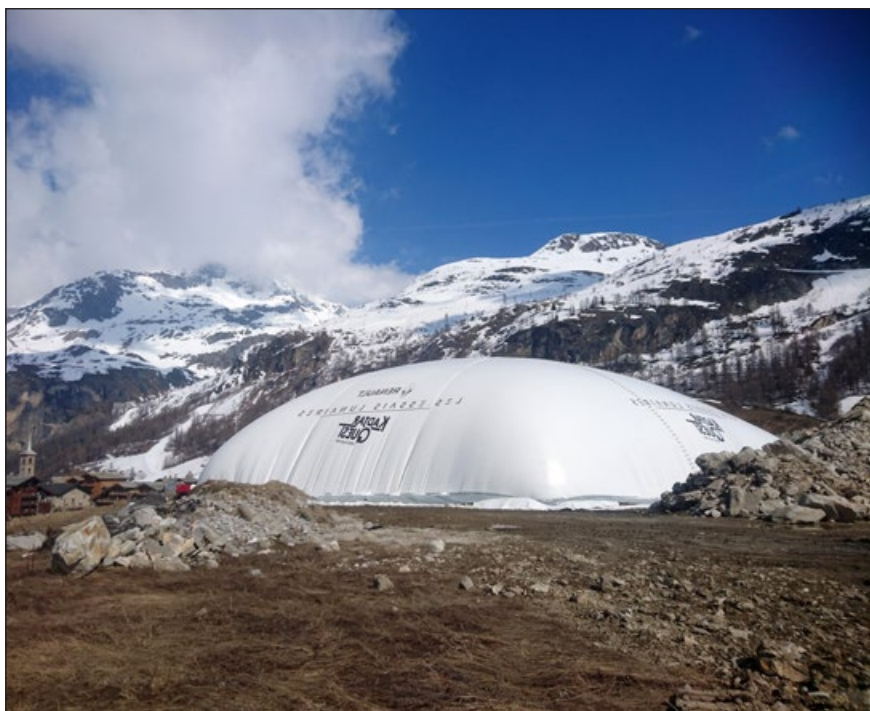
cenovno sprejemljiv športni objekt. In smo uspeli. Ta uspeh je rodil poslovno idejo. Vse ostalo potem je trdo garanje ... ni časa za udobje.

**Ventil:** *Pri vsakem vašem objektu so prav gotovo zelo pomembni materiali, ki jih vgrajujete. Gre za materiale za nosilne elemente in streho. Ali lahko na kratko opišete te materiale in kakšen je razvoj na tem področju v svetu in pri nas, kateri materiali so se uporabljali v preteklosti in kateri se danes?*

**Dušan Olaj:** Materiali, iz katerih so zgrajene naše balonske hale,



*Kitajska. Univerza Nanjing. Ena najstarejših in najbolj prestižnih kitajskih univerz. Duol-ova večnamenska hala.*



Duol in Renault skupaj na 2000m nadmorske višine. Tignes, Francija

so v bistvu platna, na prvi pogled takšna, kot se uporabljajo npr. za cerade tovornjakov in prikolic. Se pa v teh materialih skriva ogromno tehnoloških izboljšav. Zdržati morajo ekstremne klimatske pogoje, kot so nizke temperature do  $-70^{\circ}\text{C}$ , visoke temperature do  $+70^{\circ}\text{C}$ , biti morajo odporne na UV-

žarke, zdržati 20–30 let ob tem, da se mehanske lastnosti bistveno ne kvarijo, in še in še ...Trendi materialov gredo v smer povečanja prepustnosti svetlobe in podaljševanja življenjskega cikla, ob tem pa so vedno bolj žive tudi ideje o implementaciji fotovoltaike v samo strukturo platen.

**Ventil:** Kako je pri vas z raziskovalnim delom? Ali ga imate v lastnem podjetju ali sodelujete z drugimi azijskimi ustanovami?

**Dušan Olaj:** Registrirani smo tudi kot raziskovalna ustanova. Bodočnost Duola je v raziskovalnem inženiringu. Nabrali smo tako veliko izkušenj, da smo sposobni generirati razvoj te tržne niše. Seveda pa zelo tesno sodelujemo z domačimi in tujimi raziskovalnimi ustanovami in smo v kar nekaj raziskovalnih konzorcijih, ki razvijajo materiale in tehnologije jutrišnjega dne.

**Ventil:** Kateri so vaši trgi pri nas in kateri v svetu?

**Dušan Olaj:** Slovenija je za nas zanimiva na področju športa in gradnje začasne industrijske in skladiščne infrastrukture. V svetu pa ta trenutek delujemo v 54 državah. Šport, kmetijstvo, vojska, vesoljske tehnologije. En izdelek – ves svet.

**Ventil:** Ali imate konkurenco in kje so vaše prednosti pred podobnimi podjetji?

**Dušan Olaj:** Konkurenca vedno obstaja. Pravzaprav jo z zanimanjem



GreenDome – nova generacija rastlinjakov za prekritje velikih površin. Stalni dotok kontroliranega in filtriranega zraka omogoča idealno mikroklimo ter organsko gojenje rastlin.

za naše izdelke ustvarjamo tudi sami ... V svetu smo tri podjetja, ki delujemo globalno, pri čemer dve prihajata iz Amerike. V Evropi nam verjetno nihče ne seže do kolen. Konkurenčni boj z Američani bijemo na tretjih trgih, še posebej v Zalivu in na Kitajskem. Težko je govoriti o prednostih in slabostih v primerjavi s konkurenco, vendar je, kot povsod poudarjam, naša največja prednost 1500 postavljenih objektov. To je neizmerno znanje in izkušnje.

**Ventil:** Katera specifična znanja morajo imeti vaši zaposleni in kateri profil poklica je za vaše podjetje najprimernejši?

**Dušan Olaj:** Kadre ustvarjamo sami. Zaposlujeemo nove kolege z znanji vsaj 2 ali 3 svetovnih jezikov in jih priučimo posebnosti našega dela. Bolj kot izobrazba nas zanima znanje jezikov in zmožnost tesnega timskega dela. Duol je moštvo brez solistov.

**Ventil:** Ali imate težave s pridobivanjem primerno izobraženih kadrov?

**Dušan Olaj:** Če veš, kaj hočeš, boš to vedno tudi dobil. Težava ni pridobiti primerno izobražene kadre, ampak pravilno izbrati. Vrhunski posel ne dopušča napak.



Helsinki, Finska. 120x71m hala s transparentno membrano

**Ventil:** Kakšni so vaši načrti za naprej?

**Dušan Olaj:** Pripravljamo revolucionarne novosti v izolativnosti naših balonskih hal, s čimer bomo bistveno pocenili stroške obratovanja in naredili naše hale še bolj dostopne za uporabo v ekstremnih klimatskih pogojih, na kmetijskem področju se ukvarjamo s prenosom tehnologije znanja in izdelave napihljivih rastlinjakov v tujino. Na področju vesoljskih tehnologij pa skupaj s slovensko vesoljsko agen-

cijo, z evropsko vesoljsko agencijo, NASO, Rusi in Kitajci delamo na uporabi naših hal v vesolju.

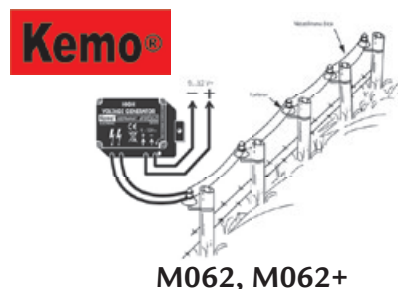
**Ventil:** Hvala lepa za vaše odgovore, želimo vam uspešno delo v bodoče in predvsem veliko zadovoljstva pri delu.

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

## ELEKTRIČNI PASTIRJI & pašna oprema



SELU0057, SELU0058, SELU0059



M062, M062+



SELU0113, SELU0110,  
SELU0111

Električni pastir

Dodatki

[www.svet-el.si](http://www.svet-el.si)



**SAFETY FIRST**

# STAINLESS STEEL CONNECTORS FROM PH.

PH catalogue  
available as  
app for Android  
and iPad



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



**EDELSTAHL / STAINLESS STEEL**  
VERBINDUNGSTECHNIK  
FLUID CONNECTORS

# Posvet varilske stroke na mednarodnem Industrijskem sejmu 2017 v Celju

Janez TUŠEK

V okviru mednarodnega Industrijskega sejma Forma tool – orodjarstvo in strojogradnja, varjenje in rezanje, materiali in tehnologije ter napredne tehnologije, ki je bil letos aprila v Celju, je bil tradicionalno organiziran tudi posvet o varilski stroki.

Posveta se je udeležilo presenetljivo veliko ljudi. To govori o potrebah po takšnih prireditvah pri nas in o zastopanosti varilstva v slovenski industriji.

Varilstvo je izjemno obsežna stroka, ki vključuje materiale, stroje in tehnologijo. Prav zaradi te obsežnosti smo prispevke na posvetovanju razdelili v tri sklope. Prvi sklop smo poimenovali: Zgodovinski razvoj varilstva, materiali ter tehnologija varjenja. V tem sklopu je prof. dr. Inoslav Rak imel izjemno zanimivo uvodno predavanje o varilni dejavnosti v obdobju največjega vzpona tovarne Metalna v Mariboru. Predstavil je nekaj praktičnih primerov varjenih konstrukcij, pri katerih je sodeloval, pripravljal varilsko tehnologijo in skrbel za kakovost izdelanih zvarnih spojev. Prof. Rak je po osnovni stroki diplomirani inženir metalurgije in se je po diplomi zaposlil v takratni Metalni kot vodja laboratorija za tehnično kontrolo. V okviru laboratorija je sodeloval pri mehanskih in metalografskih raziskavah zvarnih spojev iz različnih vrst jekel za zelo različne varjene konstrukcije. V svoji predstavitvi je s sliko in besedo opisal gradnjo stolpa in žerjavne proge za TE Šoštanj, več cevovodov za različne hidroelektrarne in jeklene mostove v takratni državi ter gradnjo zelo zahtevne opreme, kot na primer za primarni krog za NE Krško. Poleg opisa gradnje takratnih varjenih objektov se je dotaknil števil-

nih varivostnih preskusov in drugih ukrepov pred varjenjem, med njim in po njem, ki jih je sam uporabljal takrat in so aktualni še danes.

Predstavniki podjetja Slovenska industrija jekla Acroni z Jesenic je predstavil nerjavna jekla in njihovo uporabo v varilni stroki. Podal je nekaj splošnih lastnosti nerjavnih jekel, njihovo delitev in kako izbrati pravo nerjavno jeklo za varjene konstrukcije, ki bodo med uporabo podvržene različnim agresivnim medijem.

Zelo zanimivo predavanje so imeli avtorji članka z naslovom EPP (Elektro pod praškom) – varjenje odkov-

kov iz jekla z oznako AISI 321. Predstavili so praktično izvedbo varjenja pod praškom v ozki reži na varjencu debeline 90 mm.

Ena v svetu bolj poznanih tovarn za izdelavo dodatnih materialov je podjetje Elektroda z Jesenic. Predstavniki omenjenega podjetja je predstavil dodatne materiale za varjenje nerjavnih jekel. Tudi tu smo slišali splošno delitev nerjavnih jekel, njihove značilnosti in vrste dodatnih materialov, ki jih uporabljamo za varjenje nerjavnih jekel po različnih varilnih postopkih.

Drugi sklop predavanj je nosil naslov: Postopki varjenja in rezanja.



Slika 1. Varilec se za prihodnost ni bati

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

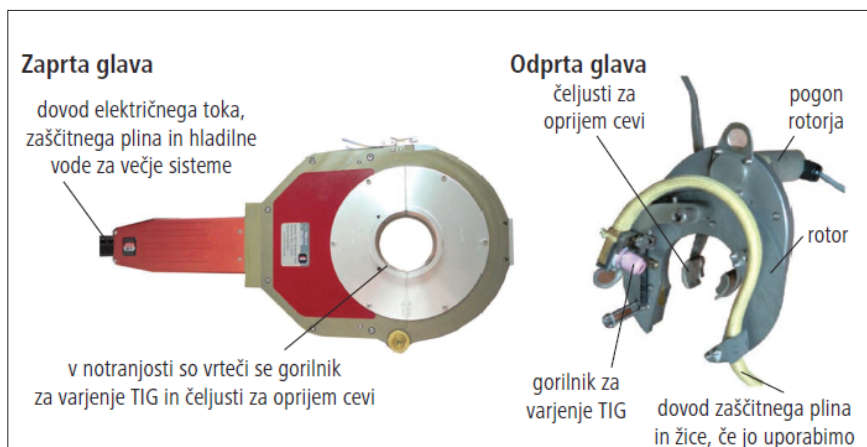
Zelo zahtevno in zanimivo predavanje je imel g. Pührerfellner iz podjetja Lorch iz Nemčije. Predavatelj je najprej predstavil zgodovino podjetja in nadaljeval s prikazom razvoja, ki poteka v tem času. Podrobno je opisal varjenje MAG – varjenje nerjavnih jekel brez brizganja, s posebno oblikovanim utripom električnega toka. Z njim skušajo doseči, da se med varjenjem od žice enakomerno odtaljujejo kapljice enakih mas in enakih oblik.

Plazemsko rezanje nerjavnih jekel je predstavil predstavnik podjetja Virs iz Lendave. Predavatelj je prikazal primerjavo rezanja nerjavnih jekel z laserskim žarkom, plazemskim oblikom in vodnim curkom. Poleg samega opisa je podal tudi stroškovno primerjavo.

Razvoj na področju varilstva je danes najbolj intenziven pri 3D-navarjanju in oblikovanju ter izdelavi produktov s to tehnologijo. Doc. dr. Damjan Klobčar s Fakultete za strojništvo iz Ljubljane je predstavil zelo zanimiv prispevek z omenjenega področja. Njegovo predavanje je temeljilo na eksperimentalnem delu, kar je še posebej pohvalno za predstavnika izobraževalne institucije.

Na tokratnem posvetu o varilstvu smo imeli tudi predstavnike iz Japonske. Avtorja prispevka z naslovom: Single Pass Full Penetration Joining for Heavy Plate Steel Using High Current GMA Prtocess (D-ARC) prihajata iz korporacije Daihen, ki ima svoj proizvodni obrat tudi v Lendavi, in z varilnega inštituta univerze v Osaki. Predstavljeno je bilo varjenje MAG – debelejših varjencev, v eni potezi, v zaščiti 100 odstotkov ogljikovega dioksida. To vsekakor zviša produktivnost varjenja in zniža stroške izdelave.

Uporabo nerjavnih jekel in drugih korozijsko odpornih materialov za farmacevtsko industrijo je predstavil predstavnik podjetja Brinox iz Sore pri Medvodah. Podjetje izdeluje opremo, naprave in razne elemente za domačo in tujo farmacevtsko industrijo. Pri tem uporabljajo tudi avtomatsko orbitalno



**Slika 2.** Dve različni varilni glavi za orbitalno varjenje cevi

varjenje. Na splošno so vse naprave za orbitalno varjenje po postopku TIG ali MAG/MIG sestavljene iz vira toka, iz krmilne enote, vodno hlajenega varilnega gorilnika z vsemi potrebnimi priključki in posebne enote, ki omogočajo vrtenje varilne glave z oblikom okoli cevi. Celoten del naprave, ki se vrti okoli cevi, najpogosteje imenujemo varilna glava. Njena izvedba in velikost morata biti prilagojeni premeru cevi. Običajno je en tip varilne glave namenjen za zvarjanje več različnih premerov cevi. Manjše premere cevi s tanjšimi stenami varimo po postopku TIG brez dodatnega materiala, v novjšem času z laserskim žarkom, prav tako brez dodatnega materiala. Večje premere z debelejšimi stenami moramo variti s postopkom TIG z dodatnim materialom v obliki tanke žice, ki je lahko hladna ali vroča. Poleg postopka TIG za orbitalno varjenje debelejših cevi uporabljamo tudi varjenje MAG/MIG in hibridno varjenje.

Na *sliki 2* sta dve fotografiji dveh različnih naprav za orbitalno varjenje sočelnih spojev iz cevi. Na levi strani je naprava z zaprto glavo in na desni naprava z odprto varilno glavo. Zaprta glava je namenjena za varjenje tanjših cevi s tanjšo steno, odprta pa za varjenje debelejših cevi.

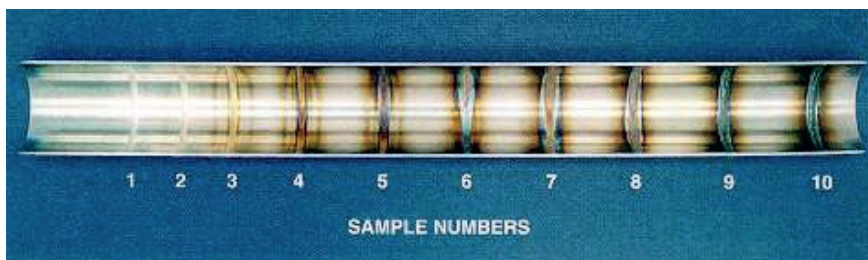
Vir električnega toka mora biti prilagojen postopku in materialu, ki ga varimo. To pomeni, da moramo za varjenje TIG uporabiti vire toka s padajočo statično karakteristiko in za varjenje MAG/MIG z vodoravno

ali rahlo padajočo statično karakteristiko. Nadalje velja, da moramo za varjenje aluminija uporabiti vir toka, ki omogoča varjenje z izmeničnim varilnim tokom. Večina sodobnih virov toka za orbitalno varjenje deluje na inverterški tehniki. Viri so digitalno krmiljeni z mikroprocesorji, imajo možnost nastavljanja utripnih varilnih tokov in drugih varilnih parametrov v zelo širokem območju parametrov. Prav tako imajo sodobne naprave za orbitalno varjenje močno spominsko enoto, v kateri shranjujemo varilne parametre za različne pogoje dela.

Blaž Pavšič, direktor in lastnik podjetja Rotoinox iz Nove Gorice, je predstavil prispevek o zvišanju korozijske odpornosti nerjavnih jekel. Opisal je več kemičnih in elektrokemičnih procesov, ki se v praksi uporabljajo za čiščenje površin okoli vara na nerjavnih jeklih in za njihovo zaščito pred agresivnimi mediji.

Na *sliki 3* je prikazana barvna lestvica po ameriškem standardu z različno stopnjo obarvanja varov in toplotno vplivanega območja okoli vara na cevi iz nerjavnega jekla. Vari so bili varjeni v različnih pogojih in različnih zaščitnih medijih.

Dr. Andrej Skumavc iz podjetja SIJ Acroni z Jesenic je predstavil varjenje različnih jekel z valjanjem. Opisal je proces nastajanja spoja, tehnologijo valjanja, da zagotovi spajanje različnih jekel, in se dotaknil lastnosti na ta način izdelanih zvarnih spojev.



**Slika 3.** Barvna lestvica varov in toplotno vplivanega območja okoli vara na cevi iz nerjavnega jekla

Zagotavljanje kakovosti je na varilskem področju izjemno zahtevno. V ta okvir spadata tudi pregled zvarov in ugotavljanje napak in nepopolnosti v varih. Ena od bolj zanesljivih metod je rentgensko presevanje. Predstavniki QTechne iz Krškega je predstavil konvencionalno in digitalno radiografijo pri pregledu zvarov v farmacevtski industriji.

Na sliki 4 je shematsko prikazana tehnika računalniške radiografije. Po načinu delovanja je metoda zelo podobna klasični radiografiji, zato jo je enostavno zamenjati s klasično radiografijo. Računalniška radiografija se izvaja v dveh korakih. Slika tako ne nastane direktno kot pri digitalni radiografiji, ampak v posebnem procesu branja. Zapis posnetka, ki je shranjen v slikovni plošči, se s pomočjo laserske stimulacije spremeni v svetlobo in šele potem v digitalno sliko. Za razliko od klasične radiografije, pri kateri je latentna slika shranjena v zrnih srebrobromida, se pri računalniški radiografiji latentna slika shrani v polprevodnem stanju, v fosforjem sloju, ki je občutljiv na sevanje. S sevanjem se na fosforjem sloju nekaj elektronov vzbudi in se ujamejo v polprevodnem visokoenergetskem stanju. To naredi latentno sliko. Ti ujeti elektroni pa so lahko izpuščeni z energijo laserskega žarka. Ta stimulacija povzroči,

da elektroni oddajo vidno svetlobo, ki jo nato ujame fotomnožilna cev. Valovna dolžina laserja je 550 nm in oddana vidna modra svetloba 400 nm. Bralnik, ki se uporabi za branje slikovnih plošč, vsebuje fotomnožilno cev in vso elektroniko, ki digitalizirajo analogni svetlobni signal.

V zborniku je objavljenih še nekaj člankov, ki pa na posvetovanju niso bili predstavljeni.

Sejemska prireditelja v Celju in posvet o varilski stroki sta ponovno pokazala, da je na Slovenskem varilna tehnika močno razvita. To lahko potrdimo s podatki iz preteklosti in sedanjosti. Že pred prvo svetovno vojno smo v Sloveniji imeli prvega v tujini izobraženega varilca.

Takoj po prvi svetovni vojni so v tovarni v Rušah začeli s proizvodnjo kalcijevega karbida, iz katerega se pridobiva acetylen, ki je nujno potreben za plamensko varjenje. V tridesetih letih prejšnjega stoletja je g. Furlan v Črnučah razvijal in proizvajal vire električnega toka za obločno in uporovno varjenje. V tistem času so na Jesenicah zagnali proizvodnjo dodatnih materialov za plamensko in obločno varjenje.

Za sedanjí čas pa lahko napišemo, da imamo več podjetij za proizvo-

dnjo virov in naprav ter opreme za različne postopke varjenja, imamo več podjetij za proizvodnjo dodatnih materialov in večino varilnih izdelkov, proizvedenih v naših podjetjih, izvozimo na zahtevna zahodnoevropska tržišča. Večina slovenskih podjetij, ki delujejo na varilskem področju, je konkurenčnih drugim proizvajalcem v svetu, kar dokazujejo rezultati izvoza teh podjetij. Zelo pomemben je tudi podatek, da imamo na število prebivalcev največ varilskih inženirjev z mednarodno priznano diplomato.

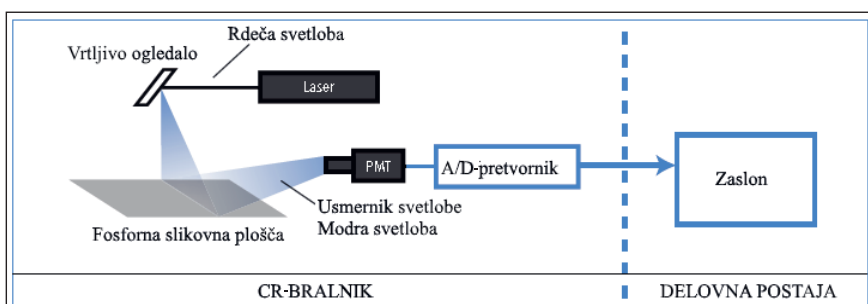
Glede na vse zapisano je povsem razumljivo, da v Sloveniji potrebujemo varilski sejem in posvetovanje o varilni stroki. Varilske sejme imajo praktično vse države na svetu. Nekatere države prirejajo samostojne varilske sejme, nekatere pa v okviru drugih dejavnosti, podobno kot pri nas.

Sejemske prireditve so izjemno pomembne za vsako stroko in imajo več pomenov. Prav gotovo je prvi namen, da se razstavljavci predstavijo širšemu domačemu in tujemu občinstvu, prikažejo novosti in sklepeje novo posle. Tudi posvetovanja in razna strokovna srečanja imajo več pomenov.

Tudi tu je prvi namen predstaviti in spoznati nove ugotovitve, izboljšave, napredek in novosti. Drugi zelo pomemben pomen pa je druženje, spoznavanje novih ljudi, srečanje s starimi znanci in krepitev odnosov med posamezniki in podjetji.

Vsi, ki smo letos že drugič sodelovali pri pripravi sejma in posvetovanja, si zelo močno želimo, da bi se sodelovanje med vsemi deležniki v varilni stroki v Sloveniji okrepilo in poglobilo. Žal v preteklosti to sodelovanje ni bilo prav zgledno.

Varilska stroka v Sloveniji lahko na bogatih izkušnjah in tradiciji gradi naprej. Treba se je posvetiti razvoju in spremljati nove trende v svetu. Prav gotovo sta sejem v Celju in posvetovanje priložnosti, da se dosežejo novi in uspešni rezultati.



**Slika 4.** Shematski prikaz tehnike računalniške radiografije

## Dan odprtih vrat Instituta »Jožef Stefan«

Tudi ob zaključku letošnjih Stefanovih dni je Center za prenos tehnologij in inovacij v sodelovanju s preostalimi odseki IJS organiziral tradicionalni Dan odprtih vrat Instituta »Jožef Stefan«. Dogodek je potekal v soboto, 25. 3., že ves teden pred tem pa so Institut obiskovale šolske in druge organizirane skupine. Sistem obiskov, v skladu s katerim poteka tudi organizacija Dneva odprtih vrat, je bil na IJS uveden že leta 2007 in predstavlja podlago za vsakoletni uspeh dogodkov, s katerimi Institut svoja vrata odpira javnosti, še posebej mladim.



Izvajanje poskusov s tekočim dušikom

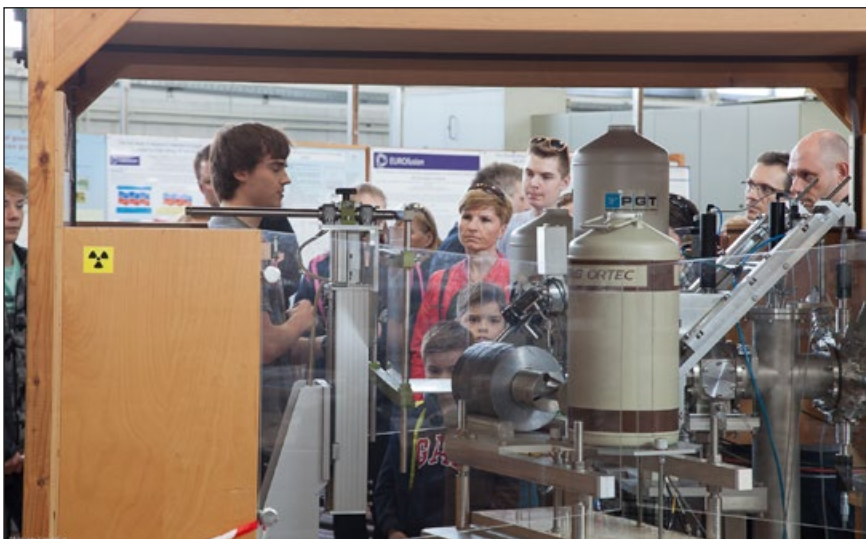
Vsak dogodek je najlažje opisati z besedami udeležencev, ti pa so zadovoljni povedali sledeče:

- »Najbolj všeč mi je bil obisk steklopihača!« (Vid)
- »Dneva odprtih vrat sem se udeležila prvič, super je, saj sem izvedela veliko novega, najbolj všeč pa mi je bila robotika.« (Ana)
- »Prišla sva, ker sina zanima pravzaprav vse, kar ponujate na ogled, je pravi mali raziskovalec. Želi si, da bi nekega dne prišel na raziskovalno ustanovo, kot je vaša, v službo. Danes naju je najbolj pritegnil odsek, ki se ukvarja z eksperimentalno fiziko osnovnih delcev.« (Jože in Jože)

- »Novice o IJS nas spremljajo že vse življenje, Institut je postal praktično del našega kulturnega vsakdana. Seveda pa je včasih lepo dejansko videti, kaj se na Institutu dogaja. Zaenkrat sem si ogledal dva laboratorija, najbolj zanimiv se mi je zdel laboratorij za umetno inteligenco, predvsem metapodatkovno indeksiranje besedil.« (Samo)
- »Dneva odprtih vrat sem se udeležil, ker me zanima fizika in z njo povezane vede. Bilo je zelo zanimivo, saj so nam pokazali in razložili veliko stvari.« (Goran)
- »Bilo je izjemno zanimivo, najbolj všeč mi je bilo to, da so nam

stvari razložili na vsem razumljiv način.« (Nina)

- »Prišel sem, ker gre za enega redkih znanstveno usmerjenih dogodkov, ki so odprti za širšo javnost. Seveda sem za Institut Jožef Stefan slišal že večkrat. Všeč mi je bilo veliko stvari in se kar težko odločim, kaj se mi je zdelo najbolj zanimivo, si bom pa šel ogledat še reaktor, česar se zelo veselim.« (Jan)
- »Na obisk smo prišli predvsem zato, da bi si Institut ogledali naši otroci. Seveda so številne stvari zanimale tudi nas odrasle, mene osebno predvsem biomedicinske raziskave.« (Lidija)



Obiskovalci ob ogledu naprav in laboratorijev

Ob koncu bi se želeli ponovno iskreno zahvaliti koordinatorjem sodelujočih odsekov Instituta »Jožef Stefan«, saj smo le z njihovo pripravljenostjo za sodelovanje lahko uresničili želje in v tednu dni sprejeli takšno število obiskovalcev. Ob tem gre zahvala za razumevanje tudi vsem vodjem odsekov in drugim zaposlenim na IJS, ki so kakorkoli pripomogli k uspešni izvedbi še enega Dneva odprtih vrat in vseh obiskov v tednu pred njim.

Luka Virag,  
Center za prenos tehnologij in inovacij na Institutu »Jožef Stefan«  
Fotografije: Marjan Smerke

## Konferenca AIG'17

Konferenca Avtomatizacija v industriji in gospodarstvu – AIG'17 – v organizaciji Društva avtomatikov Slovenije poteka vsaki dve leti. Letošnje, že deseto jubilejno srečanje je bilo 6. in 7. aprila. Soorganizator je bila Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru ob sodelovanju Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani in Instituta Jožef Stefan

Že vse od leta 1999 je stalni cilj konference predstaviti stanje na področju avtomatizacije, robotizacije in industrijske informatike v slovenski industriji in gospodarstvu ter sprožiti razprave o tej problematiki.

Osrednja tema letošnje konference je bila *Četrta industrijska revolucija – Industrija 4.0*.

Konferenco je po pozdravnem govoru predsednika konference dr. Borisa Tovornika odprl dekan UM-FERI prof. dr. Borut Žalik. Pozdravni govor je imel tudi župan mestne občine Maribor dr. Andrej Fištravec.

Letos smo sprejeli v objavo nekoliko manj člankov kot v preteklosti, ker nekateri od njih niso ustrezali kriterijem in navodilom. Sprejeli smo 35 člankov, od katerih je bilo 7 študentskih. Študenti so tekmovali za lepe nagrade, ki so jih donirala podjetja: Miel, Emsiso in Siemens.



Udeleženci okrogle mize GOSTOP – največji slovenski program na področju tovarn prihodnosti



Sproščen pogovor med predavanji

Študentje so se zelo zanimali za borzo kadrov, na kateri so se predstavila podjetja – sponzorji konference. Konferenco je sponzorsko podprlo 18 podjetij, štiri strokovne revije so bile medijske pokroviteljice.

Prvi dan konference je bilo v dvorani prisotnih preko 150 udeležencev, drugi dan pa okoli 50. Veseli nas, da je prišlo tudi veliko študentov elektrotehnike iz Ljubljane in Maribora.

Udeleženci so pokazali močan interes za vsa tri uvodna predavanja, ki so bila na temo *Industrija 4.0*. Prvo je predstavil dr. Dejan Gradišar, raziskovalec z Instituta Jožef Stefan. Sledila je Eliza Ward MBA iz GE Digital Europe in nato še Leonhard Muigg MBA iz podjetja Siemens AG.

Osrednji dogodek letošnje konference je bila okrogla miza z naslovom GO-

STOP – Največji slovenski program na področju tovarn prihodnosti, ki jo je vodil dr. Igor Kovač, sicer tudi vodja EU projekta GOSTOP (Gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti). Predstavili so štiri področja, na katerih lahko Slovenija v bližnji prihodnosti doseže pomembne preboje. Ti so tehnologija vodenja, orodjarstvo, robotika in fotonika.

Cilj predlaganega programa GOSTOP je pospešiti razvoj in izgradnjo koncepta pametnih tovarn v Sloveniji ter odgovoriti na aktualne potrebe slovenskega gospodarstva. Nekatera industrijska podjetja že skušajo uvajati koncept pametnih tovarn v svojo proizvodnjo.

V nadaljevanju se je na kratko predstavila Tehnološka mreža TVP (Tehnologija vodenja procesov). Ob tej priložnosti sta vodja TVP dr. Zoran Marinšek in dr. Nadja Hvala podelila nagrade za najboljše diplomske naloge iz preteklega šolskega leta. Tehnološka mreža TVP vsako leto razpiše natečaj za podelitev nagrad najboljšim diplomantom s tega področja.

Predstavljeni članki, ki so objavljeni v zborniku referatov AIG'17, so bili sprejeti z velikim zanimanjem, saj se je ob vsaki predstavitvi razvila živahna strokovna diskusija.

Boris Tovornik  
predsednik konference AIG'17



Univerza v Mariboru  
Fakulteta za Strojništvo  
Laboratorij za Oljno Hidravliko



University of Maribor  
Faculty of Mechanical Engineering  
Laboratory for Oil Hydraulics

14. & 15. September 2017

mednarodna konferenca

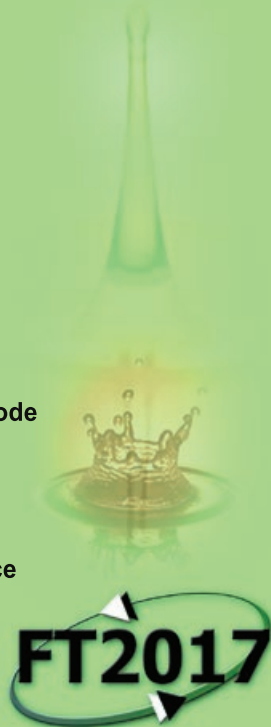
## Fluidna Tehnika 2017

### Vabilo

Mednarodne konference  
"Fluidna Tehnika"  
so z več kot 20 letno tradicijo  
osrednji bienalni dogodek s  
področja hidravlike in pnevmatike  
v Sloveniji in v tem delu Evrope.

Vabimo vas, da kot avtor prispevka,  
kot razstavljaivec ali kot pokrovitelj  
dvodnevne mednarodne konference  
Fluidna Tehnika 2017,  
predstavite nova spoznanja, nove proizvode  
in dosežke ter storitve.

Podrobnejše informacije o konferenci,  
tematskih področjih in programu,  
pomembnih datumih, ... ter sprotne novice  
najdete na spletni strani konference.



international conference

## Fluid Power 2017

### Invitation

International conference  
"Fluid Power"  
with tradition of more than 20 years  
are central biennial event  
in the field of hydraulics and pneumatics  
in Slovenia and this part of Europe.

You are invited to, as an author,  
as an exhibitor or as a sponsor  
of two-day international conference  
Fluid Power 2017,  
introduce new findings, new products,  
new achievements and services.

More information about the conference,  
topics and program, important dates, ...  
and current news can be found  
on the conference website.

<http://ft.fs.um.si>



Kongresni Center / Congress Centre Habakuk  
Maribor Slovenija

LJUBLJANA, SLOVENIA  
03 - 05 OCTOBER 2017

[WWW.ICM.SI](http://WWW.ICM.SI) , [CLEANME@ICM.SI](mailto:CLEANME@ICM.SI)

icm

**CLEANME**  
CLEANING & MAINTENANCE EXHIBITION

## Inženirstvo je prihodnost

Že 9. Industrijski forum IRT je postavil nov mejnik. Letos se je na dvodnevem strokovnem dogodku v Portorožu zbralo več kot 500 domačih in tujih udeležencev, ki so predstavljali tako utrip kot izzive domače industrije. Sklep: Slovenija potrebuje talente in inženirje, veliko njih.



Če naj domača industrija ostane v vlogi vlečnega konja oziroma steber slovenskega gospodarstva, se mora ustrezno pripraviti na prihodnost. V ospredju pa ne bosta le pospešena avtomatizacija in robotizacija kot gonilo rasti t. i. industrije 4.0, temveč bitka za talente in inženirje. Kot so poudarili številni predavatelji in govorniki 9. Industrijskega foruma IRT, izziv 4. industrijske revolucije ni oziroma ne bo tehnologija, temveč predvsem talenti in znanje.

### Inženir je poklic prihodnosti

Talent in znanje sta namreč univerzalna valuta v svetu industrije (in tudi širše). Posebej pester je bil pogovor na odprti okrogli mizi, ki se je zavlekla čez urnik. Sodelujoči na njej so ugotavljali, da je prav inženirski poklic tisti pravi poklic prihodnosti in da bo treba v gospodarstvu skladno z vsemi trendi ustvarjati delovna mesta, kjer bodo skupaj delali mladi in starejši – pa seveda tudi (sodelovalni) roboti. »Talenti naredijo ekipo, vrhunski produkt, potem pa sledi trdo delo. Brez trdega dela ni nič,« je poudarila Urška Jež iz ABC-pospeševalnika Ljubljana. Rezultati so tisti, ki so da-

### Okrogla miza

nes pomembni, in tako danes svoje delo dojemajo generacija Y. »Gre za generacijo, ki ne pričakuje, temveč zahteva, je generacija, ki se uči s testiranjem,« je dodal Lovro Peterlin, direktor podjetja Linea Directa, d. o. o., in predsednik Sekcije mladih Združenja Manager.

Sicer pa talent po prepričanju razpravljalcev na okrogli mizi o izzivih industrije 4.0 ni odvisen od starosti. »Podjetja so odgovorna za to, da dobimo najboljše in da jih potem znamo razvijati naprej in njihovo znanje pravilno uporabiti,« je med drugim dejala Bojana Korošec iz podjetja Špica International, d. o. o. Mladi imajo danes po njenih besedah veliko znanja, ki ga je potrebno vplesti v obstoječi sistem. Ob tem je zelo pomembno zaupanje, ki ga je potrebno zgraditi s transparentno komunikacijo.

Gorazd Lampič, direktor podjetja Elaphe, d. o. o., in mladi manager 2016 je razkril enega izmed receptov uspeha: »Več informacij, kot si jih pripravljeno deliti, več jih boš tudi prejel.« Lampič je sicer pojasnil, da se je za in-

ženirski poklic odločil zato, ker ne želi bežati od problemov, temveč jih skuša razumeti. Edita Krajnovič, Mediade, d. o. o., pa je dejala, da družba potrebuje vse poklice, le v pravem razmerju. Mladi naj po njenih besedah pri odločitvi o svojem poklicu razmišljajo o treh stvareh. Najprej naj se vprašajo, kaj jih zanima, kaj jih veseli. V čem tako uživajo, da pozabijo na čas. Drugič naj se vprašajo, v čem so dobri. Da to ugotovijo, morajo preizkusiti veliko stvari. Tretjič pa naj premislijo, kaj okolje potrebuje. In Evropa po besedah Krajnovičeve potrebuje veliko inženirjev, države Evropske unije bodo v naslednjih letih izrazito kadrovske podhranjene, ko gre za inženirje – primanjkovalo jih bo kar milijon, več tisoč tudi Sloveniji.

Urška Stanovnik, ki v podjetju Optiweb, d. o. o., skrbi za srečo, je kot predstavnica generacije Y na okrogli mizi zatrdila, da je tudi njena generacija za delo, ki ima smisel, pripravljena trdo delati. Po njenih besedah ima vsak posameznik talent. »Najti mora tisto, kar mu daje iskrico v očeh.«



Utrinek z otvoritvene slovesnosti





### *Predavanja so bila odlično obiskana*

Krajnovičeva je z udeleženci delila še en zelo pomemben podatek – medtem ko so mladi praktično po vsem svetu optimistični in željno pričakujejo svojo prihodnost, slovenska mladina v naslednja leta zre pesimistično. Za razvoj mladih – in posledično svoje prihodnosti, če velja rek, da »na mladih svet stoji« – pa smo odgovorni vsi – starši, učitelji, mentorji, podjetja, družba.

### **Nov programski sklop – kompoziti**

Na pobudo Inovacijsko-razvojnega inštituta Univerze v Ljubljani je letošnji program Industrijskega foruma IRT obogatil še nov sklop, poimenovan Kompoziti in lahke konstrukcije. 10 zanimivih predstavitev so opravila domača podjetja, ki delujejo na področju aeronavtičke, motošporta, navtičke, gradbeništva, športa ... in tako dokazala, da smo Slovenci v samem svetovnem vrhu obvladovanja lahkih materialov in njihove rabe.

Rabo kompozitov pri izdelavi izpušnih sistemov so predstavili predstavniki družbe Akrapovič, d. d., podjetje ELAN, d. o. o., pa je z udeleženci Industrijskega foruma IRT delilo izkušnjo in izzive glede izdelave enega največjih ohišij za vetrno elektrarno. Da so lahko kompoziti očitna konkurenč-

na prednost, je na primeru uporabe kompozitov pri izdelavi ultralahkih letal dokazovalo podjetje Pipistrel, d. o. o. Izdatno znanje s področja kompozitov je pokazala tudi akademska skupnost. Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani je pojasnila vpliv tehnologije izdelave na mehanske lastnosti kompozita iz ogljičnih vlaken, Fakulteta za tehnologijo polimerov pa je predstavnikom domače industrije predstavila metode ugotavljanja vzrokov za napake na plastičnih izdelkih s pomočjo analize materiala oz. izdelka, predstavniki Naravoslovno-tehniške fakultete Univerze v Ljubljani pa so z njimi delili meritve tehnoloških parametrov komorne peči za toplotno obdelavo valjev.

### **Več kot 50 razstavljalcev na strokovni razstavi**

Celotno dogajanje na forumu, katerega glavni pokrovitelj je švicarska korporacija ABB, vodilni svetovni proizvajalec robotov in robotskih rešitev, je dopolnila še strokovna razstava. Svojo ponudbo je predstavilo več kot 50 razstavljalcev iz Slovenije in tujine. Nekateri med njimi so razstavo rešitev in storitev razširili še s posebnimi strokovnimi in tehnično-poslovnimi predstavitvami v konferenčnem delu foruma. Poleg »železnega repertoar-

ja« razstavljalcev, ki že tradicionalno predstavljajo najrazličnejše rešitve in orodja za domačo industrijo, so nekateri pokazali tudi rešitve za inženirsko delo v prihodnosti. V ospredju sta se znašli tako navidezna (VR) kot obogatena resničnost (AR). Praktična demonstracija je dokazovala možnosti celovite izdelave modelov v navideznem svetu in njihovega preverjanja ter interaktivnega sodelovanja inženirjev. Tehnologiji VR in AR obljubljata veliko, sploh slednja utegne poskrbeti za velike razvojne, tudi prebojne korake na področju načrtovanja strojev ter orodij in njihovega vzdrževanja.

### **Letos brez priznanja Taras**

Za piko na i je dogodku Industrijskega foruma IRT letos manjkalo zgolj vrhunec. Tradicionalne vsakoletne podelitve prestižnega priznanja TARAS ni bilo. Kot je povedal alfa in omega IF IRT Darko Svetak, je očiten dvig aktivnosti domačih podjetij te zaposlil do te mere, da se s prijavo svojih vrhunskih dosežkov niso imela časa ukvarjati. Organizator bo zato prihodnje leto prijave projektov ali izdelkov za priznanje TARAS začel sprejemati v zgodnejšem terminu in obenem podjetjem dal več časa za pripravo predstavitev.

Podrobnejši utrip z letošnjega Industrijskega foruma IRT si lahko v sliki in video posnetkih ogledate na uradni spletni strani dogodka ([www.forum-irt.si](http://www.forum-irt.si)).

Organizator Industrijskega foruma IRT družba ProfIDTP obljublja, da bo prihodnje leto dogodek še pestrejši, saj bo jubilejni, deseti. Okrogle obletnice pa se praznujejo.

*Miran Varga  
IRT3000*



### *Razstavniki prostori*

## Slovesni podpis pisma o nameri sodelovanja v slovenskem nacionalnem superračunalniškem omrežju SLING

Direktor Kemijskega inštituta prof. dr. Gregor Anderluh, direktor Arnesa mag. Marko Bonač in direktor Instituta Jožef Stefan prof. dr. Jadran Lenarčič so konec aprila v prostorih Kemijskega inštituta slovesno podpisali pismo o nameri sodelovanja v Slovenskem superračunalniškem omrežju SLING in tako formalizirali sodelovanje na področju porazdeljenih visokozmogljivih računskih kapacitet za znanost in raziskave v Sloveniji, ki pod tem imenom na osnovi večdesetletne tradicije poteka že od leta 2009



*Slovesni podpis pisma o nameri*

Ob formalizaciji delovanja omrežja SLING podpisane organizacije pričakujemo, da se bo že doslej zelo dejavno sodelovanje ustanov v Sloveniji na tem področju še okrepilo, še bolj pa si bomo prizadevali tudi za mednarodno sodelovanje ter za vključevanje konzorcija v mednarodne infrastrukture in projekte. Obenem bomo opozarjali na pomen superračunalniške infrastrukture v znanosti, spodbujali njeno uporabo ter poskušali doseči večja vlaganja v ta segment.

Institut Jožef Stefan, Kemijski inštitut in Arnes skupaj premorejo več kot 22.000 računskih jeder, večinoma v superračunalniški konfiguraciji, ter več kot 30 vektorskih procesorjev NVidia, tako da predstavljajo jedro kapacitet omrežja SLING in slovenske raziskovalnorazvojne skupnosti. Za širšo znanstveno javnost je posebej zanimiva gruča slovenske akademske in raziskovalne mreže Arnes, ki je na voljo vsem slovenskim raziskovalcem in vsem upravičencem Arnesa, za njene uporabnike pa Arnes v okviru dejavnosti omrežja SLING organizira delavnice in izobraževanja ter zagotavlja podporo pri nameščanju programske opreme ter paralelizaciji nalog. Vsi člani omrežja SLING sodelujejo pri

razvoju infrastrukture ter izmenjavi znanja in tako spodbujajo uporabo mrežnih superračunalniških tehnologij v Sloveniji, kar se v zadnjih letih kaže v močnem povečanju števila uporabnikov.

S podpisom pisma o nameri je Kemijski inštitut pristopil k omrežju SLING in pridružil svoji dve superračunalniški gruči v skupnem obsegu skoraj 5000 procesorskih jeder ter bogato znanje in izkušnje na področju molekularnih simulacij. Moderno zasnovan računski center Kemijskega inštituta je zgleden primer sodelovanja med skupinami, ki se močno razlikujejo po raziskovalni usmeritvi, a se zavedajo vse večjega pomena simulacijskih metod, ki močno izboljšajo tolmačenje eksperimentalnih rezultatov, povečujejo interdisciplinarnost raziskav ter omogočajo edinstven vpogled v lastnosti snovi.

Računske in simulacijske metode, podprte z vse bolj zmogljivimi računalnimi kapacitetami, so se uveljavile do tolikšne mere, da si brez njih na mnogih področjih ne moremo več predstavljati sodobne znanosti. Podpisniki pisma o nameri opozarjamo, da v slovenskem

raziskovalnem prostoru tovrstnih kapacitet primanjkuje in da so obstoječe kapacitete polno zasedene. Pomen računalnike infrastrukture v znanosti vsekakor upravičuje večje investicije v slovensko superračunalniško infrastrukturo za znanost.

V nadaljevanju predstavljamo nekaj odmevnejših raziskovalnih projektov in dosežkov, ki v bistvenem delu uporabljajo superračunalniško infrastrukturo.

Slovenski znanstveniki že vrsto let sodelujejo pri mednarodnem eksperimentu ATLAS na velikem hadronskem trkalniku (LHC) v Evropskem laboratoriju za fiziko delcev v CERN-u v Švici. Za računske potrebe eksperimentov LHC deluje v okviru konzorcija WLCG svetovno distribuiran superračunalniški sistem v 40 državah sveta in več kot 170 računskih centrih, kar omogoča izjemno zahtevne in napredne računske naloge. V konzorciju WLCG že od l. 2004 sodelujejo tudi centri, vključeni v SLING.

Primerjava kakovosti napovednega modela Evropske vesoljske agencije (ESA) ter modela zmagovalne ekipe z odseka E8 Instituta Jožef Stefan.

Zmagovalni model je porabo energije v satelitu Mars Express napovedal točneje kot model ESA, vendar je hkrati tudi računsko zahtevnejši: če uporabimo 64 jeder na enem strežniku, ga dobimo v 20 dneh. Z uporabo superračunalniških gruč so ta čas skrajšali na 15 ur.

Nove tehnologije na področju določanja zaporedja so s sekvenciranjem celotnega človeškega genoma omogočile revolucijo pri odkrivanju genetskih vzrokov bolezni človeka. Na Kliničnem inštitutu za medicinsko genetiko UKC Ljubljana tovrstne pristope uporabljajo za odkrivanje genetskih vzrokov redkih in pogostih bolezni. Tehnologije

so podatkovno intenzivne in generirajo obsežne količine podatkov, ki jih je mogoče na superračunalniških gručah ustrezno hitro in učinkovito obdelati in iz njih pridobiti klinično in biološko uporabne informacije.

Sodelavci Kemijskega inštituta z metodami multiskalnih simulacij proučujejo delovanje encimov v centralnem živčnem sistemu. Prizkana je točkovna mutacija preostanka izolevcina (zelena barva) v tirozin (rdeča barva). Mutacija vpliva na hitrost razgradnje neurotransmiterjev (PEA) z encimom monoamino oksidazo. Reakcija je vir oksidativnega stresa, ki vodi v poškodbe in odmiranje nevronov

ter posledično v nastanek neurodegenerativnih bolezni, kakršni sta Alzheimerjava in Parkinsonova bolezen. Zaradi variacij v genomu imajo posamezniki lahko nekoliko različno sekvenco encima, zaradi česar so različno dovzetni za razvoj neurodegenerativnih bolezni. Raziskava povezuje klinično nevrologijo in kemijsko fiziko ter pripomore k personalizirani medicini, pri čemer je simulacija odlično napovedno orodje in bistveno cenejša od eksperimentalne študije. Simulacije so bile opravljene v računskem centru Kemijskega inštituta.

Brigita Pirc  
www.ki.si

POSVET

## AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2017 - ASM '17

6. decembra 2017

na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani

aktualne novice o posvetu so na voljo na [www.posvet-asm.si](http://www.posvet-asm.si)

# NAREKUJEMO TEMPO



NOVO

Tako kot motoristi tekmujejo na Moto GP, naši roboti tekmujejo v industriji. Napovedujemo začetek dirke z novima tekmovalcema: MOTOMAN GP7 in MOTOMAN GP8! Sta izjemno hitra in samozavestno narekujeta tempo. Večji pospeški, hitrejši takti ter krajši časi zagona. Robota serije MOTOMAN GP sta pripravljena na »veliko nagrado«. V vašem podjetju bosta zagotovo povečala učinkovitost in izboljšala gospodarnost.

# YASKAWA

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

# AAA<sup>®</sup>

Boniteta odličnosti  
2016

A Bisnode Solution

## Svetovni dan meroslovja

V soboto, 20. maja, smo praznovali svetovni dan meroslovja v spomin na podpis Meterske konvencije leta 1875. Takrat je bil v Parizu ustanovljen Mednarodni urad za uteži in mere (BIPM), hkrati pa so bili vzpostavljeni osnovni pogoji za poenotenje merskih enot in mednarodno primerljivost merjenj. V Sloveniji pokriva področje merjenj in zanj tudi skrbi *Urad RS za meroslovje*, ki deluje v okviru Ministrstva za gospodarski razvoj in tehnologijo. Urad RS za meroslovje je del mednarodnega meroslovnega sistema in med drugim soustvarja pogoje za globalno primerljivost, konkurenčnost slovenskega gospodarstva in za kakovost življenja z razvojem in raziskavami na področju meroslovja

Maj je tako tudi v Sloveniji že vrsto let zaznamovan kot mesec meroslovja in merjenj. V tem času se pod okriljem Urada RS za meroslovje zvrsti vrsta dogodkov, s katerimi želimo širšo javnost na različne načine opozoriti na pomen meritev in merjenj kot tudi na poslanstvo Urada RS za meroslovje. Tako smo



Meterska konvencija



Direktor Urada RS za meroslovje dr. Samo Kopač in dr. Martin Milton, direktor BIPM na Dnevu meroslovja 10. maja 2017

v spomin na ta dogodek 10. maja obeležili Dan meroslovja 2017 z naslovom *Merjenja za transport*.

V okviru Dneva meroslovja je bil 10. maja z nami tudi dr. Martin Milton, direktor Mednarodnega urada za uteži in mere iz Pariza, ki je v svoji predstavitvi »BIPM in svetovno meroslovje« poudaril vlogo meritev in merjenj ZA naše življenje in V našem življenju.

Meritve imajo z razvojem in načinom življenja vedno večji pomen. Pri tem pa imata ključno vlogo tudi transport in hitrost prenosa tako informacij kot tudi surovin, izdelkov, ljudi itd. K vsem tem ciljem je usmerjen tudi razvoj Urada RS za meroslovje, ki si želi ustvariti čim bolj fleksibilen, učinkovit in ciljno usmerjen sistem, ki bo omogočal doseganje strateških gospodarskih, družbenih in razvojnih ciljev Republike Slovenije.

George Bernard Shaw je nekoč dejal: »Ljudje, ki na tem svetu zmagujejo, so tisti, ki vstanejo in se ozrejo po okoliščinah, ki jim ustrezajo. Če jih ne najdejo, si jih ustvarijo.« To so torej ljudje, ki ne iščejo čudežev okoli sebe, ampak v sebi; vse tisto, s čimer lahko oplemenitijo svoj dan, svoje življenje in posledično tudi življenje drugih. To ne velja le za posameznike, temveč tudi za skupine, time, organizacije, ki predstavljajo žarke svetlobe, v katerih sta skrita mavrica in celotno življenje.

Te meroslovne žarke bodo lahko okusili in preizkusili tudi številni osnovnošolci in dijaki, ki bodo v okviru Dnevov odprtih vrat obiskali Urad RS za meroslovje v Ljubljani (23. 5.) in v Celju (25. 5. in 26. 5.).

*Mag. Dominika Rozoničnik,  
Odnosi z javnostmi na Uradu RS za  
meroslovje*

## Platforma za inovativna podjetja

Platforma *Open I SME* združuje informacije o več kot 10 milijonih raziskovalcev. Na voljo so povzetki njihovih znanstvenih člankov in patentov. Platforma uporabnikom na podlagi ključnih besed razvrsti najprimernejše strokovnjake. Za majhna in srednje velika podjetja je uporaba do maja 2018 brezplačna.

Na platformi lahko:

- najdete in preko *Centra za prenos inovacij in tehnologij* na Institutu »Jožef Stefan«, ki je partner pri projektu, navežete stik s strokovnjaki, s katerimi bi želeli sodelovati;
- pregledate stanje tehnologije na področju, ki vas zanima

(osnova je preko 200 milijonov znanstvenih člankov in evropskih patentov),

- iščete nove razvojno-projektne ideje, jih preverite itd.

Če vas zanima, pišite na e-naslov [marjeta.trobec@ijs.si](mailto:marjeta.trobec@ijs.si), da vam oblikujemo geslo.

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



## ŠTeKam

Študentska tehniška konferenca

Na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani bo 14. 09. ob 9. uri potekala študentska tehniška konferenca »ŠTeKam«, na kateri bodo študentje prve in druge stopnje in mladi raziskovalci tehnike in drugih študijskih smeri predstavili rezultate svojega raziskovalnega dela.



Utrinek z lanskoletnega dogodka

Lani je bilo predstavljenih in izdanih v zborniku 31 prispevkov s tehničnih in netehničnih področij. Tematike prispevkov so bile zelo raznolike, kar je dalo konferenci poseben pridih, saj so študentje in raziskovalci videli možnosti interdisciplinarnega povezovanja različnih tem in področij med seboj.

Vsi sprejeti prispevki bodo objavljeni v zborniku, ki bo zaveden v COBISS-u.

Izbrani prispevki bodo ob privolitvi avtorjev objavljeni v reviji Ventil. Posebej bo nagrajena tudi najboljša predstavitev na konferenci.

Več informacij najdete na spletni strani: [https://www.fs.uni-lj.si/raziskovalna\\_dejavnost/raziskovalna\\_dejavnost/raziskovalna\\_dejavnost\\_studentov/](https://www.fs.uni-lj.si/raziskovalna_dejavnost/raziskovalna_dejavnost/raziskovalna_dejavnost_studentov/)

studentska\_tehniska\_konferenca\_stekam/

Organizacijski odbor:  
doc. dr. Tomaž Berlec,  
univ. dipl. inž. str.  
doc. dr. Miha Brojan,  
univ. dipl. inž. str.  
asist. dr. Boštjan Drobnič,  
univ. dipl. inž. str.

## Bionika in revolucionarne nove tehnologije

**Vedno več je poudarka tudi na medicinski bioniki, vsadkih, umetnih organih ...**

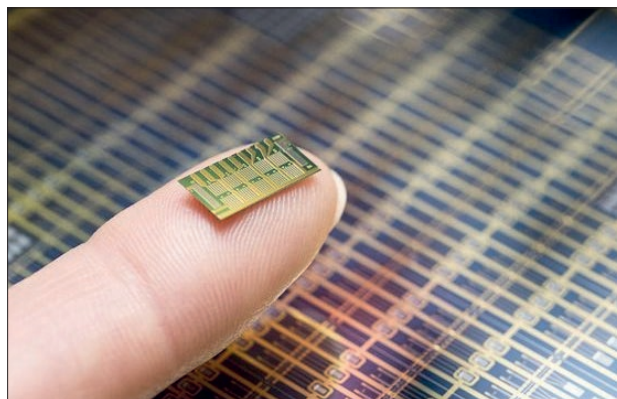
Po dvanajstih uspešnih nanotehnoloških dnevih, mnogih tehnoloških dnevih in drugih strokovnih dogodkih, ki smo jih nekaj časa organizirali tudi v OZS, lahko strnem nekaj konkretnih smernic o trendih tehnološkega razvoja, še zlasti na področju bionike, podpornih tehnologij sodobne medicine in nanotehnologije. Nekaj naprednih tehnologij in tudi inovacij smo predstavili na nedavnem mednarodnem sejmu sodobne medicine – MEDICAL, nekaj pa jih načrtujemo na letošnjem **Stičišču znanosti in gospodarstva** v okviru sejma MOS 2017 ter na našem naslednjem nanotehnološkem dnevu

Čeprav so nekatere tehnologije videti daleč pred časom, nas usmeritve na Svetovnem ekonomskem forumu in drugih v tehnološko prihodnost naravnanih dogodkih prepričujejo, da se spremembe dogajajo nad vsemi pričakovanji in da se pogosto zabriše sled med realnostjo in futurističnostjo. Še pred leti se nam je zdelo 3D-tiskanje znanstvena fantastika, danes se srečujemo že s 4D-tiskanjem in tiskanjem umetnih človeških organov in ne nazadnje s tiskanjem izvornih celic, ožilja, hrustancev, kosti, umetne kože, organov (srca, ledvic, jeter), umetne trebušne slinavke (pankreas), umetnega mehurja ipd. K temu razvoju in tovrstnim aplikacijam nas silijo sodobna medicina, novodobne raziskave, študije bolezni in iskanje rešitev v mnogih novih vedah, še zlasti v bioniki.

Pred časom sem se lotil projekta in razvoja prvega bionskega človeka v Evropi za izobraževalne namene bodočih inženirjev bionike. V projektu sodelujejo visoka strokovna šola za bioniko na Ptuj, višja strokovna šola ŠC Ptuj, podjetje INTI in drugi. V razvoj postopoma vključujemo tudi fakultete in inštitute. V

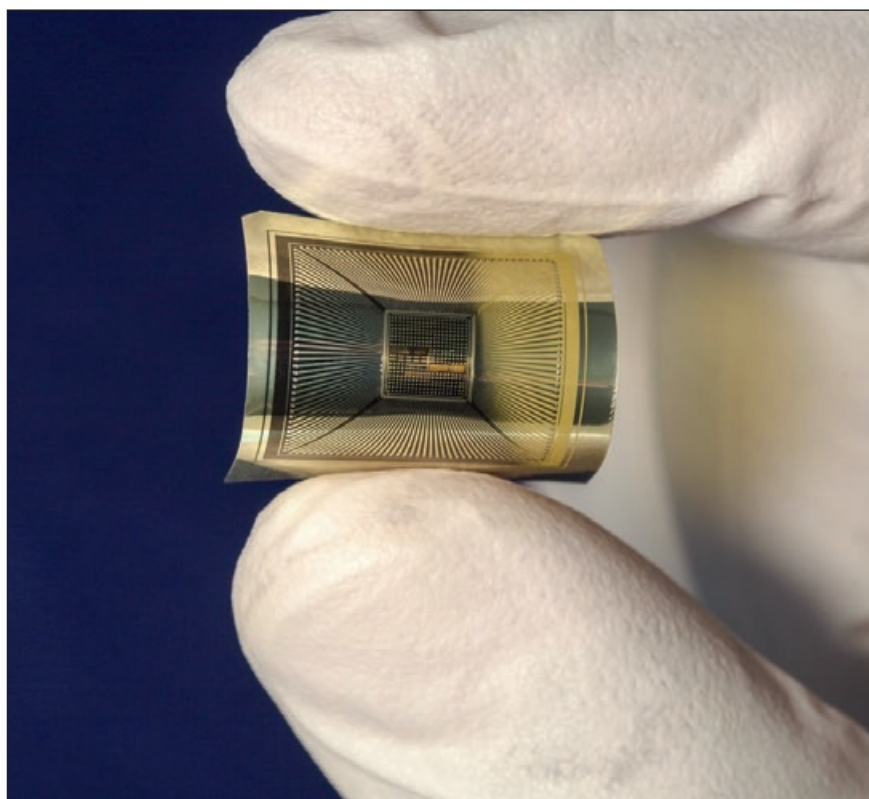
bionskega človeka želimo integrirati ves podporni svet sodobne medicine, od preprostejših do zahtevnejših vsadkov (implantatov) do najrazličnejših spodbujevalnikov in senzorjev, bionske roke, noge, slušnega vsadka, bionskega očesa in drugo. Naslednji model bo načrtovano že natisnjen

s 3D-tehnologijami in posebnimi materiali ter v celoti podprt s komunikacijskimi sistemi. Predvideni vsadki so: kardiodefibrilator, srčni spodbujevalnik (cardiac pacemaker), spodbujevalnik mišic, možganska vsadka DBS in TMS za možgansko stimulacijo pri Parkinsonovi bolezni, epilepsiji, tresavici idr., vagusni stimulator, stimulator hrbtenjače, stimulator želodca (gastric stimulator), alfa črpalka, inzulinska



*Bionični implantat za ciljno doziranje zdravilnih učinkovin*

črpalka itd. Integriran bo sistem brezžičnega napajanja vsadkov in možnosti različnih nadgradenj glede na razvoj tovrstnih tehnologij, vključno z uporabo tehnologij MEMS in BioMEMS. Ker gre v danem primeru seveda za bionskega človeka za izobraževalne namene, se bodo razvijali tudi specifični multifunkcijski vsadki, ki se trenutno v medicinskih aplikacijah še ne uporabljajo oz. se uporabljajo še zelo omejeno.



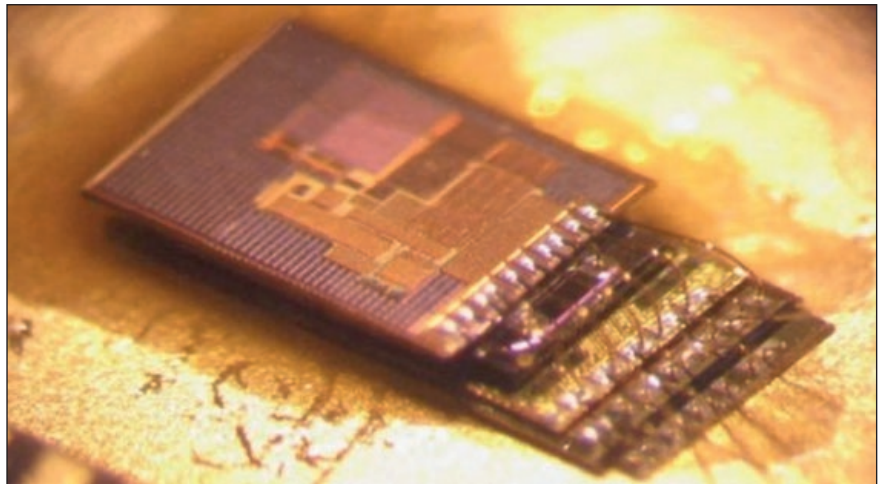
*Novodobni čipi na fleksibilnem substratu (filmu) za medicinske in druge aplikacije*

**In pogled v nekoliko oddaljeno prihodnost – kaj nas v resnici čaka (za zdaj se sliši še celo malo futuristično)?**

Čakajo nas aktivna manipulacija snovi na atomskem in molekularnem nivoju in nova umetna oblika življenja, preurejanje atomov enega materiala v drugega. Težko je sicer napovedati posledice za transformacijo fizičnega sveta in biološkega človeka. Prišla bo doba nanorobotov s funkcijo ciljnega doziranja zdravilnih učinkovin le v obolele celice. Prišel bo čas možnosti popravljanja poškodovanih celic in zdravljenja duševnih bolezni z natančno dovajanimi zdravili do možganov.

Čakajo nas gensko zdravljenje, genske manipulacije in oblikovanje genov ter iskanje zdravil za večje število dednih bolezni. Čakajo nas intenzivni genski inženiring rastlin, živali, spremljanja informacij v DNK in reševanja pomembnih človeških problemov.

Človeštvo bo postavljeno pred nove izzive neozdravljivih bolezni, ustvarjanja novih organov, popravljanja obstoječih – vse za izboljšanje kakovosti življenja. Realnost bosta izdelava sintetičnih organov in kloniranje. Čeprav se zdi neverjetno in bo zagotovo tudi večkrat etično vprašljivo, bo prej kot slej

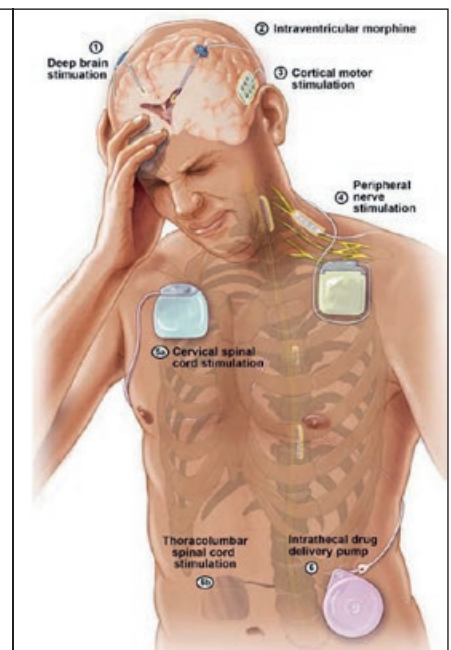
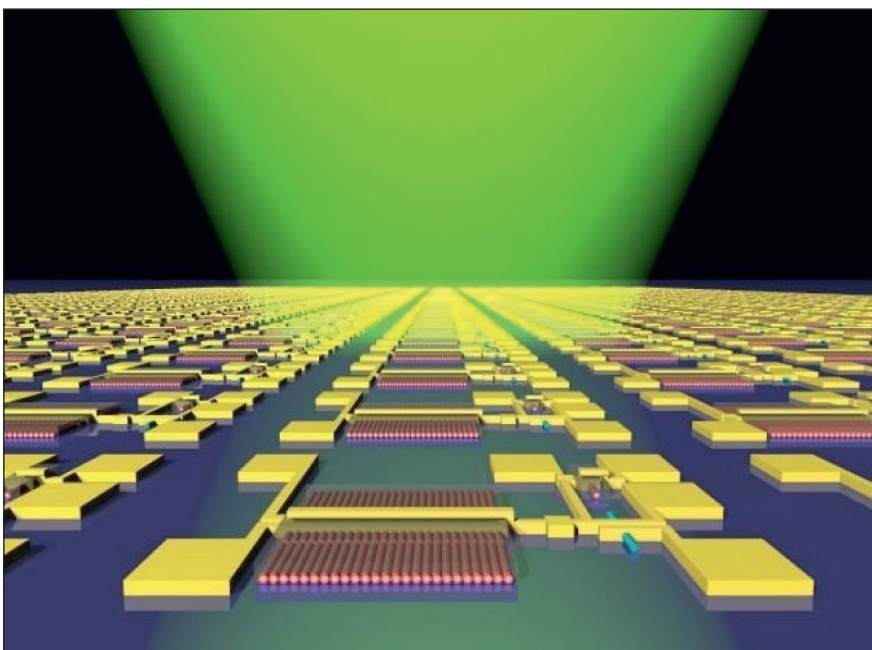


*Pametni prah (smart dust) prinaša revolucionarne rešitve na različnih področjih, tudi v medicini. Gre za naprave v velikosti zrna peska in manjše s podobno funkcijo, kot jo imajo danes (MEMS) tehnologije, vendar govorimo že o nanotehnoloških aplikacijah.*

prišlo do združevanja človeka in stroja (obsežne integracije bionskih delov) ob podpori naših možganov in s pomočjo računalniške podpore in vmesnikov človek-računalnik-človek. Vmesniki z možgani in računalniki bodo izvedeni znotraj in izven človeškega telesa. Umetne roke, noge, ušesa, oči in drugi deli človeškega telesa bodo vsebovali posebne čipe, procesorje, biočipe za nadzorovanje avtonomnih sistemov telesa in do kompleksnih komunikacij z možgani.

Regenerativna medicina bo omogočala zamenjavo in regeneracijo tkiv,

organov, ki bodo poškodovani zaradi poškodb ali bolezni. Vključevanje celičnih terapij, tkivnega inženirstva, ustvarjanja regenerativnih spojin, novih orodij in naprav bo del obetavne prihodnosti in tudi estetske medicine. Pomembno vlogo bo dobila človeška bionika oz. bionika človeka. Nepredstavljivo vlogo bosta dobili sintetična biologija in želja znanstvenikov ustvariti umetno življenje in razviti nove oblike encimov, genetskih vezij in drugih bioloških komponent za pomoč pri reševanju zahtevnih in kompleksnih problemov. Že danes se postavlja zanimivo vprašanje, ali bo mogoče



*Shematski prikaz vgradnje določenih vsadkov (danes že realnost), razvojno konceptualni prikaz nanotehnološkega čipa*



Prikaz vgradnje vsadka za možgansko stimulacijo pri bolnikih s Parkinsonovo boleznijo in epilepsijo

z uporabo laboratorijske opreme, nekoč v prihodnosti mogoče tudi takšne, ki jo bo mogoče kupiti po spletu, izvesti gensko testiranje? Ali bodo biohekerji človeštvo reševali ali ga uničevali? Veliko je že danes pričakovanih, povezanih z genskim in tkivnim inženiringom, predvsem kako izboljšati, obnoviti ali ohraniti funkcije tkiva. Kako z zdravili izboljšati telesne funkcije, energijo, spomin in delovanje možganov. In postavlja se zanimivo vprašanje, kakšna bodo zdravila prihodnosti? Kakšni bodo novi medicinski pripomočki, vsadki, uporabljeni materiali in kakšni bosta seveda varnost in še zlasti učinkovitost?

Danes strokovnjaki kar učinkovito opazujejo delovanje možganov in

pretok krvi v možganih v realnem času, kljub temu pa je odprtih veliko vprašanj diagnosticiranja in razlikovanja med psihiatričnimi motnjami, prepoznavanja travmatskih poškodb možganov in preprečevanja kroničnih bolečin in ne nazadnje vpliva posameznih zdravil na naše možgane.

### Možgansko-računalniški vmesniki

Bolniki po možganski kapi, paraplegiki in druge osebe z omejeno možnostjo gibanja bodo lahko svoje misli spreminjali v določena dejanja. Vključitev in vgradnja vmesnikov ter brezžične povezave do možganov

bodo morale zagotavljati najvišjo obliko varnosti in zaščite. Izjemno pomembno vlogo bosta imeli psihijatrija in vedenjska medicina, še zlasti pri uporabi zdravil za odpravo kemičnega neravnovesja v možganih, ki povzročata boleznijo, kot so motnje razpoloženja in shizofrenije. Seveda bo vse to povezano s socialnimi vprašanji in vprašanji psihološkega vpliva.

### Računalniško in robotsko podprta kirurgija

Ni skrivnost, da so vedno večje težnje opraviti operacijo s čim manj invazivno kirurgijo in vedno večjo natančnostjo. Računalniško in robotsko podprta kirurgija bo

omogočala operacije na daljavo. Vgradnja ciljno naravnanih dozirnih sistemov za zdravila bo nekoč rešena z mikročipi, ki bodo skrbeli ne samo za ciljno doziranje zdravilnih učinkovin v obbolele celice in tkiva, ampak bo ta proces lahko izveden samodejno in časovno pogojeno ali pa s pomočjo zdravnika na daljavo.

### Stimulacije možganov

Že danes, še zlasti pa v prihodnosti bo mogoče s posebnimi tehnikami in stimulatorji na neboleč način stimulirati možgane za boljše učenje, boljši spomin, duševno zdravje in inteligenco. Seveda se postavi vprašanje razsežnosti tovrstnih stimulacij in učinkov? Če upoštevamo poslanstvo bionike, ki posnema naravni svet in na inovativen način rešuje probleme današnjega tehnološkega sveta, smo lahko vsaj malo optimistični. Kdo bi si na primer mislil, da dajejo lovke meduze navdih za zdravljenje raka? Seveda je bionika veliko več kot posnemanje nekaterih živali in samo določenih izjemnih lastnosti, ki jih najdemo v naravi. Zaradi hitrega razvoja na področju biomedicinskih znanosti je presajanje organov danes običajna praksa. Navedene smernice bodo naša realna prihodnost. Umetno gojenje človeških organov v laboratoriju poznamo že danes kot **in vitro in vivo** z uporabo matičnih celic. Na dokončen odgovor, kaj bo jutri in v daljni prihodnosti, pa bo potrebno seveda počakati.

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

POSVET

**AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2017 - ASM '17**

6. decembra 2017

na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani

aktualne novice o posvetu so na voljo na [www.posvet-asm.si](http://www.posvet-asm.si)



## Na Stičišču znanosti in gospodarstva na 50. sejmu MOS bo tudi prvi slovenski satelit

Stičišče znanosti in gospodarstva je projekt Ministrstva za izobraževanje, znanost in šport. Letos se bo na Stičišču predstavilo več kot 50 inovacij, osrednja bo zagotovo prvi slovenski satelit. Ker je zanimanje za sodelovanje na Stičišču izjemno veliko, že ob tej priložnosti izpostavljam nekaj koristnih informacij.

Prvi slovenski nanosatelit s podporo ESE (Evropske vesoljske agencije) snujejo strokovnjaki FERI, Univerza v Mariboru, in podjetje SkyLabs, ki je specializirano za miniaturizacijo vesoljskih tehnologij. Projekt so poimenovali Misija Trisat. Nanosatelit z maso 5,5 kilograma je zdaj v zaključni fazi kritičnega preverjanja, ki ga usklajujejo z ESO. Inženirski model nanosatelita so testirali v vakuumskih razmerah pri različnih temperaturah in izvedli vibracijske in druge teste. Opremljen bo z infrardečo kamero, ki temelji na visokotehnološki platformi PicoSky, ki jo je razvilo podjetje SkyLabs in jo bodo uporabili tudi za krmiljenje in nadzor kamere.

Večspektralna kamera bo med drugim omogočila zaznavanje vulkanskega prahu, žarišč velikih požarov, razlitja nafte v oceanih in odkrivala dragocene rudnine pod Zemljino površino. Osrčje satelitske platforme je majhno procesno jedro, ki ga je razvil SkyLabs. Kot pravi direktor podjetja dr. Tomaž Rotovnik, gre za inovacijo na evropskem trgu, za katero se za-



*Razvojni model prvega slovenskega nanosatelita Trisat*

nimajo velika podjetja, kot je Airbus. V prvi slovenski nanosatelit bodo vgrajene tudi sončne celice, ki jih po slovenskih načrtih izdeluje špansko podjetje, saj pri nas še nimamo dostopa do te tehnologije. Vrednost nanosatelita Trisat znaša milijon evrov, doslej so vanj vložili več kot 350.000 evrov.

Kot pojasnjuje vodja projekta dr. Iztok Kramberger s Fakultete za elektrotehniko, računalništvo in informatiko na Univerzi v Mariboru, bodo Trisat v nizko Zemljino orbito izstrelili prihodnje leto (predvidoma v prvem trimesečju 2018). S katero raketo bo poletel, pa še trenutno ni javno znano (saj se dogovarjajo za najbolj ugodno ceno). Ponudnikov je več, med drugim tudi iz Indije. S tem se bo Slovenija pridružila 50 državam, ki že imajo svoje satelite v vesolju. Življenjska doba nanosatelitov, kakršen je

slovenski, je od pet do šest let, še pravi Kramberger, potem pa izgorejo. To je nujno, da ne pride do verižnih trkov, saj je Zemljina orbita že precej zasičena s takimi sateliti, v prihodnje pa jih bo še več.

Nanosatelit bo z gradniki in podpornimi tehnologijami predstavljen na sejmu MOS 2017 v okviru projekta MIZŠ Stičišča znanosti in gospodarstva. Na sejmu bodo strokovnjaki predstavili razvoj in delovanje posameznih gradnikov. Bo pa tudi v živo izveden prikaz delovanja večspektralne kamere! Na stičišču znanosti bodo letos sodelovale vse pomembnejše razvojno-raziskovalne inštitucije, ugledne fakultete in visokotehnološka podjetja.

*Janez Škrlec, inž. meh.,*

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

## Vaša sigurna pot do tržišča v Srbiji



Promovišite svoj posao i predstavite  
Vašu kompaniju.

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

**www.industrija.rs**

[www.facebook.com/casopis.industrija](http://www.facebook.com/casopis.industrija)

Pokličite nas:

ČASOPIS INDUSTRIJA  
Lazara Kujundžića 88,  
11030 Beograd, Srbija

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

## Dolgoletne izkušnje z opremo za avtomatizacijo procesov

Pnevmatski pogoni za avtomatizacijo procesov so v zadnjem času pogosta tema pogovorov, saj se mnogi znani proizvajalci pnevmatskih komponent trenutno ukvarjajo s tem vprašanjem. Toda le malo ljudi ve, da vam



### Laboratoriji na čipu

**S3C, d. o. o.**, skupaj s svojim dobaviteljem nudi več desetletij izkušenj na tem področju. Visoko kakovostni pnevmatski pogoni (Made in Germany), ki jih je sestavil in preizkusil njihov dobavitelj, dosegajo 100-odstotno delovanje do enega milijona preklopnih operacij. Na podlagi ustreznih izkušenj so ti izjemno kompaktni pogoni na voljo z opremo, kot so krogelni ventili iz medenine ali nerjavečega jekla, visokotlačni krogelni ventili, prirobnični krogelni ventili in lopute. Vsi pnevmatski pogoni iz programa imajo ATEX odobritev, lahko se uporabljajo v nevarnih območjih in so na voljo kot dvojno ali enojno delujoči. Poleg tega nudijo celoten program tudi kot alternativo z električnimi pogoni napetosti od 12 V DC do 240 V AC.

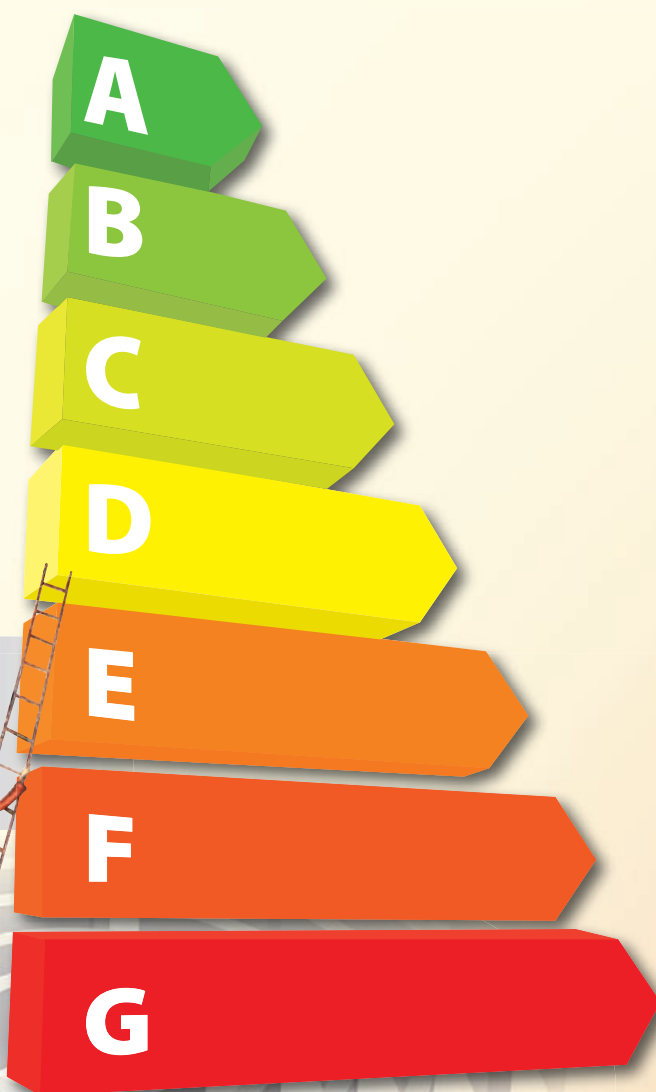
V programu podjetja **S3C, d. o. o.**, boste tudi hitro in enostavno našli pravo dodatno opremo za nadzor in spremljanje vaših avtomatiziranih procesov, kot so na primer ventili NAMUR. Ti so zaradi standardizirane prirobnice primerni za neposredno montažo na pogon. Izbirate lahko tudi zelo ugodne serije alternativnih izdelkov, ventilov proizvajalcev Festo, Aventics ali Airtec (Eco-Line serija). Ventili NAMUR in univerzalne signalne škatle za spremljanje položaja so na voljo tudi z odobritvijo ATEX. Izberite artikle iz široke ponudbe dodatne opreme v spletni trgovini [www.s3c.si](http://www.s3c.si) ali povprašajte po sklopih, ki vam ustrezajo, da vam jih v celoti sestavijo.

Registrirajte se v spletno trgovino še danes: [www.s3c.si](http://www.s3c.si).  
Za podporo pokličite: 01 423 22 22.



**DRUŠTVO  
VZDRŽEVALCEV  
SLOVENIJE**

**DVS**



**BREZ UČINKOVITEGA  
VZDRŽEVANJA ...**

**... NI ENERGETSKE  
UČINKOVITOSTI**



**NASVIDENJE na**

**27. TEHNIŠKEM POSVETOVANJU  
VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE**

**ki bo 19. in 20. oktobra 2017 na Otočcu**

# Gradnja mikrostruktur z nanoprecizno robotsko celico

Suzana URAN

**Izvleček:** Prikazana sta razvoj in zgradba nanoprecizne robotske celice z natančnostjo vodenja vrha robota  $\pm 3,9$  nm v odprti položajni zanki oziroma  $\pm 61$  nm v zaprti položajni zanki. Uporabljeni piezoelektrični motorji zagotavljajo prostornino delovnega območja robotske celice ok.  $1,5 \text{ cm}^3$ . Prikazana sta dva postopka prijemanja, premikanja in odlaganja mikroobjektov (steklene ali polistirenske kroglice premera  $1\text{--}100 \text{ }\mu\text{m}$ ): enoprsto prijemalo, osnovano na van der Waalsovi sili, in enoprsto prijemalo, osnovano na kapilarni sili. Prikazani so primeri gradnje enostavnejših mikrostruktur (pokončni trikotnik, 3D-piramida) in bolj zapletena mikrostruktura zobnika premera  $150 \text{ }\mu\text{m}$ .

**Ključne besede:** nanoprecizni robot, gradnja mikrostruktur, prijemala za mikroobjekte

## 1 Uvod

Razvoj področja nano- in mikroizdelave zahteva bazične raziskave na štirih raziskovalnih področjih:

- raziskave postopkov samosestavljanja [1, 2],
- sestavljanje z nanomanipulacijo [3, 4], ki prenaša in sestavlja nano-/mikroobjekte, izdelane s postopki samosestavljanja v kompleksne strukture,
- množično vzporedno sestavljanje in
- razvoj računalniških orodij za nanomehansko načrtovanje.

Ta prispevek se dotika raziskovalnega področja »sestavljanje z nanomanipulacijo« in podrobneje obravnava praktično izgradnjo zanesljivega nanopreciznega 3D-robotskega mehanizma in njegovega podsistema prijemal za objekte v dimenzijskem območju  $1\text{--}100 \text{ }\mu\text{m}$ , s katerimi bi lahko opravljali gradnjo 3D-mikrostruktur za mikrostroje, MEMS-e (mikroelektromehanske sisteme), mikrozobnike, mikroreduktorje itd. Predstavljena sta dva različna postopka prijemanja premikanja in odlaganja objektov (eno-

prsto prijemalo, osnovano na van der Waalsovi sili, in enoprsto prijemalo, osnovano na kapilarni sili) sta alternativni drugim postopkom, npr. optičnim pincetam [5], ki so namenjene premikanju nanoobjektov z dielektričnimi snovnimi lastnostmi v tekočinskem mediju. Razvita in aplikativno prikazana postopka prenašanja objektov s pomočjo enoprstih prijemal, osnovanih na van der Waalsovi ali kapilarni sili, sta primerna za objekte velikosti  $1\text{--}100 \text{ }\mu\text{m}$  v zraku pri pritisku 1 bar ali vakuumu vse do tlaka  $0,1 \text{ mbar}$ .

Prenašanje (prijemanje, premikanje, odlaganje) objektov, večjih od  $100 \text{ }\mu\text{m}$ , ni strokovno zahtevno. Dejansko lahko v teh primerih posnemamo mehanska dvoprsta ali troprsta prijemala iz makrosveta, seveda v skrajno pomanjšani obliki, za motorje pa se uporabljajo piezoelektrični pogoni namesto električnih motorjev. V teh primerih so mikroobjekti še dovolj težki, da se zaradi gravitacijske sile pri odlaganju odtrgajo od prijemala in jih lahko namestimo na odlagalno površino. V splošnem prijemanje in premikanje mikroobjektov ni problematično. Povsem drugačna pa je zgodba, ko imamo opravka z odlaganjem objektov, manjših od  $100 \text{ }\mu\text{m}$ . V tem primeru zaradi kapilarne sile, ki je posledica kondenzacije vlage iz zraka, van der Waalsove sile, vedno prisotne šibke medmolekularne privlačne sile ali parazitne elektrostatične sile, od-

laganje mikroobjektov na odlagalno površino ni mogoče. Velikost privlačne kapilarne ali van der Waalsove sile med objektom in prijemalom preseže gravitacijsko silo objekta, kadar so objekti manjši od ok.  $100 \text{ }\mu\text{m}$ , ali po iznosu preseže gravitacijsko silo za nekaj 100-krat, kadar imamo opravka z objekti velikosti okoli  $1\text{--}100 \text{ }\mu\text{m}$ .

Našteti problemi pri odlaganju so v zadnjem desetletju vodili do razvoja množice postopkov odlaganja objektov (nanospajkanje, nanovarjenje, dielektroforeza, lepljenje objekta na površino, sintranje ...) [4, 5, 6, 7]. Vse te metode delujejo za posamezne materiale ali oblike objektov in še vedno potrebujejo gravitacijsko silo za odlaganje objektov. Posebne rešitve predstavljajo enoprsta ledna prijemala, ki delujejo na principu mehanske sklopljenosti med ledom, ki primrzne in zaobjame mikroobjekt v vodnem mediju [8] ali v zraku [9]. Njihov glavni problem je nezanesljivo in natančno odlaganje, kar velja tudi za postopke odlaganja z inercijsko silo (vibracijo konice enoprstega prijemala) ali pnevmatsko silo [10, 11, 12].

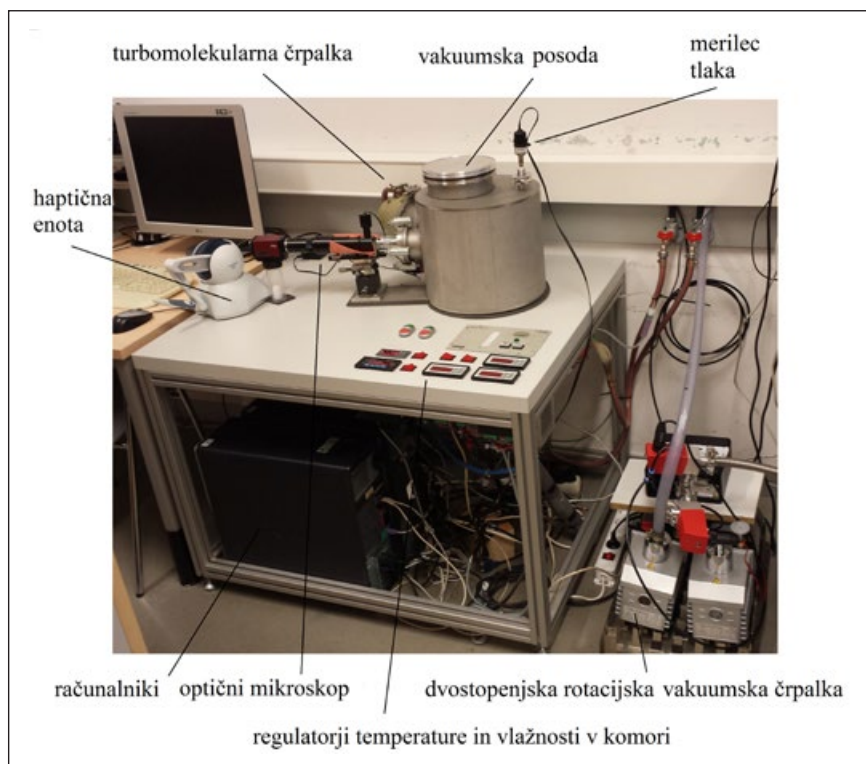
V članku predstavljena postopka enoprstih prijemal sta izjemno primerna za objekte dimenzij  $1\text{--}100 \text{ }\mu\text{m}$  in sta neobčutiljiva na obliko in material objekta. Vse aplikacije gradnje 2D- in 3D-objektov, predstavljene v tem članku, so bile opravljene s tema dve-

Doc. dr. Suzana Uran, Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

ma enoprstima prijemaloma, ki zagotavljata zanesljivo odlaganje (skoraj 100 % odlaganj kroglastih objektov je opravljenih brez problemov) in natančno odlaganje, kjer je bila napaka pri odlaganju manjša od  $0,5 \mu\text{m}$ . Mikroobjekti, s katerimi smo gradili mikrostrukture, so imeli kroglasto obliko s premerom  $30\text{--}50 \mu\text{m}$ , materiala sta bila steklo ali polistiren.

## ■ 2 3D-nanoprecizna robotska celica

Robotska celica je predstavljena na *sliki 1*. Sestavljajo jo: 3D-nanoprecizni manipulator, podsistem enoprstega prijemala, krmilnik robotske celice, vakuumska posoda, vakuumska in turbomolekularna črpalka, podsistem za regulacijo temperature, vlažnosti in tlaka v vakuumski posodi, sistem hlajenja in optični mikroskop. 3D-nanoprecizni manipulator (glej *slika 2*) je nameščen v vakuumski posodi in je tako zaščiten pred prašnimi delci, ki lebdiijo v zraku. S pomočjo dveh zaporednih vakuumskih črpalk v vakuumski posodi reguliramo tlak v območju od  $1 \mu\text{bar}$  do  $1 \text{bar}$  in relativno vlažnost v območju od 10 % do 90 %. Dvostopenjska vakuumska rotacijska črpalka lahko zniža tlak v vakuumski posodi od  $1 \text{bar}$  do  $1 \text{mbar}$ . Tej dvostopenjski vakuumski črpalki je zaporedno vezana turbomolekularna črpalka, ki lahko še dodatno zniža tlak v vakuumski posodi za faktor 1000-krat, vse do tlaka  $1 \mu\text{bar}$ . Tlak na celotnem omenjenem območju reguliramo s proporcionalno-integrirno-diferencirnim (PID) regulatorjem tlaka, vlažnost pa s PID-regulatorjem temperature Peltierjevih elementov. Peltierjevi elementi hladijo ali grejejo zrak v neposredni okolici prijemala. Skozi okence vakuumske posode opazujemo vrh prijemala in mikroobjekte s pomočjo optičnega mikroskopa z žariščno razdaljo leče  $21 \text{mm}$ . To nam omogoča opazovanje objektov večjih od  $2 \mu\text{m}$ . Dva računalnika, povezana v mrežo, s pomočjo FPGA-karte NI-PCI7356 proizvajalca National Instruments in z aplikacijo programa LabView skrbita za krmiljenje in regulacijo položaja posameznih osi manipulatorja s časom tipanja  $1 \mu\text{s}$ . Piezo koračni modul TCMC-090 služi kot krmilnik piezoelektričnih motorjev za



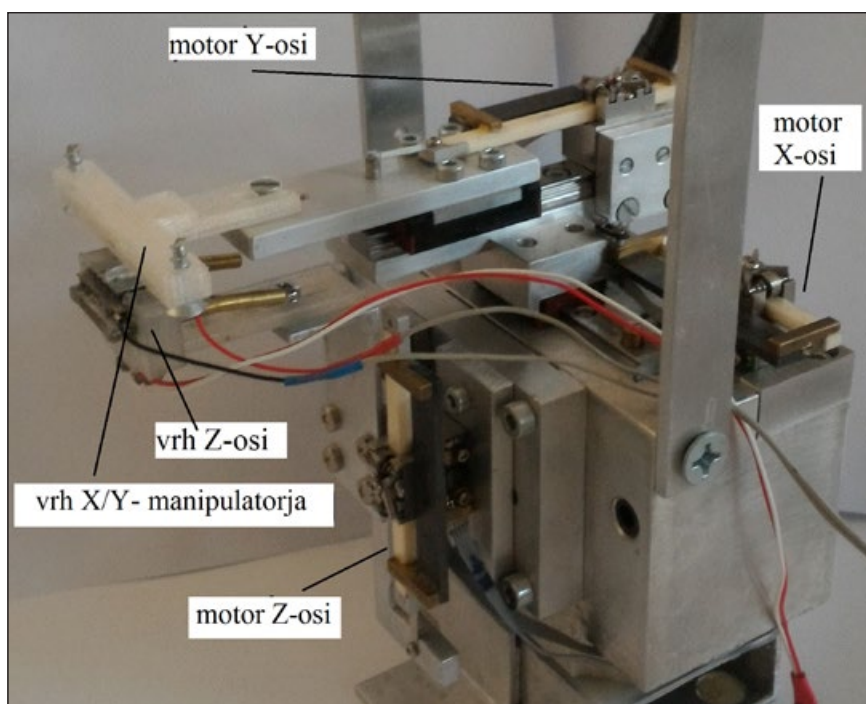
**Slika 1.** Zgradba nanoprecizne robotske celice

X-, Y- in Z-os (glej *slika 2*). Oboje je izdelalo podjetje PiezoLEGS.

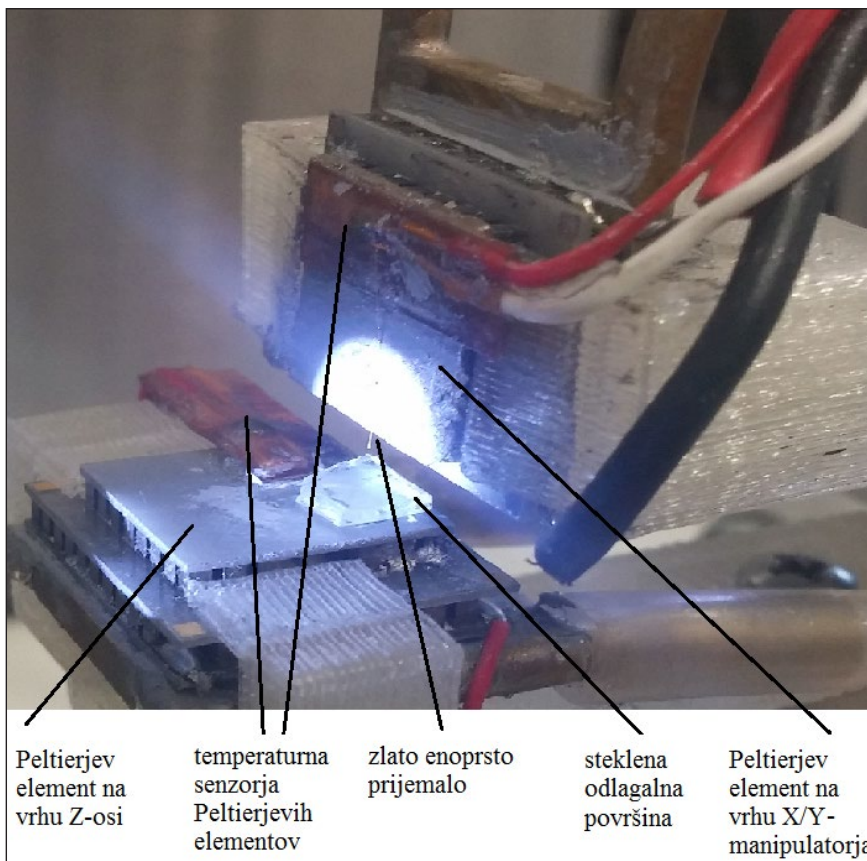
### ■ 2.1 Mehanizem 3D-nanopreciznega manipulatorja

Odločili smo se za zasnovo X/Y-manipulatorja, podprtega z eno

podajalno mizico, ki deluje v smeri Z-osi. Sama izvedba manipulatorja je izvedena fleksibilno in omogoča implementacijo različnih orodij na vrhu X/Y-manipulatorja. *Slika 2* pa prikazuje primer zgradbe laboratorijskega 3D-nanopreciznega manipulatorja s ponovljivostjo nastavljanja položaja v nanoobmočju in z natančnostjo vodenja vrha ro-



**Slika 2.** 3D-nanoprecizni manipulator



**Slika 3.** Podsystem enoprstega prijemala

bota  $\pm 3,9$  nm v odprti položajni zanki oziroma  $\pm 61$  nm v zaprti položajni zanki. Delovno območje vrha nanopreciznega manipulatorja je okoli  $1,5 \text{ cm}^3$  (10 mm x 10 mm x 15 mm).

Dva motorja, skupaj z magnetnima linearnima inkrementalnima dajalnikoma, sta pritrjena na osnovno aluminijasto ohišje. Izjema je motor Y-osi, ki je pritrjen na pomični voziček linearnega vodila X-osi. Motorja X-osi in Y-osi tvorita X/Y-manipulator in sta orientirana pravokotno drug na drugega in med sabo povezana z elastičnim sklepom. Bolj podroben prikaz načrtovanja, izdelave in delovanja nanoprecizne robotske celice je podan v [13, 14].

### 2.2 Podsystem enoprstega prijemala

Podsystem enoprstega prijemala je razdeljen na dva dela. Prvi del je na vrhu X/Y-manipulatorja in vsebuje nosilec za dvostopenjski Peltierjev element, hladilnik ter enoprsto prijemalo (zlata žička). Medtem ko je

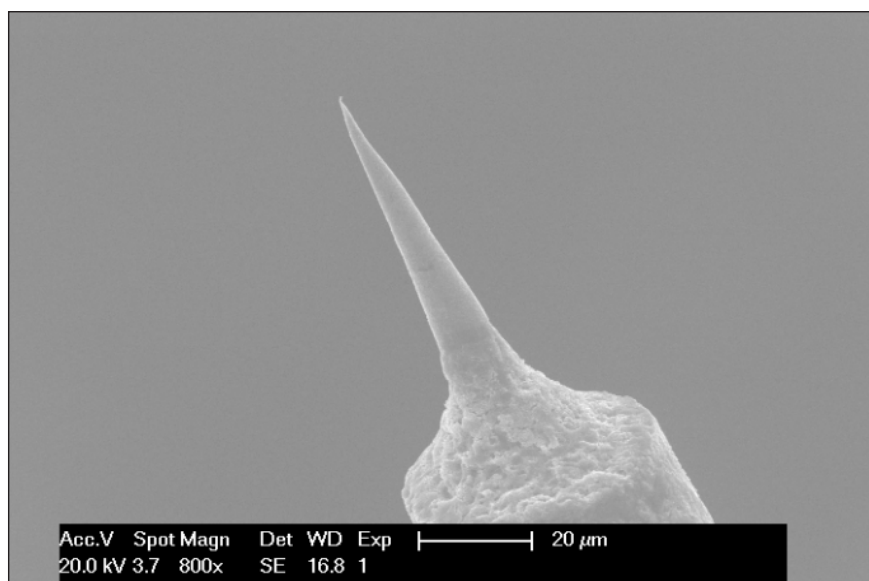
drugi del na vrhu Z-osi manipulatorja in vsebuje dvostopenjski Peltierjev element, hladilnik ter stekleno odlagalno površino (glej *sliki 2 in 3*). Oba Peltierjeva elementa sta hlajena na vroči strani s hladilnikoma sekundarnega hladilnega kroga. Temperatura vode v sekundarnem hladilnem krogu se ves čas vzdržuje

z regulatorjem primarnega hladilnega kroga na ok.  $2-3 \text{ }^\circ\text{C}$ . PID-regulatorja temperature pa hladno stran Peltierjevih elementov regulirata na temperaturo od  $-40 \text{ }^\circ\text{C}$  do  $+40 \text{ }^\circ\text{C}$  na  $1 \text{ }^\circ\text{C}$  natančno. Natančno in hitro nastavljena temperatura Peltierjevih elementov je bistven parameter obeh enoprstih postopkov prijemanja (osnovanega na van der Waalsovi ali kapilarni sili), ki omogoča kvalitetno in učinkovito delovanje obeh enoprstih prijemal.

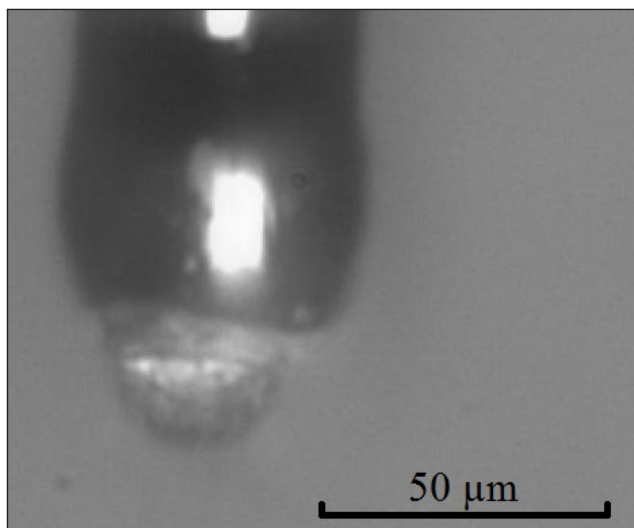
### 2.3 Izdelava enoprstih prijemal

Enoprsto prijemalo je izdelano iz zlata žičke s premerom  $50 \text{ }\mu\text{m}$ . Zlata žička je bila uporabljena zato, ker ima zelo velik koeficient toplotne prevodnosti ( $318 \text{ W/mK}$ ) in ne korodira.

Zlata žička enoprstega prijemala, osnovanega na van der Waalsovi sili, ima na spodnjem koncu ostro konico. Konica se izdelava s postopkom elektrokemičnega jedkanja, opisanega v [15]. Raztopina, ki se uporabi za jedkanje konic iz zlata, je v razmerju solna kislina : vodikov peroksid : destilirana voda ( $3 : 1 : 1,5$ ). Žička iz zlata je objeta z raztopino v obliki membrane, ki z vseh strani s časom najeda površino žičke. Dinamika jedkanja je odvisna od raztopine, velikosti toka, čistosti mate-



**Slika 4.** Ostra konica s premerom sto nanometrov, izdelana iz zlata žičke s premerom  $50 \text{ }\mu\text{m}$  in slikana z elektronskim mikroskopom (SEM)



**Slika 5.** Na spodnji konec zlata žičke prilepljena steklena kroglica

rialov, temperature itd. Jedkanje je nadzorovano in poteka nekaj minut, dokler spodnji del jedkane žičke ne odpade. Končni premer konice lahko znaša od le nekaj sto nanometrov do nekaj mikrometrov. Bolj kot je konica prijemala ostra, lažje je odlaganje mikroobjektov. Konico je potrebno pred vpetjem preveriti z elektronskim mikroskopom (SEM). Primer dobro jedkane konice, za enoprsto prijemalo, osnovano na van der Waalsovi sili, je na *sliki 4*.

V primeru izdelave konice za prenašanje mikroobjektov s kapilarno silo je potrebno na ravno odrezan del zlata žičke prilepiti stekleno ali polistirensko mikrokroglico ustreznih dimenzij (premera 20–30  $\mu\text{m}$ ). Zlata žička se z zgornjim delom pritrdi na Peltierjev element na vrhu X/Y-manipulatorja, spodnji odrezani konec žičke pa se potopi v kapljico lepila na stekleni odlagalni površini. Pri tem ostane na spodnjem delu žičke del lepila, v katero nalepimo mikrokroglico. Pritrditev je odvisna od materiala in vrste lepila. Uporabimo dvokomponentno lepilo za polistirenske kroglice ali UV-lepilo za steklene kroglice. Primer prilepljene steklene kroglice na zlato žičko prikazuje *slika 5*.

## ■ 2.4 Mikroobjekti

Pri delu smo uporabili steklene ( $\text{SiO}_2$ ) kroglice (amorfná struktura) s premerom 2–10  $\mu\text{m}$ , 10–30

$\mu\text{m}$  in 50–100  $\mu\text{m}$  proizvajalca PolySciences, Inc. (Warminster, PA, ZDA). Polistirenske kroglice premera 30–40  $\mu\text{m}$  je proizvedel Kisker Biotech GmbH & Co. KG (Steinfurt, Nemčija). Prijemalo je narejeno iz zlata žičke (Premium 99,995%) s premerom 50  $\mu\text{m}$ , proizvajalec Alfa Aesar GmbH & Co. KG (Karlsruhe, Nemčija).

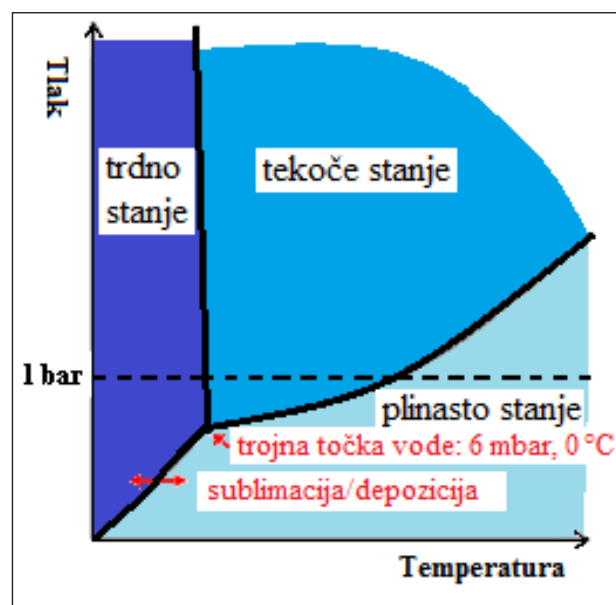
## ■ 3 Prenašanje mikroobjektov z enoprstim prijemalom

Mikroobjekte je možno prenašati z enoprstim prijemalom na osnovi van der Waalsove sile ali kapilarne sile ter jih sestaviti v mikrostrukturo. Pri tem med mikroobjekti, prijemalom, stekleno odlagalno površino in okolico nastopajo sile z različnimi vplivi glede na geometrijo mikroobjektov, strukturo in površino materialov, elektrokemijske vezi, atmosfero, čistost itd.

### ■ 3.1 Enoprsto prijemalo, osnovano na van der Waalsovi sili

Enoprsto prijemalo na osnovi van der Waalsove sile izkorišča privlačno silo, ki nastane med molekulami različnih materialov, ki so zelo blizu (do razdalje 100 nm) ali v kontaktu. Različni pari materialov, ki nastopajo v kontaktu, imajo različne t.i. Hamakerjeve konstante, ki vplivajo na velikost privlačne sile. Tako je privlačna sila idealnega stika zlata in stekla

v vakuumu večja kot stekla in ledu, stekla in stekla itd. Zaradi različnih kristalnih struktur, nano- in mikrohrapavosti in deformacij površine materialov je pomembno poznavanje kvalitete stika. Že želimo vplivati (povečati/zmanjšati) na privlačno silo med materiali, je pri enaki Hamakerjevi konstanti potrebno povečati/zmanjšati stično površino oziroma količino stikov. To lahko izvedemo s povečanjem površine ledu na prijemalu (jedkana zlata žička). Za tvorjenje in spreminjanje površine ledu na prijemalu je uporabljen znan princip fizikalnega učinka  $\text{H}_2\text{O}$  depozicije ali sublimacije pod t. i. trojno točko v diagramu vode pritisk/temperatura (6 mbar, 0  $^{\circ}\text{C}$ ) [6] (glej *slika 6*). Sublimacija je fizikalni proces, pri katerem se trdni material spremeni v plinastega ob dodajanju toplotne energije brez vmesne tekočinske faze; pri obratnem procesu depozicije pa se material iz plinastega stanja spreminja v trdno stanje, spet brez vmesnega kapljevinastega stanja. Glede na ta učinek se depozicija kristala  $\text{H}_2\text{O}$  (ledu) prične, ko je pritisk hlapov  $\text{H}_2\text{O}$  okoli konice prijemala manjši od 6 mbar in temperatura konice prijemala manjša od 0  $^{\circ}\text{C}$ . Velja tudi obratno: če se temperatura konice nekoliko poveča čez 0  $^{\circ}\text{C}$ , kristal  $\text{H}_2\text{O}$  na konici sublimira v hlapo. Hitrost rasti kristalne plasti  $\text{H}_2\text{O}$  okoli konice enoprstega prijemala lahko krmilimo z natančno nastavljenimi vrednostmi pritiska in

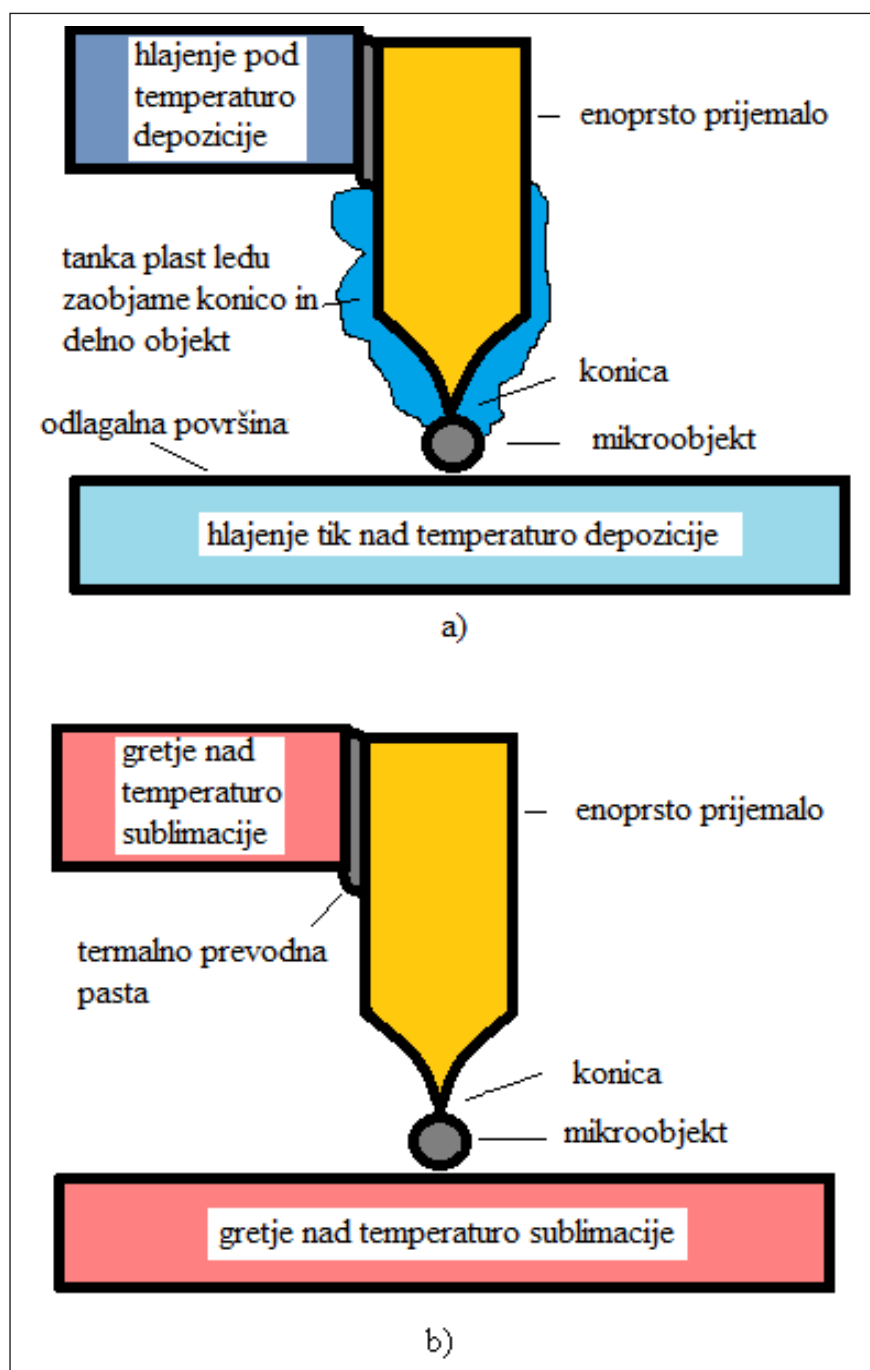


**Slika 6.** Fazni diagram  $\text{H}_2\text{O}$

temperature v vakuumski posodi od debeline plasti kristala nič do nekaj nm ali pa nekaj  $\mu\text{m}$  v samo 4–6 sekundah. Seveda velja, če je plast kristala  $\text{H}_2\text{O}$  tanjša, tedaj je za rast kristala potreben krajši čas. Slika 7 a prikazuje konec depozijskega procesa, ko je kontaktna površina med konico, obloženo z ledom, in objektom večja od kontaktne površine med objektom in odlagalno površino. Zaradi tega je van der Waalova sila med prijemalom, obloženim z ledom, in objektom večja od van

der Waalove sile med objektom in odlagalno površino in je prijemanje objekta na prijemalo izvedljivo.

Slika 7 b pa kaže sublimacijsko fazo, v kateri je objekt odložen s konice enoprstega prijemala na odlagalno površino. V tem primeru je van der Waalova sila med odlagalno površino in objektom večja od van der Waalove sile med objektom in ostro konico enoprstega prijemala, zato je odlaganje objekta na odlagalno površino izvedljivo.



Slika 7. a) prijemanje in b) aktivno odlaganje objekta s postopkom depozicije/sublimacije

### 3.2 Enoprsto prijemalo, osnovano na kapilarni sili

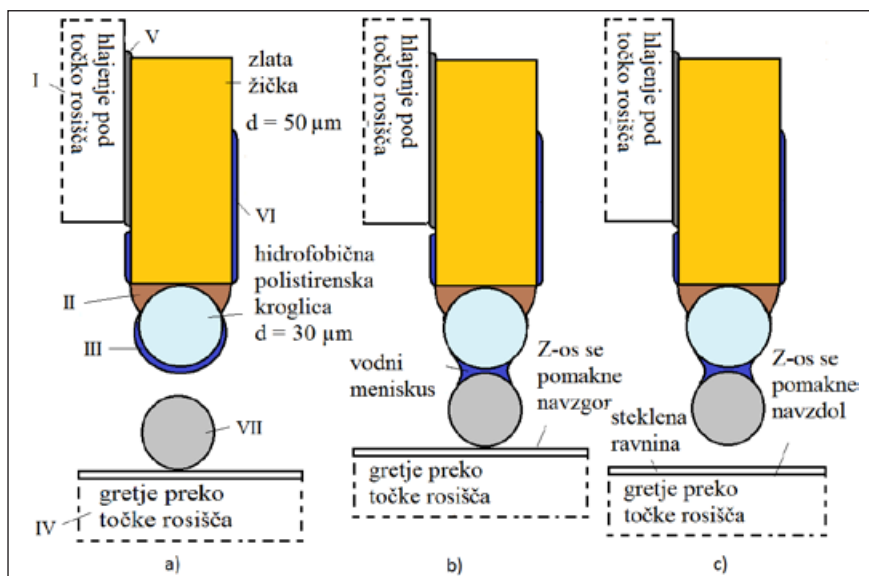
Uporaba kapilarne sile pod nadzorovanimi okoljskimi vplivi omogoča natančno in zanesljivo prenašanje mikroobjektov. Velikost kapilarne sile med tekočino in objekti določajo lastnosti tekočine (viskoznost, površinska napetost), okoljski parametri (temperatura, relativna vlažnost in tlak), površina objektov, določena z geometrijo (polmer ukrivljenosti, dimenzij in hrapavost), in elektrokemijski vplivi (elektrostatični naboj, kot meniskusa v stiku objektov). S pomočjo spremembe površine in temperature (vlage) je mogoče velikost meniskusa in kapilarne sile spreminjati ter posledično vplivati na postopek prijemanja oz. odlaganja mikroobjektov.

#### Postopek prijemanja in odlaganja s kapilarno silo

Postopek prijemanja in odlaganja s kapilarno silo deluje na podlagi ustvarjenega tankega sloja kondenzirane vode iz okolice na površini objektov pri tlaku 1 bar. Sloj vode se s pomočjo temperature nadzorovano tvori med mikroobjekti in konico enoprstega prijemala ali med mikroobjekti in stekleno odlagalno površino. Sloj vode se kondenzira v 1–2 s za predmete s premerom 10–50  $\mu\text{m}$ , potem ko se temperatura objekta zniža pod temperaturo rosišča v vakuumski posodi. Temperatura rosišča vode je med 10–20 °C pri normalnem atmosferskem tlaku 1 bar in pri relativni vlažnosti 30–60 %.

Pred postopkom prenašanja mikroobjektov s kapilarno silo je potrebno določiti točko rosišča v vakuumski posodi, saj se ta zaradi okoljskih vplivov (temperatura, vlaga) in dolžine konice spreminja. Običajno je temperaturo rosišča potrebno določiti enkrat dnevno. Postopek določitve poteka tako, da po korakih zmanjšujemo temperaturo konice oziroma odlagalne površine (spodnja steklena površina), dokler ne dosežemo zanesljivega prijemanja/odlaganja mikroobjektov. Pred prijemanjem/odlaganjem sta tempera-





**Slika 8.** Postopek prijemanja s pomočjo kapilarne sile. Opombe: I – Peltierjev element na vrhu X/Y-manipulatorja, II – hidrofobno lepilo, III – tanka plast kondenzirane vode na konici, IV – Peltierjev element na Z-osi, V – termalno prevodna pasta, VI – tanka plast kondenzirane vode, VII – mikroobjekt

turi konice in površine za prijemanje oziroma odlaganje običajno podobni. Če torej želimo objekt prijeti, je potrebno konico ohladiti na temperaturo pod temperaturo rosišča, odlagalno površino in s tem mikroobjekt pa segreti nad temperaturo rosišča. Obratno velja za odlaganje.

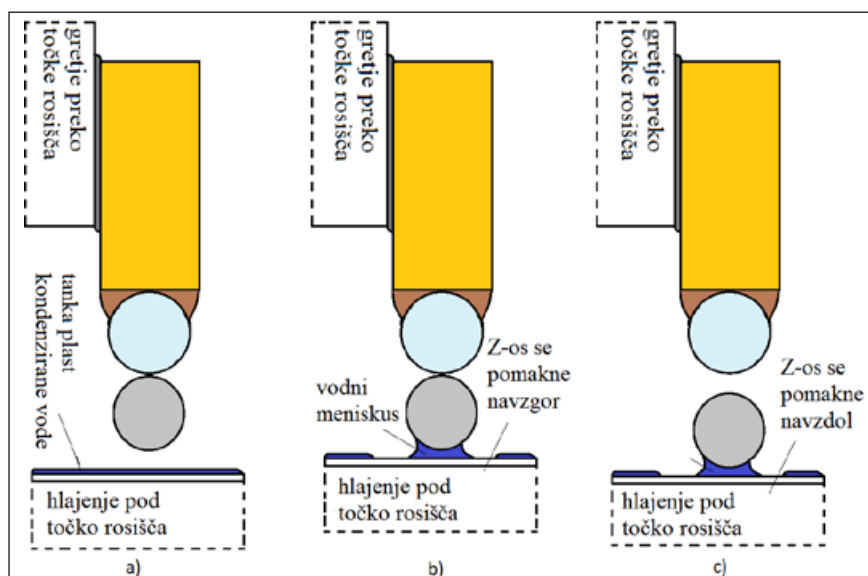
Postopek prijemanja je opisan v naslednjih korakih:

- Temperatura konice (Peltierjev element na vrhu X/Y-manipulatorja) se zniža pod temperaturo rosišča. To ustvari tanko plast kondenzirane vode na prijemalu in konici (kroglica) v približno 2–3 sekundah (slika 8 a).
- Konica s tanko plastjo vode se premakne nad mikroobjekt in se ga s konico dotakne. To povzroči tvorbo meniskusa vode in kapilarno silo med konico in mikroobjektom (slika 8 b). Spodnjo stran objekta (steklena odlagalna površina) smo segreti (Peltierjev element na Z-osi) do temperature, ki je nekoliko višja od rosišča, dokler voda pod mikroobjektom ne izhlapi in ostane le van der Waalsova sila med mikroobjektom in spodnjo stekleno odlagalno površino.
- Kapilarna sila med mikroobjektom in konico je tako večja od van der Waalsove sile med stekleno odlagalno površino in

mikroobjektom. To omogoča zanesljivo prijetje mikroobjekta na konico med premikom Z-osi navzdol (slika 8 c).

Postopek odlaganja je opisan v naslednjih korakih:

- Temperatura konice (Peltierjev element na vrhu X/Y-manipulatorja) se poveča tako, da je temperatura konice prijemala nad temperaturo rosišča. Voda meniskusa izhlapi v času 2–3 sekunde (slika 9 a). Pri tem ostane edina privlačna sila med mikroobjektom in konico le van der Waalsova sila.

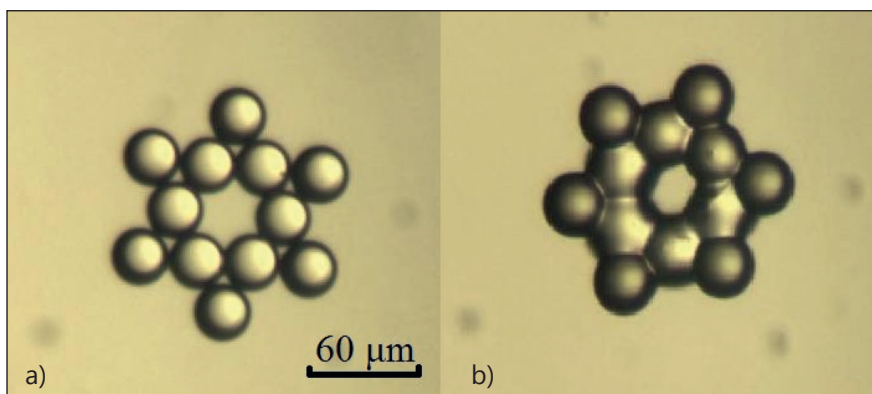


**Slika 9.** Postopek odlaganja s pomočjo kapilarne sile

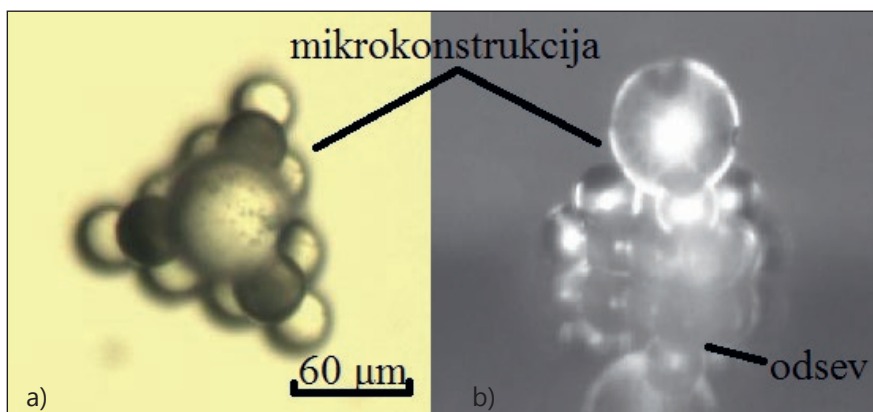
- Temperatura steklene odlagalne površine (Peltierjev element na vrhu Z-osi) se zmanjša pod temperaturo točke rosišča v času 2–3 sekunde, kar povzroči tvorbo tankega sloja kondenzirane vode iz okoliškega zraka pri tlaku 1 bar. Stekleno odlagalno površino s slojem vode premaknemo pod mikroobjekt. Nato z Z-oso dvigujemo odlagalno površino, dokler se z odlagalno površino rahlo ne dotaknemo objekta, prijetega na konici. Ob stiku objekta in odlagalne površine se takoj ustvari meniskus vode med mikroobjektom in stekleno odlagalno površino (slika 9 b).
- Nato se steklena odlagalna površina (Z-os) premakne navzdol in mikroobjekt ostane na površini odlagalnega stekla (slika 9 c), ker je kapilarna sila med stekleno odlagalno površino in mikroobjektom večja kot van der Waalsova sila med konico prijemala in mikroobjektom.

#### ■ 4 Primeri uporabe

V okviru razvoja enoprstega prijemala smo preizkušali postopka prijemanja/odlaganja z van der Waalsovo in kapilarno silo ter kombinacije obeh. Prenasjanje objektov večinoma ni bilo problematično pri nobeni metodi, razen v primeru nečistoč, površinskih deformacij mikroobjektov ali nepredvidljivih vplivov (parazitna elektrostatika).



**Slika 10.** Zobnik premera 150 µm, zgrajen iz polistirenskih kroglic premera 30 µm s pomočjo enoprstega prijemala na osnovi kapilarne sile



**Slika 11.** Podnožje v dveh plasteh, zgrajeno iz polistirenskih kroglic premera 30 µm, na katerem leži steklena kroglica s premerom 60 µm, narejeno z enoprstim prijemalom na osnovi van der Waalsove sile: a) pogled od zgoraj; b) pogled od strani.

Običajno smo gradili mikrostrukture iz polistirenskih kroglic, ki so bile po končni gradnji sintrane v mikropeči. Postopek sintranja poteka 6–7 minut pri temperaturi zraka 190 °C. Občasno lahko nehomogeno temperaturno polje v notranjosti peči povzroči lokalno pregrevanje/podhlajevanje mikroobjekta in material je lahko preveč ali premalo sprjet. Nekaj aplikacij sestavljanja 3D-mikrostruktur je prikazanih na slikah 10, 11 in 12.

Zobniški prenosi so zanimivi za izdelavo mikrostrojev. Mikrostruktura zobnika in os kot elementa mehanskih prenosov omogočata gradnjo zahtevnih miniaturnih sistemov. Slika 10 a prikazuje zobnik, sestavljen s pomočjo prijemala, osnovanega na kapilarni sili, in primer sintranja zobnika na sliki 10 b.

Za potrebe testiranja trdnosti podpornih mikrokonstrukcij smo zgradili tristrano podnožje iz 13 poli-

stirenskih kroglic, ki nosi veliko stekleno kroglico. Učinek kapilarne sile se uporablja tudi za poravnavo in stabilizacijo kroglic (Slika 11) v isti plasti med gradnjo, saj voda veže kroglice med sabo.

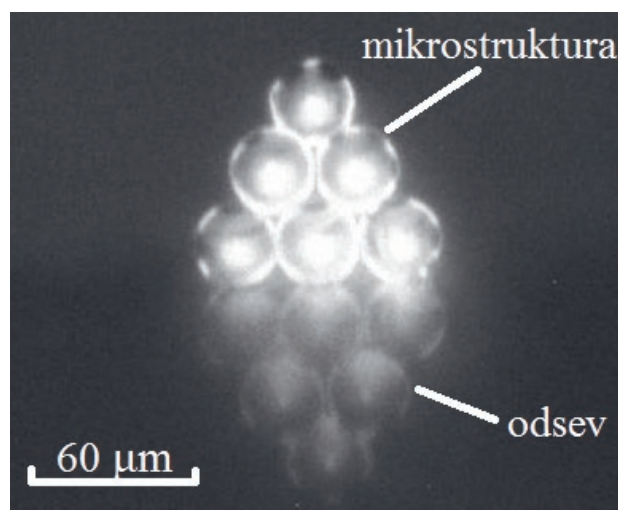
Primer gradnje v višino je na sliki 12, kjer je pokončni trikotnik sestavljen s prijemalom, osnovanim na kapilarni sili. Gradnja v višino brez vmesnega sintranja plasti je zaradi vodnih spojev v praksi izvedljiva le za nekaj nivojev. V tem primeru je potrebno uporabiti prijemalo in postopek, osnovan na van der Waalsovi sili, saj je privlačna sila zaradi Hama-

kerjeve konstante med materiali v vakuumu večja kot v vodi.

## ■ 5 Zaključek

Članek prikazuje načrtovanje in zgradbo nanoprecizne robotske celice in delovanje dveh enoprstih prijemal (enoprsto prijemalo, osnovano na van der Waalsovi sili ali kapilarni sili) mikroobjektov. Obe prijemali sta plod originalnega raziskovalnega dela v Laboratoriju za kognitivne sisteme v mehatroniki na Univerzi v Mariboru. Razloženi so osnovni problemi prijemanja in odlaganja mikroobjektov z dimenzijami med 1–100 µm. V nekajletni praksi laboratorijskega prenašanja mikroobjektov in gradnje mikrostruktur iz teh objektov se je pokazalo, da imata obe v članku predstavljeni prijemali bistvene prednosti pred primerjanimi prijemali, kot so dvoprsta ali pnevmatska prijemala za mikroobjekte, ki uporabljajo gravitacijsko silo ali inercialno silo za odlaganje objekta.

Prednost van der Waalsove sile je v možnosti gradnje v višino, saj ostajajo spodnji sloji trdni, pri kapilarni sili pa zaradi vodnih meniskusov niso. Prednost prijemala, osnovanega na kapilarni sili, pa je v hitrosti, saj je tvorba tankega sloja vode pri atmosferskem tlaku 1 bar hitrejša kot tvorba ledu na konici prijemala (postopek, osnovan na van der Waalsovi sili) pri tlaku 100 µbar.



**Slika 12.** Pokončni trikotnik iz polistirenskih kroglic dimenzije 30 µm, narejen z enoprstim prijemalom, osnovanim na kapilarni sili

## Literatura

- [1] Eigler Donald, M. in Schweizer, E. K. 1990 Positioning single atoms with scanning tunnelling microscope, *Nature*, št. 344, str. 524–526.
- [2] Custance, Oscar et al. 2009. Atomic force microscopy as a tool for atom manipulation, *Nature nanotechnology*, št. 4, str. 803–810.
- [3] Fukuda, Toshio et al. 2003. Assembly of nanodevices with carbon nanotubes through nanorobotic manipulations, *Proc. of the IEEE, Special Issue on Nanoelectronics and Nanoprocessing*, št. 91, pp. 1803–1818.
- [4] Wich, Thomas in Huslen, Helge. 2008. Robot-based Automated Nanohandling. In Fatikow, S., Editor, *Automated Nanohandling by Microrobots*, Springer-Verlag, str. 23–54.
- [5] Weir, Nathan A., et al. 2005. Review of Research in the Field of Nanorobotics, Sandia report, SAND2005-6808.
- [6] Dejeu, Jerome et al. 2011. Adhesion Control for Micro- and Nanomanipulation, *ACS Nano*, št. 5, str. 4648–4657.
- [7] Lambert, Pierre. 2007. *Capillary Forces in Microassembly*, Springer, str. 121.
- [8] López-Walle, Beatriz et al. 2010. Dynamic modelling for a submerged freeze microgripper using thermal networks, *J. Micromech. Microeng.*, št. 20, str. 237–246.
- [9] Liu, Jing et al. 2004. Freeze tweezer to manipulate mini/micro objects, *J. Micromech. Microeng.*, št. 14, str. 269–276.
- [10] Fan, Zenghua et al. 2015. A single-probe capillary microgripper induced by dropwise condensation and inertial release, *J. Micromech. Microeng.*, št. 25, 115011.
- [11] Fan, Zenghua et al. 2015. Dropwise condensation on a hydrophobic probe-tip for manipulating micro-objects, *Appl. Phys. Lett.*, št. 106, 084105.
- [12] Rong, Weibin et al. 2014. A vacuum microgripping tool with integrated vibration releasing capability, *Rev. Scient. Instr.*, št. 85, 085002.
- [13] Šafarič, Riko in Lukman, David. 2014. One-finger gripper based on the variable van der Waals force used for a single nano/micro-sized object, *J. Micromech. Microeng.*, št. 24, 085012.
- [14] Škorc, Gregor in Šafarič, Riko. 2012. Adaptive Positioning Of MemS Production System With Nano-Resolution, *Intell. Autom. Soft Comp.*, št. 18, str. 381–398.
- [15] Kulawik, M, et al. 2003. A double lamellae dropoff etching procedure for tungsten tips attached to tuning fork atomic force microscopy/scanning tunneling microscopy sensors, *Review of Scientific Instruments*, št. 74, str. 1027–1030.
- [16] Sears, Mark W. in Zemansky, Francis W. 1963. *University Physics, Third Edition-Complete*, Addison-Wesley Publishing Company, Hannover and New York, str. 398–401.

## Building of microstructure with nano-precision robot cell

**Abstract:** A development and a structure of a nano-precision robot cell with positional accuracy of a robot tip  $\pm 3,9$  nm in a positional open-loop, or  $\pm 61$  nm in a positional closed-loop is presented. Used piezo-electric motors provides the volume of the robot work space of  $1,5$  cm<sup>3</sup>. Two different procedures of gripping, transferring and releasing of micro-objects (spherical glass or polystyrene objects with diameter between  $1$ – $100$   $\mu$ m) are presented: one-finger gripper based on van der Waals force and one-finger gripper based on capillary force. Applications of building simpler microstructures (an up-right triangle and 3D pyramid) and more complicated building of micro-structure – gear wheel with diameter of  $150$   $\mu$ m are shown.

**Keywords:** nano-precision robot, microstructures assembly and building, grippers for microobjects



NEPOGREŠLJIV  
VIR INFORMACIJ  
ZA STROKO

VSAKA DVA  
MESECA NA VEČ  
KOT 240 STRANEH

UGODNOSTI ZA  
NAROČNIKE REVIJE

PROIZVODNJA IN LOGISTIKA · ORODJARSTVO IN STROJEGRADNJA  
NEKOVINE · SPAJANJE, MATERIALI IN TEHNOLOGIJE  
NAPREDNE TEHNOLOGIJE · VZDRŽEVANJE IN TEHNIČNA DIAGNOSTIKA



# Dvoosni krmilnik za hitro eksperimentiranje v robotskih aplikacijah

Milan ČURKOVIČ, Rok PUČKO, Mitja GOLOB, Aleš HACE

**Izvleček:** Predstavljeni dvoosni krmilnik omogoča poenostavljeno in hitro izvajanje laboratorijskih eksperimentov v robotskih in podobnih aplikacijah. Krmilnik je zasnovan na zmogljivem DSP-procesorju TMS320F28335, ki je sicer namenjen za vodenje servomotorjev. Pri snovanju in implementaciji algoritmov vodenja lahko uporabljamo računanje s plavajočo vejico, programiramo pa ga lahko kar v okolju Matlab/Simulink. Elektronsko vezje krmilnika je zasnovano tako, da omogoča robustno delovanje krmilnika tudi v industrijskih razmerah. Funkcionalna razširitev krmilnika je možna z notranjimi komunikacijskimi vmesniki. Krmilnik smo uporabili v okviru evropskega projekta FP7 HYPSTAIR za napredni HMI s haptičnim vmesnikom za manjše hibridno električno letalo.

**Ključne besede:** vodenje robota, haptični vmesniki, vodenje sile, hitra izvedba algoritmov vodenja

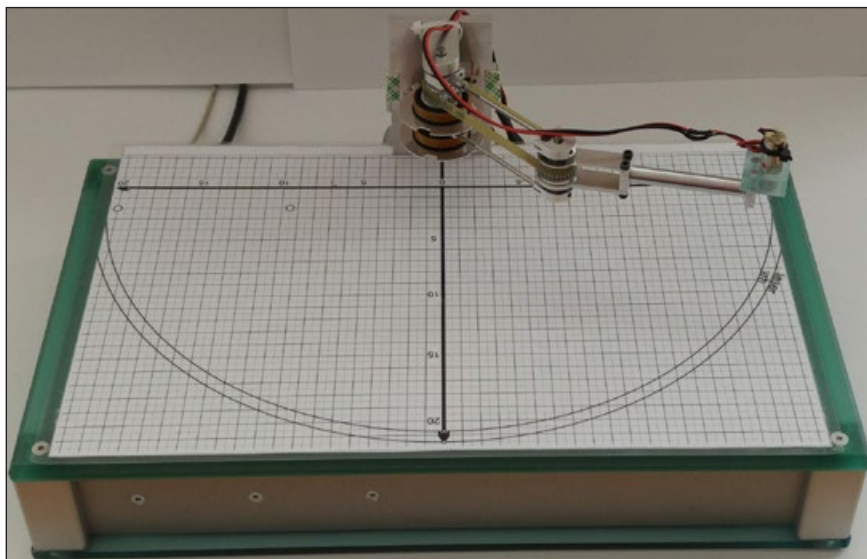
## 1 Uvod

Sistemi vodenja postajajo vse kompleksnejši, ker se zahteve glede vodenja vedno bolj zaostrejo. Po drugi strani tem zahtevam sledijo tudi mikrokrmilniki in digitalni signalni procesorji – DSP [1]. Postajajo vse zmogljivejši tako po moči procesorja in po kompleksnosti dodatnih enot. Izstopajo aritmetična enota za računanje s plavajočo vejico in periferni vmesniki, kot so pulznoširinski modulatorji, merilniki položaja in hitrosti s položajnim kodirnikom, različni komunikacijski kanali in drugo.

Z nižanjem cen mikrokrmilnikov se širi področje uporabe teh sistemov. Izrazita je tudi zahteva po skrajšanju časa razvoja izdelka in

s tem po hitrejšem prihodu na trg, kar pa se ne sklada s povečanjem kompleksnosti programske opreme. Povečano kompleksnost programske opreme obvladujemo z uporabo visoko nivojskega razvojnega okolja in s temu okolju prilagojenimi prevajalniki oziroma generatorji kode [2], [3]. Model simulacije uporabimo za avtomatsko generiranje kode za vgrajen procesor, ki deluje v re-

alnem času. Tak pristop odpravlja komunikacijo systemskega inženirja po systemskih specifikacijah s programskim inženirjem, ki potem po teh specifikacijah pripravi programsko opremo [4]. Seveda je posledica nenatančnosti v specifikacijah oziroma napačno razumevanje programskega inženirja nepravilno delovanje takega sistema. Pri na modelih osnovanem programiranju izvede kompleten



Slika 1. Laboratorijski mehanizem SCARA

Dr. Milan Čurkovič, univ. dipl. inž.,  
Rok Pučko, dipl. inž., Mitja Golob,  
izr. prof. dr. Aleš Hace, univ. dipl. inž.,  
vsi Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko,  
računalništvo in informatiko

postopek sistemski inženir, koda se generira avtomatsko, kot dokumentacija pa služi model sistema. Velika prednost takega pristopa je možnost uporabe že izdelanih, tudi že certificiranih modelov.

V nadaljevanju bomo predstavili zgradbo namenskega dvoosnega krmilnika [5]. Njegova tipična robotska aplikacija, tj. vodenje preprostega dvoosnega mehanizma SCARA, je prikazana na *sliki 1*. Sestavne enote našega dvoosnega krmilnika in način sestavljanja programskih aplikacij za krmilnik bomo prikazali na primeru haptične pogonske ročice [6], [7] in [8]. Ta primer je samo enoosni, vendar smo ga izbrali zaradi enostavnosti in s tem preglednosti. Sama aplikacija je podrobno opisana v [9]. Na koncu bo nakazana aplikacija na dvoosnem sistemu za upravljanje letala.

oscilator, vezje za zagon in vezje za nastavitev obnašanja DSP ob zagonu. Uporaba mikrokrmilnika z vgrajeno procesno enoto, pomnilnikom in perifernimi enotami bistveno zmanjša zahtevnost izdelave tiskanega vezja in s tem tudi vpliv zunanjih motenj.

Ključne lastnosti TMS320F28335 pri izbiri:

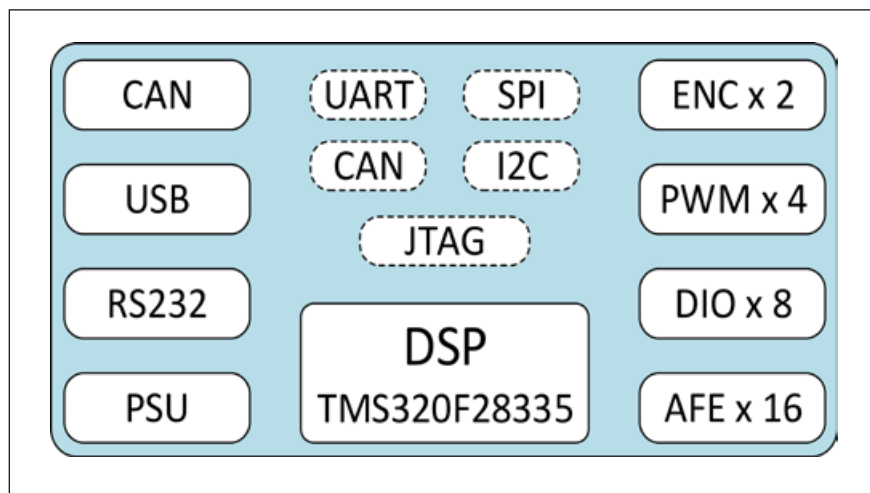
- delovna frekvenca 150 MHz,
- enota za izvajanje 32-bitnih operacij s plavajočo vejico (IEEE754 Single Precision FPU),
- pomnilnik 68 kB RAM, 512 kB FLASH,
- 18 izhodov PWM (od tega 6 HRPWM z resolucijo 150 ps),
- vmesnik za dva inkrementalna kodirnika položaja,
- komunikacijski vmesniki: 2 x CAN, 3 x SCI (UART), SPI, I2C,
- 12-bitni ADC, 16 kanalov, 80 ns, 2 x S/H,

## ■ 2.2 Napajanje in galvanske ločitve

Galvanska ločitev mikrokrmilnika preprečuje vpliv zunanjih motenj. Analogni vhodi sicer niso galvansko ločeni, uporabljamo pa nastavljivo diferenčno vhodno stopnjo. Napajalno napetost lahko spreminjamo v širokem območju. Poraba je odvisna od števila in vrste prikljupljenih enot. Za zmanjšanje motenj v analognih signalih analogne vhodne stopnje napajamo izolirano. Galvansko ločene enote zahtevajo tudi zunanje napajanje, pri enostavnejših aplikacijah lahko uporabimo neizoliran notranji napajalnik.

## ■ 2.3 Analogni vhodi

ADC-modul mikrokrmilnika ima na vhodu dva osemkanalna multiplekserja s po enim zadrževalnikom sample/hold. Zasnova omogoča sočasni zajem vzorcev na obeh kanalih in nato zaporedno analogno digitalno pretvorbo. 12-bitni ADC potrebuje za pretvorbo 80 ns. Modul vsebuje tudi posebno vezje, ki strojno izbira analogne vhode, starta posamezne ali več zaporednih pretvorb in zapiše rezultate pretvorb v ustrezne registre. Na *sliki 3* je prikazana blokovna shema analogne vhodne stopnje. Vhodne signale najprej filtriramo z nizkopasovnim filtrom prvega reda. Sledi nastavljiv diferenčni ojačevalnik, pri katerem izberemo ojačenje, zamik (offset) in lomno frekvenco filtra z vrednostmi uporabljenih pasivnih elementov. Ojačenje lahko nastavljamo v širokem območju. Zadnje nizkopasovno sito je neposredno pri vhodnem priključku DSP.



Slika 2. Blokovna shema krmilnika

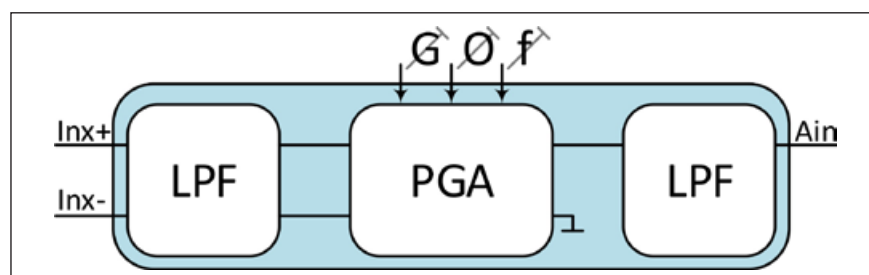
## ■ 2 Komponente sistema

Blokovno shemo krmilnika na *sliki 2* sestavljajo digitalni signalni procesor, komunikacijski in vhodno-izhodni vmesniki ter napajalna enota. Vhodno-izhodni vmesniki in napajalna enota so galvansko ločeni.

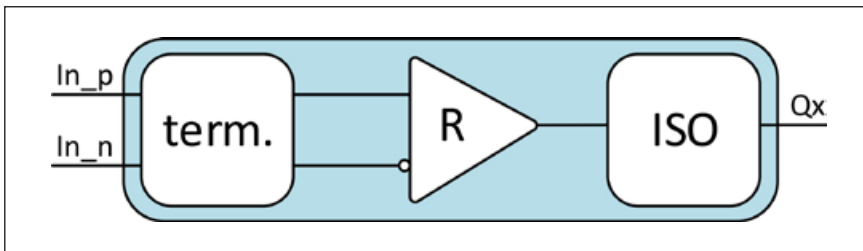
### ■ 2.1 Digitalni signalni procesor – DSP

Procesorski modul sestavljajo Digitalni signalni procesor TMS320F28335 družine Delfino,

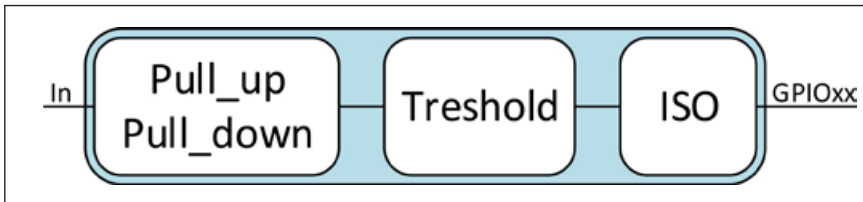
- sinhronizacija PWM in ADC in ključno
- podpora za generiranje izvršne kode iz modela Simulink s knjižnico perifernih enot DSP-ja [10].



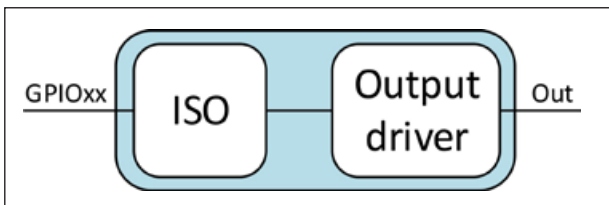
Slika 3. Analogna vhodna stopnja



Slika 4. Vhodna stopnja RS422 za inkrementalni kodirnik položaja



Slika 5. Digitalni vhodi



Slika 6. Digitalni izhodi

## ■ 2.4 Inkrementalni kodirniki položaja

Vhodni signali inkrementalnega kodirnika položaja na *sliki 4* se najprej zaključijo. S tem preprečimo odboj signalov na koncih linije in zmanjšajo motnje. Uporabljeno asimetrično vezje omogoča tudi neposreden priklop dajalnikov brez protifaznih signalov. Sledi RS422 sprejemnik in nato galvanska ločitev. Ker je sprejemno vezje galvansko ločeno, ga moramo napajati od zunaj. Pri tem nam je na voljo lokalna napetost, galvansko ločena od DSP, ni pa ločena od vhodnega napajanja.

## ■ 2.5 Digitalni vhodi

Posebnost logičnih vhodov je zelo široko območje vhodnih in napajalnih napetosti. Vezje deluje z logičnimi nivoji TTL kakor tudi s 24-voltnimi signali. Pri tem pa imamo možnost uporabe internega vezja pull-up ali pull-down. Pull-up vezje deluje samo pri 5-voltnih signalih, na višje napetosti pa zaradi diode ne vpliva. S tokovnim ponorom kot pull-down vezjem pokrijemo široko območje vhodnih napetosti,

pri tem pa se vhodni tok bistveno ne spreminja. Na *sliki 5* je blokovna shema izvedbe digitalnega vhoda, nivo preklopa nastavimo s stikali. Sledi galvanska ločitev.

## ■ 2.6 Digitalni izhodi

Tudi digitalni izhodi so galvansko ločeni. Podpirajo široko območje napajalnih napetosti od 5 V do 24 V. Dva izmed štirih izhodov sta hitra in omogočata prenos podatkov s hitrostjo do 10 Mbps. Oba logična nivoja izhodne stopnje sta aktivna. Druga dva izhoda sta počasnejša, vendar tokovno zmogljivejša. Hitrost prenosa je 100 bps, izhod pa je izveden kot

dvosmerno stikalo. Z mostičkoma lahko za vsak izhod izberemo pull-up ali pull-down način delovanja. Vsi izhodi so galvansko ločeni.

## ■ 2.7 Pulznoširinski modulator

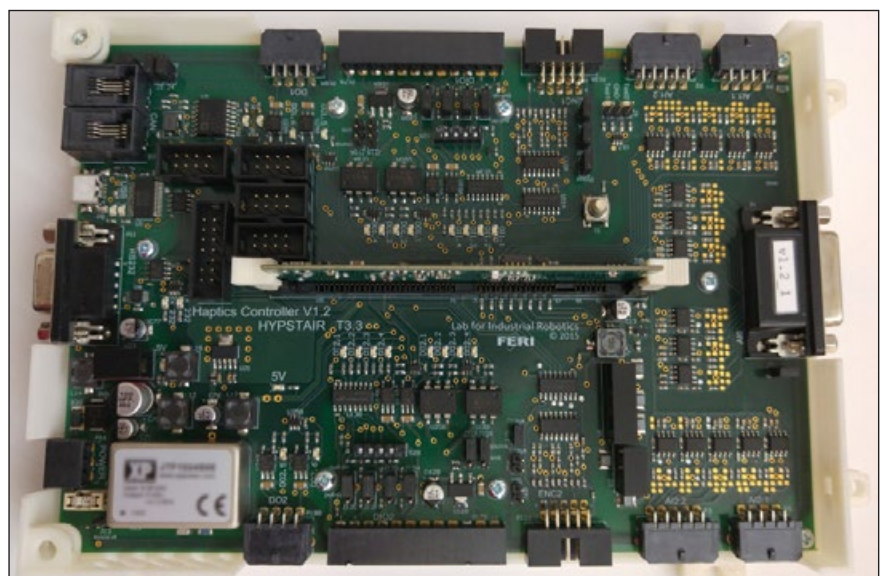
Mikrokrmilnik vsebuje posebno enoto PWM. Štirje izmed šestnajstih PWM-izhodov DSP so speljani na zunanje priključke. Vsi so galvansko ločeni, uporabljajo pa enako vezje in izhodni gonilnik kot hitri digitalni izhodi. Maksimalna frekvenca je 10 MHz in s tem zagotavlja nespremenjeno prevajalno razmerje (ang. Duty cycle) PWM-signalov. Območje izhodne napajalne napetosti je 5 V do 24 V.

## ■ 2.8 Komunikacijski vmesniki

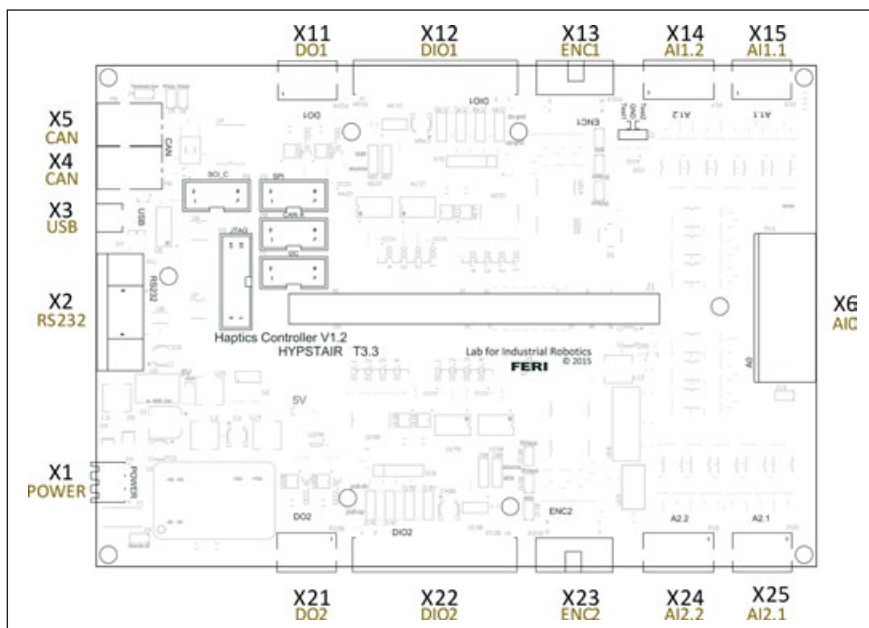
Povezava krmilnika z ostalimi napravami poteka s komunikacijskimi vmesniki. Tako sam DSP kot celoten krmilnik vsebujeta veliko komunikacijskih vmesnikov: SCI – RS232, SCI – USB in CAN. USB uporabljamo predvsem za povezavo z osebnim računalnikom za spremljanje in nadzor izvajanja aplikacije, RS232 in CAN pa za povezavo z ostalimi enotami. Vsi komunikacijski vmesniki so galvansko ločeni.

## ■ 2.9 Razširitveni priključki

Funkcije krmilnika lahko razširimo z dodatnim vezjem, priklopljenim na razširitvene priključke. Med dru-



Slika 7. Dvoosni krmilnik



Slika 8. Razporeditev priključkov dvoosnega krmilnika

gim lahko povečamo število merilnikov položaja. S posebno izvedbo merilnika, s katerim nadomestimo vključeno eQEP-enoto, zmanjšamo težave pri merjenju majhnih hitrosti v področju pod nekaj pulzov na merilni interval.

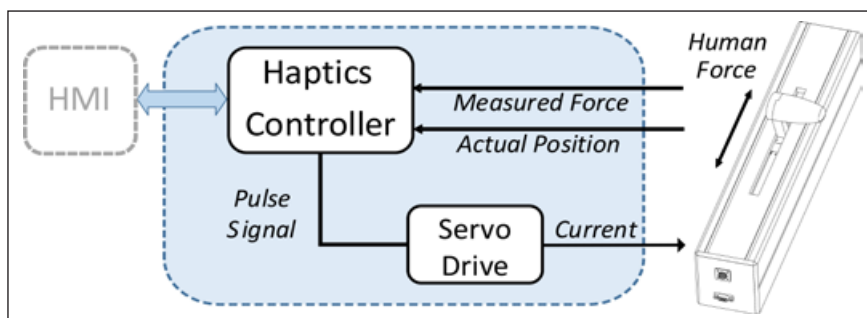
Na *sliki 7* je dvoosni krmilnik. Razvojno okolje za programsko opremo na osnovnem nivoju je Code Composer Studio (CCS), ki podpira programiranje v C-jeziku. CCS uporabljamo tudi pri delu v na modelih osnovanem visokonivojskem programiranju za prevajanje z generatorji kode ustvarjene kode C. Razporeditev priključkov krmilnika je podana na *sliki 8*.

### ■ 3 Hitra gradnja programske opreme

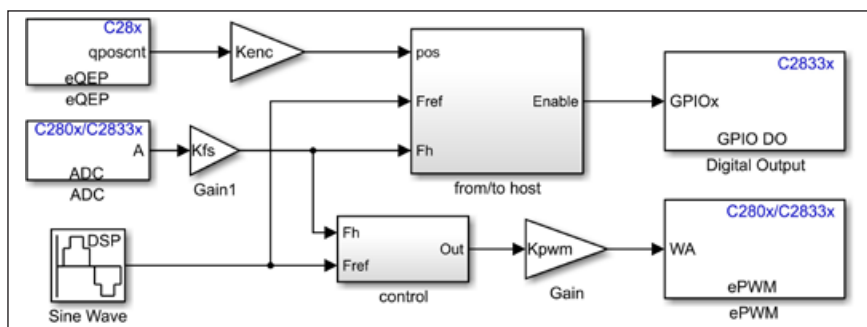
Hitra gradnja programske opreme (ang. Rapid Prototyping) za vodenje mehatronskih sistemov izhaja iz na modelih osnovanega pristopa k načrtovanju sistemov vodenja. Matlab/Simulink oziroma njuni odprtokodni izvedbi Octave/Scilab so vedno bolj razširjeni pri snovanju in testiranju delovanja različnih dinamičnih sistemov. Grafični uporabniški vmesnik je pregleden in enostaven za uporabo. Izdelan simulacijski model vodenja pretvori generator kode v izvršno kodo mikrokrmilnika oziroma DSP-ja in s tem opravi implementacijo.

### ■ 3.1 Sistem haptične pogonske ročice

Haptična pogonska ročica je vmesnik med človekom in strojem. Z velikostjo in obliko povratne sile pri premikanju ročice uporabniku sporoča različne informacije o stanju pogonskega sistema [9]. Sistem haptične pogonske ročice na *sliki 9* sestavljajo: haptični krmilnik, servopogon, haptična pogonska ročica in uporabniški vmesnik HMI. Aktuator



Slika 9. Haptična pogonska ročica

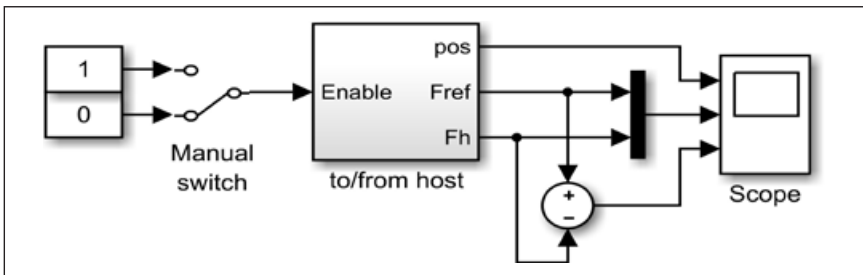


Slika 10. Testni model – Simulink

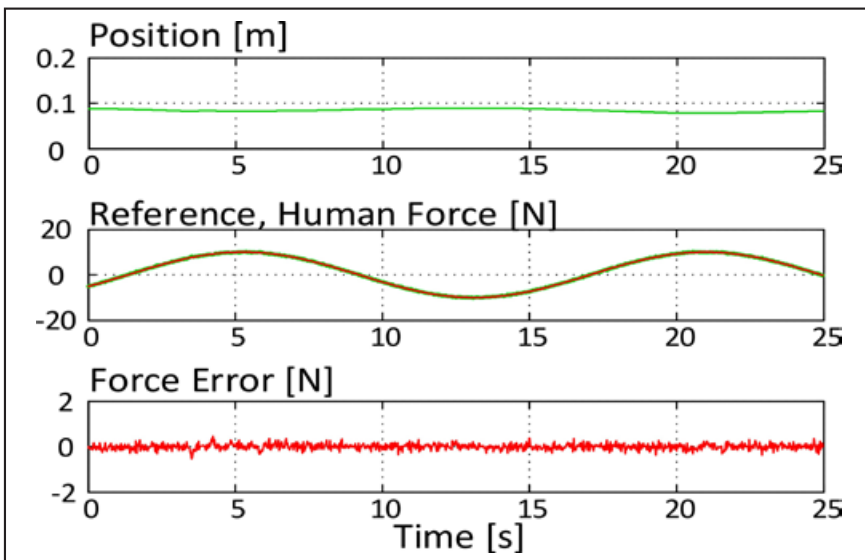
v pogonski ročici poganja zanj prirejen servopogon oziroma regulator toka. Na vhod za referenčni tok je priklopljen PWM-izhod krmilnika. Haptična pogonska ročica ima vgrajen senzor dejanske sile, s katero človek deluje na ročico in senzor položaja ročice.

Delovanje sistema smo preizkusili s sinusnim referenčnim signalom sile. Položaj ročice nastavljamo z roko, pri čemer se meri dejanska sila. Razliko med referenčno in dejansko silo vodimo na regulator sile, katerega izhod kot referenco toka posredujemo servopogonu. Na osebnem računalniku teče oddaljena aplikacija uporabniškega vmesnika, ki preko navideznega serijskega vmesnika na USB-vodilu sprejema podatke o položaju, referenčni in dejanski sili. Zaradi kratkega časa vzorčenja (100  $\mu$ s) in počasne komunikacije z uporabniškim vmesnikom na oddaljenem računalniku sprotni prenos vseh zajetih podatkov ni mogoč, zato jih shranjujemo v RAM-pomnilnik na DSP-ju in prenašamo na zahtevo.

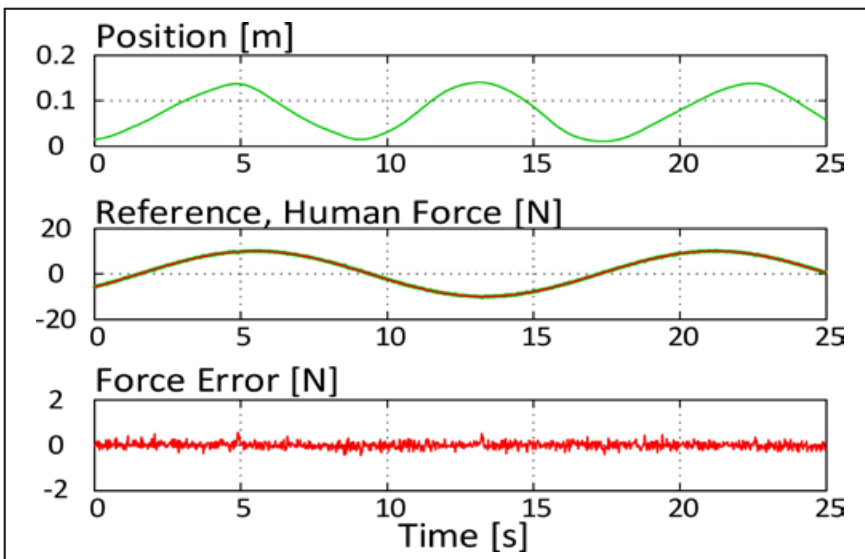
Na *sliki 10* je Matlab/Simulink model vodenja haptične pogonske ročice implementiran na haptičnem krmilniku. Povezava z oddaljeno aplikacijo je izvedena v podsistemu from/to host. Sprejema se signal



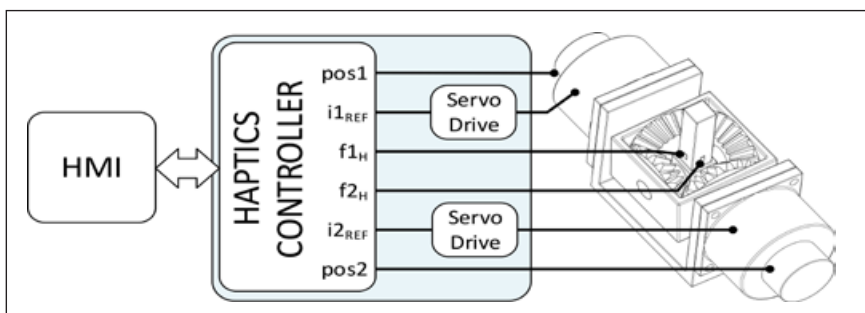
Slika 11. Aplikacija na oddaljenem računalniku



Slika 12. Regulacija sile pri mirujoči ročici



Slika 13. Regulacija sile pri gibajoči se ročici



Enable, ki omogoči močnostni ojačevalnik aktuatorja in s tem vodenje. Ko se Enable umakne, je izhodni ojačevalnik spet onemogočen, zajeti podatki pa se prenesejo na oddaljeni računalnik.

Uporabniški vmesnik na oddaljenem računalniku je predstavljen na sliki 11. Z ročnim stikalom omogočamo oziroma onemogočamo močnostni ojačevalnik aktuatorja. Po izklopu stikala se blok podatkov prenese in zapiše v delovni prostor Matlaba.

V nadaljevanju eksperimentalni rezultati prikazujejo odziv sistema na sinusno obliko referenčne sile ob interakciji s človekom. Na sliki 12 skuša človek držati ročico pri miru, na sliki 13 pa jo premika. V obeh primerih, ne glede na položaj ročice, regulator sile zagotavlja ustrezno sledenje dejanske sile referenčni.

Izvedeni aplikaciji služita le za potrjevanje delovanja strojne opreme. Opis uporabe eksperimentalnega sistema haptične pogonske ročice letala s hibridnim električnim pogonom je predstavljen v literaturi [9]. Opisani sistem je enoosni. Krmilnik pa omogoča tudi vodenje dvoosnih sistemov, ki pa so mehansko kompleksnejši. Na sliki 14 je primer dvoosnega sistema za vodenje letala (ang. Fly by Wire), primernega za vodenje s predstavljenim krmilnikom [11].

Dva motorja z dajalnikoma položaja sta povezana s prečnima zobnikoma, vzdolžna zobnika se prosto vrtita na svoji osi, povezani z ročico. Na ročici so prilepljeni merilni lističi za merjenje vzdolžne in prečne sile. Vrtenje obeh motorjev v isto smer pomeni premik ročice prečno, nasprotno vrtenje motorjev pa vzdolžno.

## 4 Zaključek

Dvoosni krmilnik poenostavlja razvoj in izvedbo krmiljenja različnih mehatronskih sistemov. Zmogljiv procesor, ki podpira računanje s plavajočo vejico, poenostavlja snovanje in izvedbo sistema vodenja in tako povečuje preglednost sistema.



Sistem dopušča tudi ročno optimizacijo posameznih delov algoritma in s tem še dodatne pospešitve pri izvajanju. Isti model lahko poganjamo na ciljnem krmilniku in v simulatorju.

Eksperimentalni rezultati pri sinusni obliki referenčne sile so pokazali dobro sledenje dejanske sile referenčni in s tem potrdili pričakovanja. Načrtujemo dodatno vezje na razširitvenem SPI-vodilu z dvema dodatnima vmesnikoma za inkrementalni kodirnik položaja. Tako bi lahko opisani dvoosni krmilnik uporabili tudi za štiriosne aplikacije. Z vezjem bi tudi izboljšali meritev hitrosti s pulznim kodirnikom položaja.

Lahko rečemo, da je Rapid prototyping tisto orodje, s katerim pretvorimo visokonivojski opis ali model, uporabljen pri simulaciji, v nizkonivojsko kodo, primerno za prevajalnike uporabljenega mikrokrmilnika.

## Viri

- [1] Texas Instruments Incorporated: »TMS320F28335 Delfino Microcontroller | TI.com« [elektronski]. Available: <http://www.ti.com/product/TMS320F28335>
- [2] N. Semenič, A. Sarjaš, R. Svečko in A. Chowdhury: »Design and Implementation of Rapid Control Prototyping System with Matlab/Simulink,« Informacije MIDEM, 2011.
- [3] B. d. Santos, R. E. Araujo, D. Varajao in C. Pinto: »Rapid Prototyping Framework for Real-Time Control of Power Electronic Converters Using Simulink,« v IECON 2013 – 39th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Vienna, 2013.
- [4] M. Ahmadian, Z. J. Nazari, N. Nakhaee in Z. Kostic: »Model based design and SDR,« v The 2nd IEE/EURASIP Conference on DSP-enabled Radio, London, UK, 2005.
- [5] M. Golob, R. Pučko, M. Čurkovič in A. Hace: »Hypstair Haptics Control Board Design 2.0, V1.3,« Laboratorij za industrijsko robotiko, FERI, Maribor, 23. 3. 2015.
- [6] »Uradna spletna stran projekta HYPSTAIR«: [elektronski]. Available: <http://www.hypstair.eu/>. [Poskus dostopa 2. 3. 2017].
- [7] A. Hace: »Haptics in cockpit environment (HYPSTAIR project – haptic interfaces),« v Symposium E2-Fliegen, Stuttgart, Germany, 18. February 2016.
- [8] A. Hace: »Experimental prototype system for haptic power lever: HYPSTAIR T3.3 Report No. 2: project task summary version 1.0,« UM-FERI, Maribor, 2016.
- [9] M. Golob, R. Pučko, M. Čurkovič in A. Hace: »Eksperimentalni sistem za haptično pogonsko ročico letala s hibridno električnim pogonom,« v AIG'17, Maribor, 2017.
- [10] The MathWorks, Inc.: »TIC2000 Support from Embedded Coder - Hardware Support - MATLAB/Simulink,« [elektronski]. Available: <https://www.mathworks.com/hardware-support/ti-c2000.html>. [Poskus dostopa 2. 3. 2017].
- [11] R. L. Hermans: »Design of an actuated side stick controller for the SiMoNa research simulator,« Doctors thesis, Delft University of Technology, Delft, 1999.
- [12] M. Čurkovič, R. Pučko, M. Golob, in A. Hace: »Dvoosni krmilnik za hitro eksperimentiranje v robotskih aplikacijah,« v AIG'17, Maribor, 2017.

## Two-axis controller for a rapid experimentation in robotic applications

**Abstract:** The presented two-axis controller allows simplified and rapid implementation of laboratory experiments in robotics and similar applications. The controller is based on a powerful DSP processor TMS320F28335, which can implement control of servomotors. Design and implementation of control algorithms include usage of floating point calculations. The system is programmable in Matlab/Simulink environment. The electronic controller circuitry design enables a robust operation of the controller even in industrial conditions. Functional extensions of the controller are possible with the internal communication interface. The controller was applied within the European FP7 HYPSTAIR project for an advanced HMI with a haptic interface of a light hybrid electric aircraft.

**Keywords:** Robot control, Haptic interfaces, Force control, Rapid control prototyping

## Zahvala

Projekt HYPSTAIR je bil financiran iz 7. okvirnega programa EU za raziskave, tehnološki razvoj in predstavitve s sporazumom št. 605305. Partnerji v projektu so bili Pipistrel, d. o. o., Ajdovščina (Slovenija), Siemens AG (Nemčija), MBVision (Italija), Univerza v Pisi (Italija) in Univerza v Mariboru (Slovenija). Članek je bil predhodno objavljen na deseti konferenci Avtomatizacija v industriji in gospodarstvu AIG'17 6. in 7. aprila 2017 v Mariboru [12].

# Državna robotska tekmovanja za mlade v letu 2017

Janez POGORELC, Aleš HACE

V prispevku sta predstavljena razvoj in izvedba slovenskih državnih robotskih tekmovanj **RoboT**, **ROBOsled** in **RoboCupJunior** v letu 2017, ki jih od leta 2000 organizira Inštitut za robotiko na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru v sodelovanju s srednjimi in osnovnimi šolami za slovenske osnovnošolce, srednješolce in študente. Za uspešno izvedbo tekmovanj je nujno izobraževanje tako mladih kot njihovih mentorjev na vseh nivojih – od učencev OŠ, dijakov SŠ do študentov, kar izvajamo v obliki tematskih delavnic in krožkov robotike.

## ■ 1 Uvod

V torek, 16. maja, je bila na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko (FERI) Univerze Maribor (UM) tradicionalna celodnevna prireditev Mariborski robotski izziv, ki združuje državna tekmovanja v robotiki za osnovnošolce, srednješolce in študente. Državno tekmovanje **ROBObum**, ki zajema **ROBOsled** in **ROBOcupJunior**, se tradicionalno izvaja skupaj z državnim tekmovanjem za študente in dijake **RoboT**.

Namen organizacije državnih tekmovanj je popularizacija robotike, mehatronike, avtomatike in na splošno tehnike ter spodbujanje inovativnosti in tekmovalnosti med mladimi vseh starosti. V kategoriji **RoboT** (vožnja po velikem labirintu) je sodelovalo 28 ekip iz srednjih tehniških šol, med njimi tudi 6 študentskih ekip. V disciplini **ROBOsled** (sledenje črti) je sodelovalo 41 ekip. Največ tekmovalcev je sodelovalo v disciplinah **RoboCupJunior Reševanje Črta** (36 ekip iz OŠ in 23 ekip iz SŠ), med njimi tudi ekipe

iz Hrvaške, Avstrije in Slovaške. V disciplini **RoboCupJunior Nastop** je sodelovalo kar 14 ekip, od tega 10 iz OŠ. Med najbolj atraktivnimi je bila disciplina **RoboCupJunior Nogomet**, kjer so sodelovale 4 ekipe. Letos je bilo izvedeno tudi tekmovanje **RoboCupJunior Reševanje CoSpace**, kjer je sodelovalo 9 ekip. Skupno se je tekmovanj udeležilo okrog 200 ekip, sestavljenih iz več kot 400 otrok in nad 70 mentorjev ter spremljevalcev. Na regijskih predtekmovanjih je sodelovalo nekajkrat več otrok, saj so si mnogi morali priboriti nastop za finalna državna tekmovanja. Za uspešno udeležbo na državnem tekmovanju **ROBOsled** in **RoboCupJunior** smo podelili zlata, srebrna in bronasta priznanja, nagrade sponzorjev pa so prejele prve tri ekipe v posa-

mezni disciplini. Najboljše ekipe z letošnjega državnega tekmovanja se bodo lahko udeležile svetovnega robotskega tekmovanja **RoboCupJunior 2018**, ki bo izvedeno konec junija 2018 v Montrealu v Kanadi.

V osemnajstih letih se je na robotskih tekmovanjih po Sloveniji zvrstilo več tisoč osnovnošolcev, okrog 1000 srednješolcev in okrog 100 študentov. Tekmovalci SŠ prihajajo večinoma iz srednjih strokovnih šol s programi Mehatronika, Elektrotehnika, Računalništvo in vse več tudi iz tehniških in splošnih gimnazij.

Otvoritev robotskih tekmovanj je bila skupna in je potekala v avli stavbe G2, kjer so v nadaljevanju potekala tekmovanja **RoboCupJunior**



Slika 1. Robot se bliža cilju na tekmovalni areni »veliki labirint«

Mag. Janez Pogorelc, univ. dipl. inž., izr. prof. dr. Aleš Hace, univ. dipl. inž., oba Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

**Reševanje Črta in RoboT 2017.** Ob otvoritvi je v imenu vodstva UM-FERI zbrane tekmovalce in njihove mentorje pozdravil predstojnik Inštituta za robotiko prof. dr. Miro Milanovič.

## ■ 2 Tekmovanje v vožnji po labirintu RoboT 2017

Na državnem tekmovanju z mobilnimi roboti *RoboT 2017* se je v vožnji (*slika 1*) z lastno konstruiranimi avtonomnimi mobilnimi roboti po labirintu (velikosti 2,5 x 2 m z več kot 15 m poti, slepimi hodniki in okrog 36 zavoji) pomerilo 22 dijaških ekip iz štirih srednjih tehniških elektro, strojnih in računalniških šol in 6 študentskih ekip iz UM-FERI in Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani.

To je tudi robotsko tekmovanje z najdaljšo tradicijo v Sloveniji, na katerem se je v osemnajstih letih tovrstnih tekmovanj udeležilo že okrog 100 študentov in nad 400 dijakov z mentorji iz celotne Slovenije ter sosednjih Hrvaške in Avstrije.

Za lovorike tekmovanja *RoboT 2017* je štela boljša izmed dveh voženj. Najuspešnejšim trem tekmovalcem so bile podeljene svečane diplome, denarne in praktične nagrade sponzorjev. Najhitrejši je bil študent Mehatronike na UM-FERI Matej Borovec s časom 29,20 s, sledila sta mu dijaka ŠC Nova Gorica – ERŠ Matej Vrban s časom 31,50 s in Tine Šuligoj s časom 33,09 s.

Tradicionalno so se najbolj vztrajni dijaki srednjih šol že enajstič pomerili tudi za lovoriko **RoboLiga 2017** (finalno tekmovanje v seriji Slovenske robotske lige), kajti pred tem so bila izvedena tekmovanja: **RoboERŠ**, 13. aprila v ŠC Velenje, in **RoboMiš**, 20. aprila v ŠC Nova Gorica. Za lovoriko *RoboLiga 2017* sta štela oba teka *RoboT 2017*, kar smo točkovali v skladu s pravili in temu prišteli točke prvih dveh tekem.

Zmagovalec v seštevku vseh treh tekem (skupno 6 voženj) je bil Matej Vrban, ŠC Nova Gorica, ki je v dosegel 270 točk, sledila sta mu dijaka iste šole Erik Matjašec in Klemen Zadel.

## ■ 3 ROBOSled 2017 – robotsko tekmovanje za osnovnošolce

ROBOSled je robotsko tekmovanje za osnovnošolce, za katero morajo ekipe učencev zgraditi mobilnega robota in z njim tekmovati v vožnji po progi, označeni s črno črto na beli podlagi. Učenci se pri tem seznanijo z različnimi elektronskimi in mehanskimi oziroma mehatronskimi komponentami. V procesu gradnje robota se naučijo tudi spajkanja elektronskih komponent, mehanskega sestavljanja in vrtnanja. ROBOSled je tako v prvi vrsti izobraževanje na interdisciplinarnem področju mehatronike in tako zajema tudi elektrotehniko, elektroniko, mehaniko, ... Cilja tekmovanja sta spodbujanje in širjenje znanj o delovanju robotov ter spodbujanje raziskav robotov med osnovnošolci in med osnovnošolskimi učitelji. Tekmovanje se v osnovni šoli navezuje na predmet fizika in izbirne predmete s področja tehnike.

Tudi letos smo državno tekmovanje ROBOSled organizirali v dveh disciplinah: **DIRKAČ** in **POZNAVALEC**. V disciplini DIRKAČ zmagala ekipa, ki tekmovalno progo, označeno s črno črto na beli podlagi, prevozi v najkrajšem času. V disciplini POZNAVALEC se učenci OŠ pomerijo v poznavanju zgradbe in delovanja mobilnega robota, ki so ga zgradili. V letu 2017 je izvedbo regijskih predtekmovanj ROBOSled, kjer se

tekmovalne ekipe kvalificirajo za tekmovanje na državnem finalu, podprlo 11 tehniških srednjih šol po vsej Sloveniji. Seznam vseh sodelujočih tehniških srednjih šol je objavljen na spletni strani <https://robobum.um.si>. Vsem tehniškim srednjim šolam se za izvedbo robotskih predtekmovanj najlepše zahvaljujemo. Vodjem tekmovanj smo zato podelili priznanja.

Na zaključnem državnem tekmovanju ROBOSled 2017 je letos sodelovalo 41 tekmovalnih ekip s 65 tekmovalci iz 25 osnovnih šol iz vse Slovenije. Najbolj dovršeni samogradni mobilni roboti so že opremljeni s sodobnimi programirljivimi mikrokrmilniki. Poleg samogradnih robotov se je tekmovanju tudi letos pridružilo še nekaj navdušenih LEGObum ekip, ki sestavijo mobilnega robota iz LEGO sestavljanke.

Na tekmovanju ROBOSled 2017 v disciplini DIRKAČ je bila najuspešnejša OŠ Cerkvenjak-Vitomarci s kar tremi ekipami na prvih dveh zmagovalnih mestih in z eno ekipo tik pod stopničkami na četrtem mestu, pri čemer je zmagovalna ekipa postavila rekord proge s časom 3,09 sekunde. V disciplini POZNAVALEC je bila najboljša ekipa Robo iz OŠ Jožeta Gorjupa iz Kostanjevice na Krki. Za odlične tekmovalne dosežke smo v vsaki disciplini podelili 2 zlati in 3 srebrna priznanja, ostali tekmovalci pa so prejeli bronasta priznanja.



**Slika 2.** Priprave na dirko ROBOSled v predavalnici G2-ALFA UM-FERI

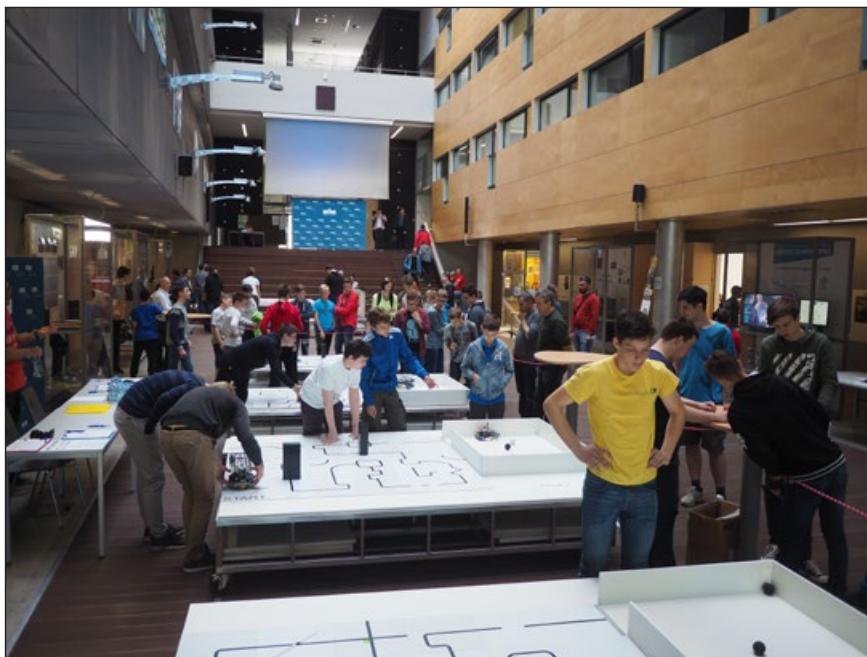
V letu 2017 so se tekmovalne ekipe podobno kot že v preteklih treh letih potegovale tudi za glavno nagrado ROBOSled, pri kateri so se upoštevali vsi doseženi rezultati v posameznih disciplinah tekmovaljanja. Glavno nagrado ROBOSled 2017 je osvojila ekipa Robo OŠ Jožeta Gorjupa iz Kostanjevice na Krki, ki je dosegla 12 točk. Tudi letos je glavno nagrado prispevalo podjetje Antus, d. o. o., materialne nagrade za zmagovalne ekipe pa so prispevali še podjetje HTE, d. o. o., in podjetje Legama, d. o. o.

Najuspešnejšim ekipam je seveda potrebno posebej čestitati. Čeprav smo na tekmovalju podelili priznanja in nagrade sponzorjev zgolj tistim tekmovalnim ekipam, ki so se uvrstile na prva mesta v posamezni disciplini in pa tudi skupno najboljši ekipi na tekmovalju, gre pohvala tudi vsem drugim tekmovalcem, saj je moto tekmovaljanja ROBOSled: »Pomembno je sodelovati, ne zmagati!« Še posebej pa je potrebno izpostaviti mentorje mladih tekmovalcev, ki pomagajo svojim učencem pri pripravi na tekmovalje z mobilnimi roboti, ki nas vsako leto bolj presenečajo s tehnološko dovršenostjo, saj s tem med našimi najmlajšimi popularizirajo robotiko, mehatroniko in tehniko nasploh, kar je dejansko tudi cilj naših robotskih tekmovalj.

#### ■ 4 Državno tekmovalje RoboCupJunior Slovenija 2017

Tekmovalje **RoboCupJunior Slovenija** je sestavni del svetovnega robotskega tekmovaljanja za osnovnošolce in srednješolce, ki je v letu 2016 potekalo v Leipzigu v Nemčiji (<http://www.robocup2016.org>), letošnje pa poteka od konca julija na Japonskem v mestu Nagoja (<https://www.robocup2017.org/>). Zadnja leta na svetovnem tekmovalju uspešno sodelujejo tudi slovenske dijaške ekipe.

Državno tekmovalje RoboCupJunior Slovenija 2017 je bilo izvedeno dvonivojsko, zato so na državnem tekmovalju 16. maja sodelovale le najboljše ekipe z regijskih predtek-



**Slika 3:** Tekmovalne arene za tekmovalje Reševanje Črta (ločeno za OŠ in SŠ)

movanj. Vsi roboti na tekmovalju RoboCupJunior, ne glede na disciplino tekmovaljanja, morajo voziti avtonomno. Zato so pomembni gradbeni elementi vsakega robota, pa naj bo samograden ali zgrajen iz sestavljanke, motorji, senzori (za zaznavanje črte, stene, žoge) in mikrokrmilnik s programom.

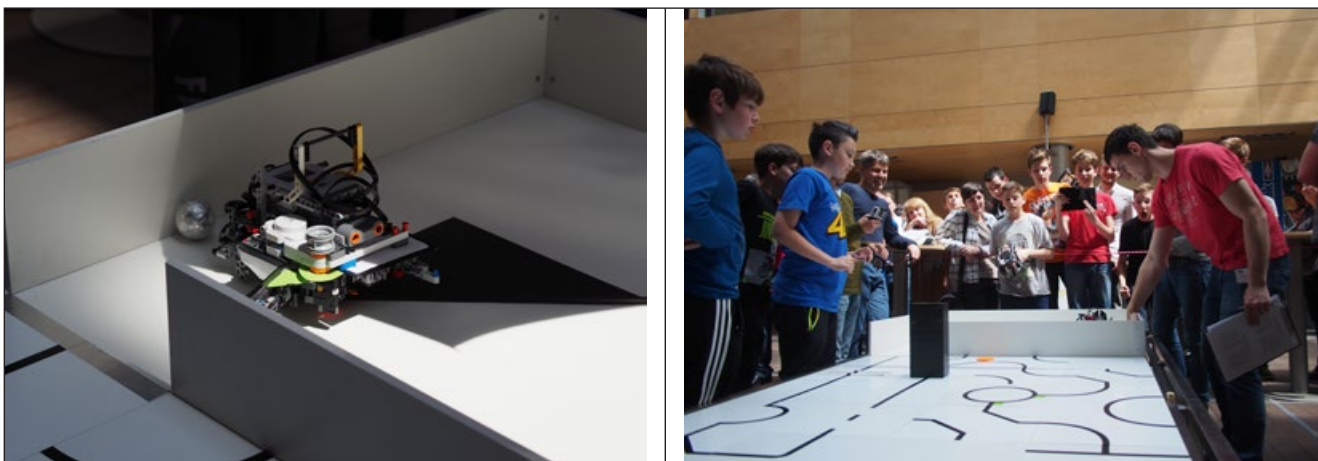
Tekmovalje RoboCupJunior (RCJ) obsega precej raznolike discipline: **Reševanje, Nastop in Nogomet.**

Tekmovalje **RCJ Reševanje** ima kar tri različice **Reševanje Črta**, **Reševanje Labirint** in **Reševanje CoSpace**. Skupno vsem trem je, da tekmovalna arena predstavlja prizorišče naravne nesreče, na primer porušeno zgradbo po potresu. Naloga robota je reševanje ponesrečencev: na območju nesreče mora robot poiskati žrtev in jo nato prenesti v varno območje. Pri Reševanju Črta je pot, po kateri mora peljati robot po areni (*slika 3*), označena s črno črto na beli podlagi. Med vožnjo po areni mora robot uspešno prevoziti križišča, premagati občasne prekinitve črte, ovire, ki jih mora prevoziti ali zaobiti, ter rešiti žrtve (letos srebrne kroglice) na evakuacijsko točko (črn trikotnik) (*slika 4* – desno). Nevarnosti, ki jih med vožnjo premaga robot, se točkujejo. Zmaga ekipa, katere robot zbere med vožnjo, ki je časovno omejena, največje število

točk. Osnovnošolci in srednješolci v Sloveniji v skladu z državnimi pravili še tekmujejo ločeno, trend na svetovnem nivoju pa gre v smeri brisanja tovrstnih razmejitev.

Vsa leta je daleč najbolj množično odprto državno tekmovalje **RCJ Reševanje Črta**. V kategoriji za učence OŠ se je pomerilo 41 slovenskih osnovnošolskih ekip s krepko več kot 100 tekmovalci, ki so se na državno tekmovalje uvrstile kot najboljše ekipe z regijskih predtekmovalj. Tudi slovenske srednješolske ekipe (28 ekip s približno 80 tekmovalci) so se na državno tekmovalje **RCJ Reševanje Črta** za SŠ uvrstile glede na uvrstitev na regijskih predtekmovaljih. Osnovnošolcem so se na tekmovalju **RCJ Reševanje Črta** pridružile tudi tri hrvaške ekipe, prav tako so se tudi srednješolcem pridružile tri hrvaške ekipe, od tega dve ekipi z mešano hrvaško-švedsko zasedbo.

Na slovenskem državnem tekmovalju RCJ Reševanje Črta za OŠ (*slika 4* – levo) je bila najuspešnejša ekipa 2XJXS iz **OŠ Koper**, ki sta ji sledili ekipa JUNIORČKI iz 2. OŠ Slovenska Bistrica ter ekipa Destroyers iz OŠ Antona Šibelnja – Stjenka Šenčur. Na odprtem državnem tekmovalju se je odlično odrezala tudi hrvaška ekipa ROBO Otočac iz OŠ Zrinskih i Frankopana Otočac, ki je zasedla drugo mesto



**Slika 4.** Ekipa OŠ (levo) in ekipa SŠ s svojim samogradnim robotom ob »žrtvi« (desno)

Med srednješolskimi ekipami na slovenskem državnem tekmovanju RCJ Reševanje Črta za SŠ so se najbolje odrezale ekipe iz Šolskega centra Celje, Gimnazija Lava, Never skip LEGO day, Stari mački in Projekt AJA, ki so osvojile prvo, drugo in tretje mesto. Na odprtem državnem tekmovanju jih je sicer prekosila hrvaška ekipa ADRIS CRO Team, ki je nastopala v okviru hrvaškega društva za robotiko iz Zagreba, saj je prepričljivo zmagala.

Na tekmovanju RCJ Reševanje Labirint sta sodelovali dve slovenski ekipi, ena iz srednje šole SERŠ Maribor in druga iz celjske Srednje šole za strojništvo, mehatroniko in medije, ter dve tuji ekipi, ena iz Avstrije in ena iz Hrvaške. Prvo mesto na državnem tekmovanju RoboCupJunior Reševanje Labirint je zasedla ekipa SERŠ TEAM, v kategoriji odprtega tekmovanja pa je hrvaška ekipa YAZAKI CRO-Team iz Zagreba tesno premagala avstrijsko ekipo HTL iz Zeltweg.

Letos smo drugič izvedli tudi tekmovanje v disciplini **RoboCupJunior Reševanje CoSpace**, kjer je sodelovalo skupaj 9 ekip (od tega kar šest iz Hrvaške). V tej disciplini skušajo tekmovalci najprej s pomočjo računalniške simulacije najti najustreznejšo strategijo reševanja in jo potem tudi izvesti v virtualni tekmovalni areni. Odlično so se odrezali tekmovalci iz mariborske srednje šole SERŠ, ki so sicer na slovenskem državnem tekmovanju z ekipami SERŠ TEAM, SERŠ KER,

SERŠ BRI osvojili prvo, drugo in tretje mesto, v odprti konkurenci pa so morali priznati premoč hrvaški ekipi CroSpace Team iz Zagreba, ki je osvojila prvo mesto.

Za tekmovanje v disciplini **RoboCupJunior Nastop** (prejšnja leta se je imenovalo **Ples**) mora ekipa sama zgraditi robota, sebi in robotu izdelati kostume in sceno za nastop, izbrati glasbo in pripraviti koreografijo ter izvesti nastop z robotom (slika 5). Na državnem tekmovanju je letos sodelovalo kar 14 ekip, od tega 10 osnovnošolskih in 4 srednješolske, in kar 5 ekip je prišlo iz Hrvaške. Prvo mesto na osnovnošolskem slovenskem državnem tekmovanju je zasedla ekipa Ptice 2, iz OŠ narodnega heroja Rajka Hrastnik, drugo mesto ekipa

Štáfeta, prav tako iz OŠ narodnega heroja Rajka Hrastnik, in tretje mesto FRANCE5 iz OŠ France Prešeren Kranj. Zmagovite slovenske ekipe so v odprti konkurenci morale priznati premoč hrvaški ekipi Gebruder Weiss Cro iz Zagreba. Med srednjimi šolami je v robotskem plesu prepričljivo zmagala ekipa RoboArt iz Dvojezične srednje šole Lendava. V odprti konkurenci sta ji sledili hrvaški ekipi CroBlueAdriatic iz Bola na otoku Brač in Erasmus SWECRO3 iz Varaždina z mešano hrvaško-švedsko zasedbo.

Na **RoboCupJunior Nogomet** tekmujejo ekipe v gradnji avtonomnih robotov, ki igrajo nogomet. Robotsko nogometno ekipo po trenutno veljavnih pravilih sestavljata dva roboti. Eden od robotov v ekipi je



**Slika 5.** Ekipa OŠ se je predstavila s plesno glasbeno točko na sceni s pleščimi roboti

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



vratar, drugi pa napadalec. Na nogometni tekmi zmaga robotska ekipa, ki da nasprotni ekipi več golov, kot jih je prejela. Ekipa igrajo medsebojne tekme na izpadanje.

Glede na zmogljivost in velikost robotov se ta tekmovalna disciplina deli še v kategoriji: Lahka in Open. V obeh kategorijah sta nastopili po dve ekipi, v prvi kategoriji sta se pomerili hrvaška in slovenska ekipa, v drugi pa hrvaška in slovaška ekipa.

Na državnem tekmovalstvu **RoboCupJunior Nogomet** je v kategoriji Lahka zmagala hrvaška ekipa Školska knjiga 2, v kategoriji Open pa slovaška ekipa Compotes. Ekipa *Elektro in računalniške šole ŠC Ptuj* je v svoji kategoriji na slovenskem državnem tekmovalstvu osvojila prvo mesto brez konkurence.

## ■ 5 Zaključek

Robotska tekmovalstva omogočajo primerjavo tekmovalcev/ekip znotraj države na državnih tekmovalstvih, primerjavo tekmovalcev/ekip na mednarodnem nivoju na mednarodnih tekmovalstvih in razglasitev zmagovalcev oziroma najboljših treh tekmovalcev/ekip ter podelitev priznanj za uspeh.

Vendar zgoraj naštetih cilji niso edini cilji, ki jih zasledujejo robotska tekmovalstva. Na področju robotskih tekmovalstev je olimpijsko vodilo tekmovalstev razširjeno z željo po novih znanjih in se glasi: »*Pomembno je sodelovati, se naučiti čim več novega in ne zmagati.*« To pomeni, da je cilj robotskih tekmovalstev spodbujanje izvirne gradnje robota in aktivno učenje ob tem, ko se trudimo zgraditi nov, boljši robot po svoji izvirni zamisli. Sam dogodek – tekmovalstvo – naj bi bil v prvi vrsti priložnost za srečanje, primerjanje in izmenjavo izkušenj, pridobljenih pri gradnji robota. Želja po gradnji čim boljšega in izvirnega robota daje sodelujočim vzpodbudo za aktivno osvajanje novih znanj in vseživljenjsko učenje. Sama narava robotskega tekmovalstva postavlja okvire za projektno delo. Gradnja robota je projekt, ki se mora zaključiti na datum tekmovalstva. Mnoga svetovna robotska tekmovalstva spodbujajo sodelovanje in skupin-

sko delo s tem, da lahko na tekmovalstvih sodelujejo izključno ekipe tekmovalcev. Opisane značilnosti robotskih tekmovalstev so v skladu s pričakovanji družbe znanja, zato predstavljajo robotska tekmovalstva odlično pripravo vsakega udeleženca tekmovalstva na uspešno uveljavljanje v družbi znanja.

Robotska tekmovalstva pogosto dopolnjujejo delavnice za tekmovalce in njihove mentorje, ki omogočajo hitro prenašanje novih znanj na vse sodelujoče na robotskem tekmovalstvu.

Razen doslej naštetega pa robotska tekmovalstva s srečanjem ekip in izmenjavo pridobljenih izkušenj med njimi omogočajo tudi sledenje odprtim raziskovalnim problemom področja tekmovalstva in spremljanje trenutnega stanja razvoja področja tekmovalstva.

Nenazadnje, robotska tekmovalstva prav gotovo spodbujajo mnoge učence osnovnih šol, da se odločajo za nadaljevanje šolanja v eni od tehniških strok. Podobno velja za maturo splošnih gimnazij, da se večja delež tistih, ki nadaljujejo študij na eni od tehniških fakultet na programih mehatronika, elektrotehnika in strojništvo.

Za uspešno izvedbo robotskih tekmovalstev gre posebna zahvala za vsestransko podporo pri organizaciji tekmovalstev predstojniku Inštituta za robotiko prof. dr. Miru Milanoviču in vodstvu UM-FERI, ki omogoča uporabo avle v stavbi G2 skupaj s sosednjimi učilnicami ter uporabo ozvočenja in video projekcije. Zahvala velja avtorjema fotografij Piji Prebevšek in Marijanu Španerju ter vsem sodelavcem Inštituta za robotiko in mnogim študentom FERI. Prav tako velja zahvala vsem sodelavcem in mentorjem v srednješolskih tehniških centrih, ki so pomagali pri izvedbi tekmovalstev, kakor tudi vsem sponzorjem tekmovalstva.

Vsi rezultati, fotografije, video posnetki in medijski odzivi za zadnje tekme kot tudi za prejšnje so za tekmovalstvo *RoboT* na voljo na [www.ro.feri.um.si/tekma/](http://www.ro.feri.um.si/tekma/), za ostala tekmovalstva *ROBOsled* in *RoboCupJunior* pa na <https://robobum.um.si>.

# 50 MOS

1968  2017

## Celjski sejem, 12.-17. september 2017

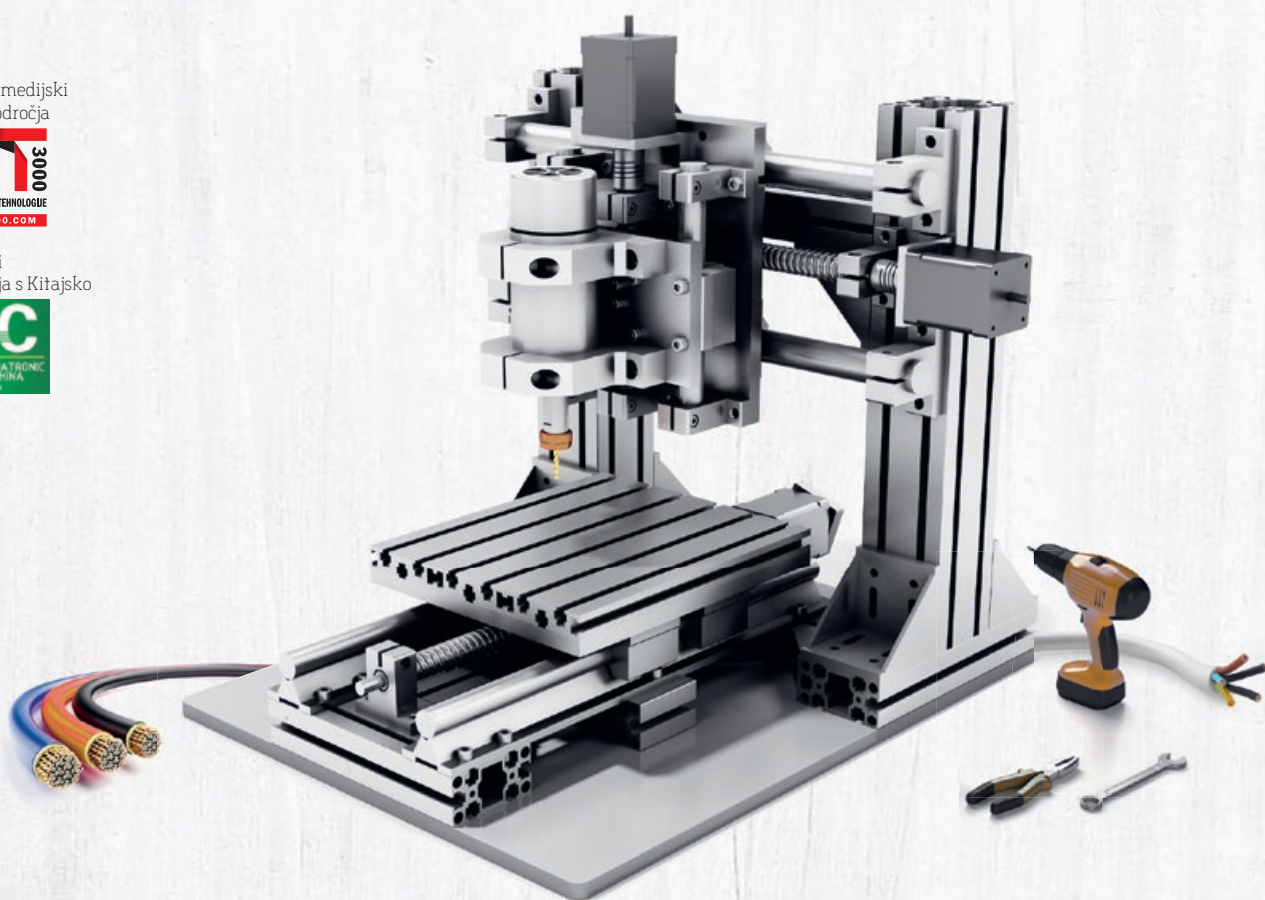
### MOS – oprema in materiali za obrt in industrijo

- MOS – gradnja in obnova doma · MOS – kamping in karavaning, turizem in prehrana
- MOS – poslovne storitve in poslovne priložnosti v tujini · MOS – izdelki široke potrošnje

Strokovni medijski  
partner področja



Priložnosti  
sodelovanja s Kitajsko



HRVAŠKA

DRŽAVA PARTNERICA



www.ce-sejem.si



CELJSKI SEJEM

# Vojko Gantar – Gašo – Intervju s pilotom lovцем MiG-21

Aleksander ČIČEROV

Naša nekdanja skupna država je imela v svoji oborožitvi tudi letala konstruktorja Mikojana-Gureviča. To so bili MiG-i, letala, hitrejša od zvoka,

Na njih so se šolali in z njimi leteli tudi Slovenci. Z Vojkom Gantarjem – Gašem, rojenim Idrjčanom, smo pokukali v skupno zgodovino in se spoznali z MiG-om 21 (Natova oznaka za MiG-21 je bila Fishbed), ki ga je upravljal dolgih 22 let. Z njim je dosegel višino 25.000 metrov, videl okrogolino Zemlje, belo atmosfero in črno nebo. Kot osemnajstletnik je prvič letel z letalom, pri dvaindvajsetih pa je vodil nadzvočna letala.

**Ventil:** *Mladi radi sanjajo o letalstvu, tako kot Tom Cruise v filmu Top Gun. Kdaj ste se vi začeli spogledovati z mislijo o tem, da bi postali pilot? Vas je kdo navdušil za to, ste imeli vzornike? Kdo se je prijavljal v vojaške letalske šole?*

**Vojko Gantar – Gašo:** Idrija je dala veliko število letalcev, kar je bilo značilno tudi za druge rudarske revirje. »Mesto leži v kotlu in zdi se mi, da so ljudje želeli odleteti iz njega.«<sup>1</sup> Zgled sem imel pri svojih predhodnikih in s sošolci smo se že v sedmem razredu osnovne šole skupaj odločili, da bomo konkurirali za sprejem v letalsko šolo. Za letalski poklic so se odločali fantje iz vseh struktur prebivalstva.

**Ventil:** *Kako je potekalo vaše šolanje za pilota? Kje so potekali zdravniški pregledi, kaj je pomenilo »biti zdrav« v letalskem smislu? Koliko pregledov ste morali opraviti, preden ste sedli v šolske klopi in se začeli učiti o letalstvu?*

**Vojko Gantar – Gašo:** »Biti zdrav« v letalskem smislu je pomenilo biti brezhibno zdrav, tako fizično kot psihično. Pred sprejemom smo bili najprej na pregledu v okraju, od koder smo izhajali (Ajdoščina), po tem smo šli na republiško selekcijo v Ljubljano in na koncu na državno selekcijo v Zemun. Od 14.500 kandidatov nas je bilo sprejetih in začelo šolanje 150. Tudi po vsakem letu šolanja smo morali opraviti zdrav-

niški pregled. Tak postopek je veljal tudi v času mojega službovanja. V 60. letih prejšnjega stoletja se je šolanje začelo po končani osemletki, in sicer v vojni gimnaziji, kjer smo v dvoletnem šolanju predelali program štiriletne klasične gimnazije. V prostem času sem se največ ukvarjal s športom in igral saksofon v šolski glasbeni skupini. Zelo rad sem imel tudi likovno umetnost.

Nato smo nadaljevali triletno šolanje na letalski akademiji. Rad bi poudaril razliko med letalsko akademijo in visokošolskimi ustanovami, univerzo ali fakultetami raznih smeri, zunaj vojaškega izobraževanja. Preveril sem, da je na klasičnih fakultetah za en letnik oziroma dva semestra planiranih približno 200 delovnih dni, okoli 900 ur predavanja skupaj z vajami, kar nekako v povprečju znese 4,5 šolske ure predavanja na dan. To pomeni za štiriletno šolanje 3600 ur, petletno šolanje 4500 ur in za medicinsko fakulteto približno 5400 ur predavanja. Na vojaških akademijah je bilo 255 študijskih dni na leto, 7 ur predavanja dnevno, kar je bilo 1750 ur predavanja na letni ravni oziroma za triletno šolanje na akademiji več kot 5200 ur.



Mostar 1962 – vojna gimnazija/arhiv VG

<sup>1</sup> Vojko Gantar – Gašo: Ni važno imeti, temveč biti, op. cit., str. 32, Loški utrip, marec 2015.





Skopje 1968, letalo F-86-D Sabre, arhiv VG

Na akademiji smo pri praktičnem delu imeli 5 ur priprav za eno uro letenja. Podobno je bilo tudi kasneje, v službi v bojni enoti. Ko so se uvedle proste sobote, se je šolanje na vojaških akademijah takoj podaljšalo na štiri leta.

**Ventil:** *Kako je bilo organizirano vojno letalstvo v bivši skupni državi? Ali so bili kandidati za pilote izbrani po republiškem ključu ali je prevladalo načelo zdravega kandidata?*

**Vojko Gantar – Gašo:** Organizacija vojnega letalstva v bivši državi je zahtevno vprašanje. Vojno letalstvo in protizračna obramba sta bila del oboroženih sil SFRJ kot enega od treh segmentov (kopenska vojska, vojno letalstvo (VL) in protizračna obramba (PZO) in vojna mornarica). Za podrobnejšo predstavitev in analizo organizacije in formacije letalstva in protizračne obrambe bi potreboval preveč prostora. Želja vodstva/poveljstva VL in seveda političnega vodstva je bila, da so vse republike in pokrajine enakomerno zastopane glede na število prebivalcev. Toda praksa je bila drugačna. Slovenci so raje kandidirali v tehnične rodove vojske, tako jih je bilo tudi v povprečju več v teh strukturah.

**Ventil:** *Na katerih tipih letal ste se šolali pred prešolanjem na MIG-21? Koliko Slovencev je bilo v vaši generaciji? So bili vsi izvrstni piloti?*

**Vojko Gantar – Gašo:** Naša in sosednje generacije pilotov so po končanem prvem teoretičnem letniku letalske akademije začele leteti na šolskem trenažnem dvosedu tipa Aero-3<sup>2</sup>, letalu jugoslovanskih konstruktorjev z ameriškim motorjem tipa Lycoming in dvokrakim propelerjem tipa Sensenich. Na tem letalu je bila poleg začetnega praktičnega šolanja izvedena tudi selekcija kandidatov. Tu je iz nadaljnega šolanja na letalih odpadlo približno 10–15 % kadetov, ki so jih usmerili na šolanje za ostale potrebe, kot so letalska meteorologija, zveze, logistika, ali pa so odšli domov.

V moji generaciji je bilo 15 % Slovencev. Na splošno lahko rečem, da so bili vsi uspešni piloti. Po mojem spominu noben slovenski kadet ni odpadel na selektivnem letenju. Naslednji, drugi semester drugega letnika smo leteli na lahkem trenažno-bojnim motornem dvosedu Sokolu-522, ki je bil prav tako letalo jugoslovanskih konstruktorjev<sup>3</sup>. Imel je zvezdasti devetcilindrski motor ameriške proizvodnje Pratt-Withney, 540 KS in dvokraki propeler Hamilton spremenljivega koraka. Na njem smo zaključili drugi letnik akademije. V prvem semestru tretjega letnika akademije smo leteli na ameriškem reaktivnem dvosedu TV-2-Talonu<sup>4</sup>. Potem se je del klase oziroma generacije delil na specialnost pilotov lovcev, ki so nadaljevali šolanje na ameriških enosedihi reaktivnih lovcih F-86E Sabre<sup>5</sup>

in na specialnost pilotov lovcev – bombarderjev na ameriških letalih F-84G Thunderjet<sup>6</sup>. Na teh letalih smo zaključili akademsko šolanje in bili razporejeni v bojne eskadrilje lovskega letalstva oziroma eskadrilje lovsko-bombniškega letalstva. V obeh letnikih akademije, v drugem in tretjem, smo razen letenja imeli tudi obilo teoretičnih predmetov.

**Ventil:** *Koliko letal vrste MIG-21 je imela JLA? Kako so bila ta letala razporejena po Jugoslaviji?*

**Vojko Gantar – Gašo:** V osnovi je JLA imela štiri izvedbe bojnih enosedov MiG-21 in tri izvedbe trenažno-bojnih dvosedov UMiG-21. Dejansko je šlo za posodobitvene verzije. Preoborožitev letalstva z MiGi se je začela nekje leta 1962, s posodobitvami do leta 1980. V osemdesetih letih se je letalstvo oborožilo tudi z eskadriljo lovcev nove generacije MiG-29. V Jugoslaviji so bili MiGi najprej na letališču Batajnica, nato na letališču Bihać, sledilo je letališče v Prištini. Na koncu so bili na letališču v Puli kot sestavni del letalske akademije. Mislim, da smo kupili okoli 300 letal MiG-21.

**Ventil:** *Opišite nam, prosim, kakšno je bilo letalo MiG-21, njegovo avioniko, motor, letalske sposobnosti, oborožitev, doseg.*

**Vojko Gantar – Gašo:** MiG-21 je v osnovni verziji nadzvočno lovsko letalo. Da ne bo pomote, delovalo je v vsem razponu operativnega izkoriščenja hitrosti in višine. Njegova minimalna operativna hitrost je bila 400 km/h, maksimalna pa 2400 km/h. Lahko je bilo tudi lovsko-

<sup>2</sup> Letalo Aero-3 je projektiral inž. Djordje Petković, izdelovala pa ga je tovarna Utva. V uporabi je bil vse do leta 1954. Bil je dvosedežni enomotorni pristonoseči nizkokrilc iz lesa. Koles ni bilo mogoče potegniti v trup. Ni bil oborožen. Maksimalna hitrost je znašala (na morsk gladini) 210 km/h, dolet 551 km, vzletel je pri 499 m, pristal pa na dolžini 580 m. Čuvari našeg neba, Vojnoizdavaški zavod, Beograd 1977, str. 417.

<sup>3</sup> Letalo 522, ki so mu dali ime Soko, je projektiral inž. Šošarič. V oborožitvi VL in PVO je bil od leta 1954. Namenjen je bil za prehodno in taktično bojno trenažo ter streljanje z vsemi vrstami oborožitve, za nočne in instrumentalne lete. Bil je enomotorni dvosed, nizkokrilnik kovinske konstrukcije. Kolesa je lahko spravil v trup. Čuvari našeg neba, ibid. str. 417.

<sup>4</sup> Tako so ga imenovali v VL, sicer pa je to letalo T-33 Shooting Star, izdelano v tovarni Lockheed. Podrobnosti glej v: [military.wiki.com/wiki/Locheed\\_T-33](http://military.wiki.com/wiki/Locheed_T-33).

<sup>5</sup> Glej podrobno VENTIL, februar 23/2017/1, str. 68 in naprej.



Priština 1982, lovska eskadrilja, arhiv VG

-bombniško letalo. V osnovni verziji je bilo oboroženo s stalno vgrajenim enocevnim topom cal. 30 mm, kasneje z dvocevnim topom 23 mm in raketami ZZ (zrak-zrak) z infrardečim samovodenjem. Na kasnejših verzijah je bilo letalo opremljeno tudi z raketami ZZ K-5, z aktivnim radarskim vodenjem z letalskim radarskim merkom in poznejšimi izboljšavami vodenih raket ZZ. Letalo je bilo tipičen frontni lovec z bojnim radijem 150 km, kar pomeni 450 km bojnega doleta ali maksimalnega doleta okoli 1000 km. Imel je en dvoosni motor z dodatnim izgorevanjem Tumanski MM-12, 14, 15 ali 17 (odvisno od verzije), s samoregulirajočim vsesalnikom zraka. Moč motorja je bila okoli 5000 kg brez dodatnega izgorevanja in do 7500 kg potiska z dodatnim izgorevanjem. Na hitrostnih letih preko 1,5 maha (Machovo število – razmerje med dejansko hitrostjo in zvočno hitrostjo, določeno s temperaturo zraka v okolici)<sup>7</sup> je moč naraščala, preračunano na 40.000 KS. Osnovni tip letala je bil pretežno dnevni lovec, s kasnejšimi izboljšavami pa tudi nočni lovec. Maksimalna teža je bila okoli 9.500 kg, maksimalna hitrost 2,4 maha, maksimalna statična višina ali plafon (skrajna meja) leta je znašala 19.500 m, maksimalni di-

namični plafon pa 29.000 m. Letalo je bilo dolgo nekaj čez 14 m, visoko nekaj čez 4 m in široko nekaj čez 7 m. Nosilna krila so bila tipa delta. Bilo je izredno gibljivo in robustno letalo. V primerjavi z letali iste generacije, npr. ameriške ali francoske proizvodnje, je imel taktično prednost v gibljivosti v vertikalnih manevrih (evolucijah – izraz, ki so ga uporabljali piloti za akrobacije oz. manevre). Njegova pomanjkljivost je bila relativno majhna avtonomija in nekoliko slabša navigacijska oprema. V kasnejših variantah je bilo vse to precej izboljšano.

**Ventil:** Koliko časa je bilo potrebne za popolno izurjenost pilota lovca na letalu MiG-21?

**Vojko Gantar – Gašo:** Piloti so na MiG-21 leteli v povprečju 7–8 let. Jaz sem letel 22 let. Mislim pa, da je bila vrhunska izurjenost dosežena v desetih letih nepretrganega treninga. Lahko pa rečem, da sem se naslednjih 12 let marsičesa naučil.

Po končanem šolanju na akademiji je pilot pridobil bojno usposobljenost najnižje, 5. kategorije. Dobil je tudi naziv pilot in srebrno letalsko značko, na katero smo bili zelo ponosni. Imenovali smo jo »kvočka« (slov. koklja), čeprav je bil to orel v lovorjevem vencu. Z leti je pilot postopno pridobival višje kategorije. Za vsako kategorijo je moral opravljati izpit. Če je šlo vse po načrtu, je v desetih letih prispel do vrhunske izurjenosti in pridobil 1. kategorijo borbene usposobljenosti. Po približno 15 uspešnih letih je lahko pridobil častni naziv inštruktorja letenja in zlati letalski znak (zlati koklja). Tega je dobilo približno 10 % pilotov vojnega letalstva. Dobil sem ga tudi jaz. Za pridobitev tega naziva in letalskega znaka je bilo potrebno izpolniti še nekaj dodatnih pogojev: uspešno letenje, položaj v enotah letalstva, uspešno opravljanje poveljniških funkcij itd.

**Ventil:** Zaradi ekstremne hitrosti, višine in drugih obremenitev je moral pilot MiG-21 nositi tudi posebno obleko, čelado in podobno. Nam lahko opišete pilotovo opremo in čemu je bil izpostavljen pri letenju?

**Vojko Gantar – Gašo:** Oprema je bila razvrščena na opremo za dozvočno opremo in letenje v troposferi do 12.000 m višine, na opremo za nadzvočno letenje do hitrosti 1,6 maha v troposferi do 12.500 m višine in na opremo za nadzvočno letenje preko 1,6 maha in letenje v stratosferi (preko 12.500 m). Za prvo vrsto opreme je bila obvezna čelada s selekcijskim dovajanjem kisika glede na višino in antigravitacijski kombinezon (protitlačna obleka – pri ostrih manevrih ublaži učinke pospeškov na človeško telo)<sup>8</sup>. Drugo vrsto opreme so sestavljali: višinskokompresijski kombinezon za letenje v stratosferi, kombiniran z antigravitacijsko pospeševalnim

<sup>6</sup> Letalo F-84G Tanderjet je bilo ameriškega izvora, kupljeno leta 1953, letelo je do leta 1974. Preoblikovano je bilo v izvidnika in nosilo oznako RF-84G lovec bombnik. To je bil enomotorni enosed kovinske konstrukcije, zelo dobro oborožen in opremljen. Glej podrobno: Čuvari našeg neba, ibid. str. 421.

<sup>7</sup> Dominik Gregel, Letalski razlagalni slovar, samozaložba 2009, str. 63.

<sup>8</sup> Dominik Gregel, ibid., str. 103.

zaščitnim kombinezonom in čelado kakor v prvi vrsti. V tretjo vrsto pa so bili uvrščeni višinskokompresijski kombinezon z neprodušnim hermetičnim celoglavnim šlemom, kombiniran z antigravitacijsko pospeševalnim anti-g- kombinezonom, kompresijskimi rokavicami in kompresijskimi nogavicami. Zraven so bili še zaščitni termokombinezoni in svileno kombinezon perilo. Izpostavljenost v letenju na MiGih se je najbolj čutila v g-preobremenitvah, posebno v akrobacijah zaradi velikih centrifugalnih sil. Letenje na višinah preko 15.000 m oziroma v stratosferi je posebno poglavje in precej zahtevno za enostavno in kratko razlago. Antigravitacijski pojem pri kombinezonu se ne nanaša na zemeljsko gravitacijo (privlačnost), pač pa na preobremenitve, ki nastajajo pri velikih pozitivnih pospeških v manevrih. Gre za centrifugalno silo, merjeno v g-jih oziroma v številu enot zemeljske gravitacije (1 g je sila normalne gravitacije, 2 g je dvakratna sila gravitacije itd.). V akrobacijah se je centrifugalna sila gibala od 3 do 7 g, izjemoma do 9 g. Pilot, težak 80 kg, je pri 7 g težak 560 kg. Pri taki sili ne moreš dvigniti roke z ročice za plin ali glave, če si jo spustil za pogled navzdol.

**Ventil:** Na kakšen način je JLA dobila letala MiG-21 (nakup, vojaško sodelovanje med državami)? Kakšen je bil servis teh letal in kaj se je zgodilo v primeru slabih odnosov s Sovjetsko zvezo?

**Vojko Gantar – Gašo:** S Sovjetsko zvezo smo v dobrih medsebojnih trgovinskih odnosih delovali po klinškem principu (blagovna menjava). Pri nakupu vse vojne opreme (letala, tanki, rakete, torpedni čolni) smo plačali z gotovino. Za servis letal ruske proizvodnje smo imeli usposobljeno svojo tehnično službo, ki je opravljala vsa tekoča servisiranja in generalni remont. Deli za letala so se nabavljali po petletnih planih, tako imenovanih petletkah. Samo v enem obdobju, ko smo bili v nekoliko slabših odnosih, smo delovali in nabavljali dele po načelu »na sebi« (slov. znajdi se), nekatere

dele letal pa smo začeli in uspešno izdelovali tudi sami.

**Ventil:** Kaj vse je moral znati pilot MiG-21, kakšen je bil predmetnik? Ste študirali tudi vojno in posebej letalsko vojno pravo?

**Vojko Gantar – Gašo:** Ves čas službovanja v JLA (slov. Jugoslovanska ljudska armada) smo se neprekinjeno izobraževali in urili na različnih področjih vojaških znanosti. Naj posebej poudarim predmete: praktična uporaba matematike in fizike, aerodinamika podzvočnih in nadzvočnih hitrosti, teorija letenja, letalska tehnika, letalska meteorologija, taktika letalstva, taktika lovskega letalstva, operativnost bojnih enot, strategija uporabe oboroženih sil, logistika armade, mednarodno vojno pravo, dinamika fluidov (skupno ime za tekočino, plin in paro), termodinamika, protizračna zaščita ozemlja in enot oboroženih sil, bojni ukrepi zoper zračne cilje pri različnih hitrostih in na različnih višinah, pravila in predpisi v letalstvu, teorija instrumentalnega letenja, teorija in praksa reševanja posadk v nesrečah, raziskovanje letalskih nesreč, letalska medicina in fiziologija pri letenju z nadzvočno hitrostjo in v stratosferi, proučevanje drugih vojnih letalstev, tendence in razvoj letalstva, korelacija različnih vrst letal po generacijah, športna vzgoja itd. Znanje vojnega prava je bilo med ostalim potrebno na primer za opravljanje nalog prestrezanja tujih vojaških in civilnih letal v zračnem prostoru Jugoslavije. Za zaščito zračnega prostora države smo imeli organizirano tako imenovano dežurstvo v sistemu PZO (protizračna obramba), ki je bilo v normalnih pogojih sestavljeno iz dežurnega para lovcev na treh letališčih v državi. Velikokrat je bil sprožen alarm iz tega dežurstva, tudi zaradi treninga za hiter vzlet in prestrezanja, v načelu, civilnih letal. Do ciljev so nas vodili radarji iz kontrole zračnega prostora. Ko smo civilna letala dohiteli in identificirali, smo se vrnili na pristanek. Včasih smo bili prisiljeni tudi kakšnega »spustiti« na zemljo, mislim, na letališče. Velikokrat je šlo za obojestranske napake pri najavi ali prenosu podatkov preko dispečerske službe. Včasih smo pomagali

pri orientaciji civilnih letal ali opozarjali na slabe vremenske razmere na poti in podobno.

**Ventil:** Kako ste vzdrževali fizično in psihično kondicijo?

**Vojko Gantar – Gašo:** V samem službovanju smo imeli določen urnik za izvajanje športnih aktivnosti, s katerimi smo vzdrževali psihofizično kondicijo. Za dobro psihofizično kondicijo je skrbel vsak pilot sam zase! Psihofizično kondicijo so vsako leto preverjali v matičnih enotah kakor tudi na rednih letnih zdravstvenih pregledih v Zemunu.

**Ventil:** Je prihajalo do nesreč? Kako ste jih obravnavali?

**Vojko Gantar – Gašo:** Seveda je prihajalo do nesreč, tudi s smrtnimi žrtvami. Vsako nesrečo ali nedisciplino smo obravnavali z vso skrbnostjo. Vse se je natančno raziskalo in zaključki so bili predstavljeni celotni pilotski sestavi letalstva takoj po končanem delu komisije. Letno je bil izdan bilten kršitev varnosti letenja in nesreč, dostopen vsem pilotom. Sam sem bil najprej član komisije za preiskovanje nesreč na letalih vrste MiG-21, kasneje tudi njen predsednik.

**Ventil:** Kako pogosto ste morali letenje izvajati v simulatorju? Kakšni so bili takrat simulatorji?

**Vojko Gantar – Gašo:** Simulatorji so bili za tiste čase sodobni oziroma primerni času. Na simulatorju je moral vsak pilot naleteti približno od 20 do 25 % planiranega naleta na osnovnem tipu letala. To je bil tisti tip letala, za katerega je bil usposobljen, če bi prišlo do boja. Zraven tega smo po službenih potrebah lahko leteli na drugih tipih letal, vendar smo se morali za vsakega posebej prešolati in imeti uporabni izpit.

**Ventil:** Letalo, s katerim ste leteli, je z lahkoto prebilo zvočni zid. Kako je bilo to urejeno in kakšno višino ste dosegli z njim? Je bil to del rednega letenja? Ste se kdaj z njim znašli v kritični situaciji in kako ste se rešili?



Pula 1982, MiG 21, arhiv VG

**Vojko Gantar – Gašo:** Konstruktivsko in pogonsko je bil MiG narejen kot nadzvočno letalo. Narejen pa je bil tako, da je lahko letel v razponu od podzvočnega do visokega nadzvočnega razpona režima letenja. K temu so veliko pripomogli izredno zmogljiv reaktivni motor, sama izdelava konstrukcije in nosilni ter upravljalni elementi. Problem ali pomanjkljivost teh letal je bila velika pristajalna hitrost. To so Rusi kasneje odpravili z vgraditvijo sistema za odpihanje mejnega sloja pri popolnem odklonu zakrilc, ki so v tem primeru zelo povečevala ne samo upor in s tem zmanjšala minimalno letno hitrost, pač pa povečevala vpadni kot v prvem režimu nad 30 stopinj in s tem tudi vzgon letala. Hitrost se je s prejšnje pristajalne hitrosti 340 km/h zmanjšala na 280 km/h. S prvo generacijo MiG-a 21 sem dosegel hitrost 2400 km/h. Maksimalna višina, ki sem jo dosegel, je bila 25.450 m. Od tam je zemlja videti že kar okrogla, nebo pa podnevi čisto črno. V vsej karieri sem doživel kar nekaj različnih varnostno problematičnih oziroma nevarnih situacij. Sam pri sebi sem jih sistemiziral v tri skupine: 1. znanje mi je pomagalo, da sem se izvlekel

iz kritične situacije, 2. poleg znanja mi je malo pomagala tudi sreča, 3. iz te kritične situacije sem se izvlekel zahvaljujoč zgolj sreči.

Zmeraj so me učili in zahtevali, jaz pa od drugih, da smo morali vse postopke znati na pamet. Na srečo se ni bilo zanašati. Pregovor dobro pravi: Če znanje nadomeščaš s srečo, se utruji, če te prevečkrat nosi na ramenih. Že tako je v letenju ogromno situacij, v katerih ti vse znanje sveta ne pomaga. Takrat rešnično potrebuješ srečo.

**Ventil:** *Kakšen je bil vaš delovni dan, naloge, ki ste jih opravljali, funkcije, ki ste jih imeli med službovanjem?*

**Vojko Gantar – Gašo:** V grobem bi svoje delovne dneve razdelil na (kakor smo jih tudi v službi delili) neletalske in letalske. V prvih je tehnična ekipa pripravljala letala za letenje, servisirala, obnavljala letala in podobno. Temu se je reklo tehnični dan. Piloti smo imeli, kot sem že omenil, pripravo za letenje naslednji dan. Takrat smo izdelali tudi načrt in vrste nalog, glavni in rezervni načrt letenja. Načrt je določal posadke, nalogo in čas, v katerem se bo na-

loga opravila. Potem je sledila večurna priprava. Neletalski dnevi so imeli različne variante: predavanja z raznih področij letalstva, vojske, tehnike oborožitvenih sistemov in tudi ukvarjanje s športom. Priprava za letenje je potekala glede na vrsto nalog: letenje podnevi v primernih meteoroloških pogojih, v oblakih, ponoči, pred vzhodom sonca, po zahodu sonca in v zahtevnih meteoroloških pogojih: padavine, oblačnost, proceduralno letenje. To je bilo splošno usposabljanje. Bojno usposabljanje pa je potekalo v vseh meteoroloških pogojih podnevi in ponoči, v vseh vrsta eksploatacijskega razpona zmogljivosti in oborožitve letala.

Na letalski dan smo po prihodu v službo najprej šli na zajtrk. Čeprav smo prišli v službo zvečer, smo »zajtrkovali«. Sledili so preoblačenje in zdravniški pregled, na koncu pa končna priprava za letenje. Sem je spadala seznanitev z meteorološko napovedjo ali »situacija«, morebitna sprememba načrta, izvidniški oblet rajona letenja in kontrola navigacijskih sistemov, poročanje o dejanskem stanju vremena, preverjanje rednih in izrednih postopkov pilotov v letenju itd.

Priprave za letenje so bile razdeljene na: splošno pripravo za letenje, v kar je spadalo teoretično izobraževanje na vseh področjih letalstva, meteorologije, tehnike itd. Potem je sledila predhodna priprava, načelno dan pred letenjem, ko se je proučila naloga, naredila navigacijska priprava, proučil rajon delovanja/letenja, sodelovanje skupine, uporaba radiozveze, zemeljskih radarjev, opreme, oborožitve itd. Sledila je končna priprava, o kateri sem že govoril. Potem smo odšli na »stajanko« (slo. začetni položaj), kjer smo začeli z letenjem. Navadno smo planirali tri eskadrijske kompletne polete. Po končanem letenju so sledili analiza letalskega dne, branje načrta za naslednji dan in načrt priprav za letenje.

Prvo leto sem opravljal funkcijo pilota v eskadriji. Ko sem opravil izpit, sem bil postavljen za vodjo skupine (štirim do šestim pilotom), kar sem

delal dve leti. Potem sem postal namestnik poveljnika eskadrilje, to sem delal štiri leta. Zatem sem bil postavljen za glavnega navigatorja letalske brigade (dve leti). Odšel sem na dveletno poveljniško štabno akademijo, po kateri sem bil postavljen za poveljnika eskadrilje. To sem delal 6 let. Na koncu sem delal kot šef pilotov letalskega polka. 1991. leta sem se upokojil, star 44 let. Po upokojitvi delam še marsikaj zanimivega, v glavnem izven letalstva.

**Ventil:** Če bi vam bilo dano, bi šli še enkrat med pilote? Vas sodobno vojaško letalstvo še privlači?

**Vojko Gantar – Gašo:** Imel sem srečo in doživel upokojitev. Delal sem

v izjemno zahtevnem in atraktivnem ter nekoliko avanturističnem poklicu. Rekel sem si, da se letališču ne bom približal na manj kot 100 km, ampak, saj veste ... Predolgo sem letel na nadzvočnih letalih, in to pušča posledice. Mi rečemo, da plačamo ceh. V pokoju sem se aktiviral in delal na različnih zanimivih področjih. Če se ozrem nazaj in se vprašam, ali bi šel spet med pilote, se mi takoj postavi vprašanje: brez spoznanj ali z vsemi spoznanji? Po prvem vem odgovor! Tudi z vsemi spoznanji bi se ponovno odločil enako, ampak z nekaterimi popravki v karieri. Končal bi tudi medicinsko fakulteto (za kar so me v JLA tudi nagovarjali) in se izučil za kuharja, kar me še posebej veseli. Kuhal pa bi samo dobre stare

slovenske jedi, ki jih sedaj ne najdeš skoraj nikjer več. Zato pa sem doma glavni kuhar!

Sodobnega vojaškega letalstva ne spremljam podrobno, ker se ukvarjam z drugačnimi izzivi.

**Ventil:** V imenu uredništva revije Ventil se vam zahvaljujem za prijeten in odkrit pogovor, za vaše izčrpne odgovore in vam želim obilo zdravja in miru pod gorenjskimi vršaci. In vaša misel ob koncu pogovora je še kako aktualna: »Ni važno imeti, temveč biti!« Bodite!

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



Upoštevanje človeka je prvo pravilo robotike.

## Man and Machine

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

**Kaj če robot in človek (resnično) delata skupaj?**

Kontakt: Brane Čenčič, Tel.: 00386 41 747 536, [brane.cencic@domel.com](mailto:brane.cencic@domel.com)

**DOMEL**<sup>®</sup>  
Ustvarjamo gibanje

**STÄUBLI**

Stäubli is a trademark of Stäubli International AG, registered in Switzerland and other countries. © Stäubli 2016, Semaphore & Co 2014  
"Man and machine" is a registered trademark of Stäubli International AG.

## Integrirani električni pogon EMCA

Integrirani električni pogon, ki ga predstavlja podjetje Festo, je celovita rešitev za pozicioniranje elektromehanskih pogonov in za avtomatično spreminjanje prilagajanja oblikam in dimenzijam. Vključuje brezkrtačni EC-motor in ima vgrajeno močnostno, krmilno in regulacijsko elektroniko. To odpravlja povezovalne kable in izboljšuje elektromehansko skladnost, skrajšuje čase inštalacije in zmanjšuje porabo prostora na strojih. Električni pogon EMCA se vgrajuje neposredno v naprave, zahvaljujoč standardni zaščiti IP54 in izbirno IP65 tako za ohišje kot za priključitveno tehniko.

Aktiviranje pogona EMCA poteka preko protokola CANOpen ali Ethernet/IP neposredno ali pa preko I/O-vmesnika. Zahvaljujoč izrednemu skrajšanju časov in dela pri inštalaciji in hitremu ter enostavnemu parametriziranju ob uporabi FESTO-vega konfiguracijskega orodja (FCT) je pogon takoj pripravljen za delovanje.

Za pogon EMCA je značilno natančno zaznavanje pozicije. Absolutno zajemanje pozicije je mogoče: v standardni izvedbi z enosmernim rotacijskim dajalnikom absolutne pozicije, v izbirni izvedbi pa z večsmernim rotacijskim dajalnikom absolutne pozicije z vgrajenim vmesnikom za shranjevanje vrednosti pozicije pri gibanju do sedem dni (brez zunanega tokovnega napajanja), čas je mogoče z zunanjo baterijo podaljšati tudi do 6 mesecev.

Varnost delovanja je zagotovljena z nadzorom funkcij za varnost in razpoložljivost sistema, kot je to »Save Torque Off (STO)«, in vključitve integrirane držalne zavore.

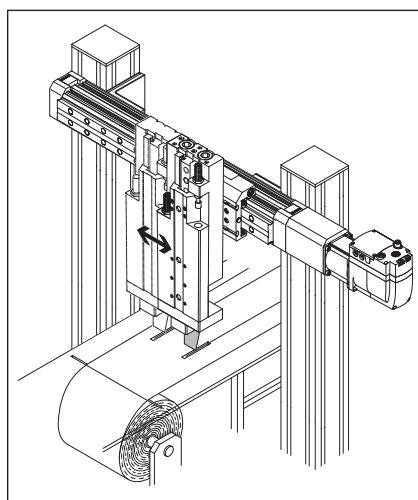


Slika 1. Oblika pogona EMCA

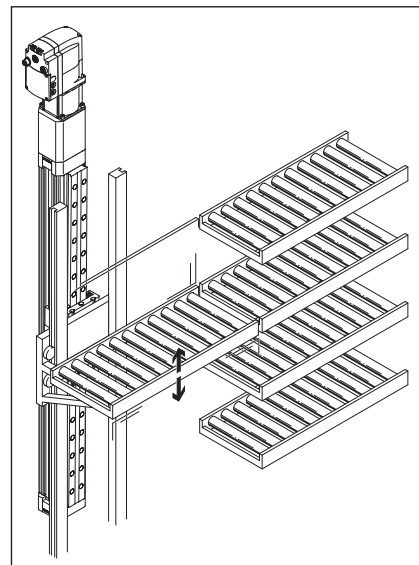
Izbirati je mogoče med standardno IP54-zaščito za ohišje in priključno tehniko ter opcijsko IP65 za ohišje in priključno tehniko za povišane zahteve.

V standardni izvedbi EMCA vključuje prigrajeno in kotno gonilo z uležajenjem, po naročilu pa je mogoče pogon opremiti s posebnimi izvedbami gonil.

Izbirno ima pogon tudi vgrajeno zavoro z vključenim krmiljem. Zavorni upor, relevanten za pozicioniranje aplikacij, na primer za osi z zobati-



Slika 3. Spreminjanje formatov za papir ali filme na strojih za razrez



Slika 2. Prilagajanje sortirnih prog

mi jermeni ali za vertikalne aplikacije, je v standardni izvedbi integriran, lahko pa je prigrajen eksterno.

### Značilni primeri uporabe:

Prilagajanje v:

- papirni industriji (slika 3),
- lesni industriji,
- pakiranju (slika 2),
- montažni tehnologiji.

Posebni primeri prilagajanja:

- prilagajanje koles,
- premikanje obdelovancev,
- nastavljanje orodij,
- pozicionirne naloge v tehnologiji avtomatiziranega hlajenja.

Tehnični podatki:

- nominalna napetost 24 V DC,
- vrtilna hitrost: nominalna 3100 o/min, maksimalna 3500 o/min,
- vrtilni moment: nominalni 0,45 Nm, maksimalni 0,91 Nm,
- moč motorja: nominalna 150 W, maksimalna 200 W,
- obremenitev osi: aksialna 60 N, radialna 100 N.

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

## Sistemske rešitve ELS, TipUp in TMove

**Hennlich industrijska tehnika, d. o. o.**, z letošnjim majem širi svojo ponudbo z izdelki nemškega proizvajalca Suspa GmbH. Suspa GmbH je specializiran proizvajalec plinskih vzmeti, blažilnikov in prilagoditvenih sistemov in je vodilno podjetje na področju nastavljenih hidravličnih blažilnikov. V svojem proizvodnem programu imajo še dvizžne stebričke, batnice, mehanizme za premikanje avtomobilskih sedežev, dušilce trkov pri avtomobilskih odbijačih, kompleksne pogone in akuatorje (električni, hidravlični).

Njihova usmeritev so kupcem prilagojene rešitve. So dobavitelji v avtomobilski industriji, strojogradnji, pohištveni industriji, proizvodnji bele tehnike, medicini in proizvodnji izdelkov za široko rabo in veljajo za vodilnega proizvajalca aplikacij za pralne stroje.

Na sejmu Interzum, ki je potekal od 16. do 19. maja v Kölnu, je podjetje Suspa predstavilo spekter sistemskih rešitev za pohištveno industrijo. Med njimi so še posebej vidni izdelki električno pomičnih sistemov višine za sedeča in stoječa delovna mesta – ELS in plinske vzmeti za opremo dvizžnih postelj – TipUp in TMove.

V luči vse večjega povpraševanja po ergonomsko oblikovanih delovnih mestih Suspa širi svoj obseg električnih dvizžnih stebrov, ki omogočajo hitro in tiho prilagajanje višine na delovnem mestu – ELS (slika 1). Dvostopenjski teleskopski stebriček lahko dvigne maso do 60 kg s hitrostjo 38 mm/s. Sistem ELS je na voljo v dveh dolžinah stebričkov – 500 mm in 650 mm, v variantah BTU (velika cev navzgor) in BTD (velika cev navzdol).

Na sejmu je bila prikazana tudi najnovejša različica sistema ELS s pravokotnimi dvizžnimi stebrički, ki bodo dopolnili ponudbo obstoječih rešitev s kvadratnimi stebrički. Napovedujejo še varianto valjastih dvizžnih stebričkov – prototip je bil že predstavljen na sejmu Interzum.

Vsi sistemi ELS so na voljo z vgrajenim detektorjem trkov. Ti detektorji avtomatično zaustavijo sistem ELS,



**Slika 1.** Dvizžni stebrički ELS dajejo oblikovalcem veliko svobode pri snovanju ergonomsko oblikovanih delovnih mest

če na poti naletijo na oviro, s čimer zagotavljajo najvišje standarde varnosti.

Za proizvajalce pohištva, ki izdelujejo postelje z integriranim prostorom za shranjevanje, je podjetje Suspa na sejmu predstavilo TipUp, plinsko-vzmetni mehanizem za odpiranje in zapiranje. Prvič so prikazali tudi popolnoma nov sistem TMove. Oba sistema nudita izjemno udobje in varnost, ker vključujeta posebne blažilne plinske vzmeti iz Suspinega programa Lifline.

Sistem **TipUp** je izjemno preprost in priročen za uporabo. Za njegovo aktivacijo je dovolj le kazalec na roki (slika 2). TipUp je zelo vsestransko uporaben in varen sistem. Ustavi se lahko v katerikoli točki pri odpiranju in zapiranju in tam tudi obstane.

Sistem **TMove** je druga generacija mehanizmov za odpiranje in zapiranje. Njegova osnovna funkcija je avtomatično odpiranje in zapiranje. Ko ga uporabnik aktivira, se sistem avtomatično odpre oz. zapre v končni položaj. V odprtem končnem položaju se sistem avtomatično zaklene na mestu, kar zagotavlja, da se predmeti, ki so pod okvirjem in vzmetnico, ne poškodujejo. Razvoj sistemov ELS in dodatni me-

hanizmi za odpiranje in zapiranje, ki temeljijo na tehnologiji dušenih plinskih vzmeti, je Suspina odgovor na potrebe pohištvene industrije po visoko kakovostnih rešitvah.

S popolnoma novimi funkcijami odpirajo nove možnosti v oblikovanju in konstrukciji pisarniškega pohištva in postelj.

Več si lahko ogledate na spletni strani: [www.hennlich.si](http://www.hennlich.si).



**Slika 2.** Izjemna priročnost z zelo malo truda. Potrebna je le sila enega prsta, da se sistem TipUp aktivira ali zaustavi v zeleni poziciji.

**Vir:** Tehnična dokumentacija podjetja Suspa GmbH.

Petra Goljat, HENNLICH, d. o. o.

## Univerzalni sistem zaklepanja predalnikov – UDL

Univerzalni sistem UDL je mehanizem za zaklepanje in protinagibni mehanizem s prednastavljenim 25-milimetrskim naklonom in možnostjo fiksiranja v katerikoli poziciji. Onemogoča zlorabe kot tudi nepričakovano samozaklepanje ob nepravilni uporabi, hkrati je izredno varen za uporabo.

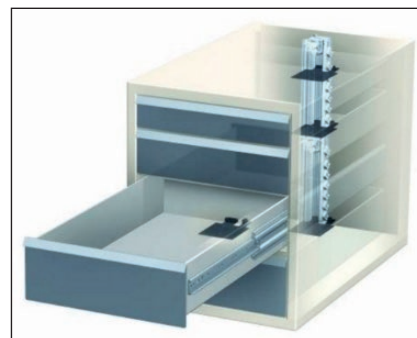
Sistem varnega in zanesljivega zapiranja UDL izdeluje podjetje *Thomas Regout International B. V.*, Nizozemska. V svoj prodajni program ga je vključilo podjetje Hennlich industrijska tehnika, d. o. o. Podjetje Thomas Regout International B. V. ima 180-letno tradicijo v proizvodnji linearno gibljivih rešitev, ki jih je mogoče uporabiti za horizontalno, vertikalno ali diagonalno smer.

Njihov razvojni oddelek oblikuje inovativne drsne in linearno gibljive sisteme, izdelane v skladu z visokimi ISO in okoljskimi standardi, ki zagotavljajo, da so njihovi izdelki in storitve varne, zanesljive, trajne in visoko kakovostne.

Sistem UDL je prilagodljiv zapah in protinagibni sistem, namenjen omaram za orodje. Primeren je za obremenitve do 300 kg.

### Lastnosti in prednosti:

- 100-odstotno delujoč sistem proti nagibu,
- 100-odstotno delujoč sistem proti vlamljanju,
- naenkrat se lahko odpre le en predal,
- izpolnjuje vse zahteve o varnosti,



Slika 2. Uporaba sistema UDL

- po meri izdelan zapah,
- na višino omare je potreben samo en sistem UDL,
- standardni naklon je 25 mm, ostale verzije po naročilu,
- primeren za uporabo na omarah do 1600 mm višine,
- kompatibilen z vsemi modeli vodil Thomas Regout (obremenitev 100 kg, 200 kg in opcijsko 300 kg na predalnik),
- možna menjava predalnika znotraj sistema.

**Vir:** tehnična dokumentacija podjetja Thomas Regout BV

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](http://www.hennlich.si), e-mail: [drobnic@hennlich.si](mailto:drobnic@hennlich.si), Stojan Drobnič



Slika 1. Sistem UDL



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





# Hitrejša menjava orodja za povečanje produktivnosti!

Skrajšanje časa mirovanja stroja med menjavo orodij je dnevni izziv, ko poskušamo ostati odzivni in konkurenčni. Naj si gre za najpreprostejše aplikacije ali celovite rešitve za hitro menjavo orodij (QMC), pri Stäubliju se izziva lotimo z dokazanimi rešitvami za vsako ključno fazo procesa, ob zagotavljanju **produktivnosti, fleksibilnosti in varnosti**.

**Povezovanje energij, vpenjanje orodij, prenos orodij in procesna avtomatizacija** - odkrijte in spoznajte ponudbo podjetja Stäubli za industrijo predelave plastičnih mas na našem razstavnem prostoru št. 14, dvorana K na Industrijskem sejmu 2017 (4.-7. april, Celjski sejem).

[www.quick-mould-change.com](http://www.quick-mould-change.com)

FAST MOVING TECHNOLOGY

# STÄUBLI

**HIWIN**<sup>®</sup>

Motion Control &amp; Systems



TIRNA VODILA

**Živimo gibanje.**

www.hiwin.si

## Varna in enostavna izbira ter večja izkoriščenost z novimi univerzalnimi ventili

Pri izbiri pogonov je potrebno upoštevati več zakonitosti.

### Koliko vrst pogonov bi radi v svoji tovarni?

Paziti je potrebno, da je porabljen čas izrabljen čim bolj učinkovito, pri čemer vemo, da je v higienskih panogah izbira lahko ključnega pomena.

Za izpolnitev teh zahtev je predstavljen nov Alfa Laval Unique DV-ST UltraPure Actuator, ki ustreza celotni paleti Alfa Lavalovih standardnih membranskih ventilov. To poenostavlja upravljanje zalog in zaradi tega je proces specificiranja hiter, enostaven in varen. Ne glede na proces ali aplikacijo je lahko isti aktuator skladiščen kot rezervni del za

vse membranske ventile Alfa Laval Unique DV-ST UltraPure ne glede na to, ali so uliti, kovani ali blokovni in se lahko uporabljajo celo za avtoklavne naloge.

### Kako je lahko zagotovljeno zanesljivo in brezhibno delovanje?

Unique DV-ST UltraPure Actuator zdrži visoke temperature, ki so potrebne za sterilizacijo, in deluje na delovnih tlakih do 10 bar (6 bar TFM/EPDM).

Za razliko od mnogih drugih pogonov na trgu je ta komponenta sposobna zapreti ventil na enakih delovnih tlakih pri padcu tlaka za 0 %.

Dokler se delovni tlak vzdržuje pod 10 bar (6 bar TFM/EPDM), pogon zagotavlja zanesljivo in brezhibno delovanje in ni nobene potrebe, da se spreminja velikost pogona ali njegova konfiguracija – tudi če pride do sprememb v procesni liniji.

### Kako lahko učinkovito nadzorujemo ventile in minimiziramo človeške napake?

Alfa Lavalove enote za zaznavanje in nadzor je mogoče enostavno integrirati s komponento Unique DV-ST UltraPure Actuator, ki uporabnikom omogoča, da izkoristijo Alfa Lavalove vrhunske rešitve za avtomatizacijo ventilov. Alfa Lavalove senzorske in kontrolne enote imajo ozke tolerančne pasove, ki zagotavljajo maksimalno varnost procesov, brezdotične senzorje in senzorje nastavi in pozabi (set-and-forget) s preprosto nastavitvijo. To minimizira človeške napake in spodbuja varno in učinkovito proizvodnjo, kar zagotavlja večjo izkoriščenost.

Vir: [www.alfalaval.com](http://www.alfalaval.com)

Pripravil: Mihael Debevec, UL, FS



## Industrijski modemi

Pri podjetju Inea RBT, d. o. o., so razširili ponudbo opreme za avtomatizacijo z blagovno znamko eWON švedskega proizvajalca opreme za komunikacijske rešitve v avtomatizaciji HMS Industrial Networks. Industrijski modemi eWON omogočajo kompatibilnost z vsemi večjimi proizvajalci PLC-krmilnikov, za uporabnika pa predstavljajo možnost enostavne vzpostavitve daljinskega dostopa do strojev. Blagovna znamka eWON obsega štiri produktne linije: eWON Cosy (vstopni model), eWON Flexy (modularni modem), eWON Netbiter in eWON CD. V obdobju od 1. 6. do 31. 8. 2017 pri

podjetju Inea RBT v predstavitveni akciji ponujajo akcijski sveženj, ki vsebuje en modem eWON Cosy 131 Ethernet (EC61330) in enodnevno šolanje uporabnika. Enemu kupcu pripada največ en sveženj, cena svežnja je 333 € (brez DDV). Mogoče se je dogovoriti tudi za predstavitev praktičnih funkcionalnosti modemov eWON.

Več informacij o produktih eWON: <https://ewon.biz/>

Vir: Inea RBT, d. o. o., Stegne 11, 1000 Ljubljana, tel.: 01 5138 100, e-mail: [info@inea-rbt.si](mailto:info@inea-rbt.si) in web: [www.inea-rbt.si](http://www.inea-rbt.si)



## Svetlobne varnostne zavese Reer EOS4

### Standardne lastnosti:

- varnostna kategorija 4, SIL3, SIL-CL 3,
- varovana višina: 160 ... 2260 mm,
- maksimalno območje delovanja: 12 m ali 20 m (odvisno od modela),
- načini detekcije:
  - 14 mm resolucija za **detekcijo prstov**,
  - 14, 20, 30, 40 mm resolucija za **detekcijo roke**,
  - 50, 90 mm resolucija za **detekcijo telesa v nevarnem območju**,
  - 2, 3, 4 žarki za detekcijo telesa (vhod),
- odzivni čas: 2,2 ... 20 s,
- varnostni izhodi: 2 x PNP – 400

- mA pri 24 V, zaščita kratkega stika, zamenjave polaritete, preobremenitev,
- napajanje 24 V +/-20 %,
- majhne dimenzije (presek 30 x 28 mm),
- enostavna montaža in priklop,
- vgrajen avtomatski /ročno nastavljiv Restart,
- temperaturno območje delovanja od -30 do 55 °C.

### Svetlobne varnostne zavese EOS4 so namenjene za varovanje na:

- stiskalnicah,
- prebijalnih strojih,
- rezalnikih in žagah,
- robotskih celicah,
- montažnih linijah.



Vir: PS, d. o. o., Logatec, Kalce 30b, 1370 Logatec, tel.: 01/750-85-10, e-pošta: [ps-log@ps-log.si](mailto:ps-log@ps-log.si), internet: [www.ps-log.si](http://www.ps-log.si), g. Andrej Zupančič

LJUBLJANA, SLOVENIA

03 - 05 OCTOBER 2017

CLEANING & MAINTENANCE EXHIBITION

## Novi vakuumski ejektorji STX brez loput – PIAB

### Novi vakuumski ejektorji STX brez loput – PIAB

Podjetje INOTEH dopolnjuje svoj prodajni program z vakuumskimi ejektorji STX brez loput, kar omogoča večjo odpornost na umazanijo in izboljšanje zmogljivosti spuščanja obdelovanca.

Dvostopenjski vakuumski ejektorji STX, ki so jih razvili vodilni vakuumski specialisti, ponujajo izboljšanje zmogljivosti in 10–15-odstotno manjšo porabo stisnjenega zraka v primerjavi s tradicionalnimi enostopenjskimi ejektorji.

Dizajn ejektorjev STX brez loput dela ejektorje zelo robustne in

zmožne delovanja v zelo umazanih in prašnih okoljih. V njih ni nobenih notranjih loput, na katerih bi se lahko zbirale nečistoče, kar je velika prednost.

Dodatno imajo ejektorji STX občutno manjšo

maso od konkurenčnih produktov, kar omogoča povečanje hitrosti ciklov in manjšo obrabo osi robotov. Vgraditi jih je mogoče blizu točke sesanja.

Novi vakuumski generatorji STX omogočajo tudi hitro spuščanje obdelovancev na podlagi tehnologije EBR (Exhaust Block Release).



Vakuumski ejektorji STX

Več informacij o vakuumskih ejektorjih STX in drugih izdelkih proizvajalca PIAB dobite pri podjetju INOTEH.

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

## Večnamenska nizkotlačna gibka cev – Parker Push-Lok®

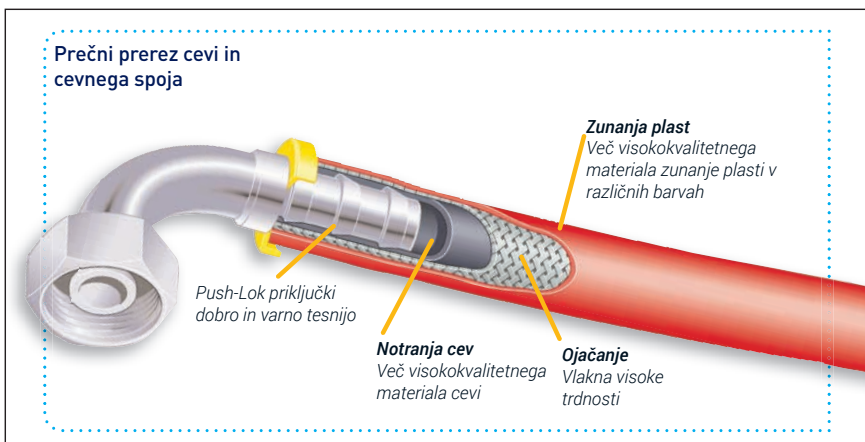
Parker je pred kratkim predstavil prenovljen asortiman večnamenskega nizkotlačnega cevne sistema brez objemke Push-Lok®, ki ga sestavlja 9 vrst cevi – šest gumijastih, dve termoplastični in ena hibridna.

Cevi izdelujejo v 6 različnih barvah,

kar omogoča enostavno prepoznavanje. Cevni spoji Push-Lok® se lahko izdelajo v nekaj sekundah brez orodja in objemk samo z eno serijo priključkov za vse tipe cevi. Priključki so na voljo v jeklu, medenini ali nerjavnem jeklu in so v skladu s standardi DIN, BSP, SAE, JIC in ORFS.



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



## Nova linija cilindrov Clean Line

Podjetje AVENTICS je razširilo nabor aktuatorjev z dvema cilindroma serije CCL-IS in CCL-IC, ki ustrezata ISO-standardu in sta uporabna tam, kjer se zahteva visoka čistost, to je v prehrabni in farmacevtski industriji.

Pri obeh aktuatorjih sta ohišji izdelani iz eloksiranega aluminija, medtem ko so vijaki in batnica izdelani iz nerjavnega jekla. Tesnila in maziva ustrezajo standardu FDA (food & drug administration).

Standardni cilindri CCL-IS po ISO 15552 je na voljo v osmih velikostih, ki pokrivajo območja velikosti bata od 25 do 125 mm, maksimalni hod cilindra pa je vse do 2800 mm. Uporabniki lahko izbirajo med elastičnim in pnevmatskim dušenjem, senzorje pa je mogoče namestiti v nekaj korakih. Posebna lastnost cilindra je ta, da so priključki za delovni in povratni

gib lahko na sprednjem ali zadnjem pokrovu ali kombinirano, kar omogoča fleksibilnost, saj lahko kupci kasnejše povezave po potrebi spreminjajo.

Kompaktni cilindri CCL-IC po ISO 21287 pokriva široko območje, saj je mogoče izbirati med premeri batov od 16 do 100 mm. Maksimalni pomik kompaktne cilindra je 500 mm.



Slika 2. CCL-IC

Cilindri CCL-IC se lahko montirajo direktno, brez pritrditvenih elementov.

Cilindri serije Clean Line – kot vse ostale cilindre, ki so v prodajnem programu – je mogoče konfigurirati na spletni strani podjetja AVENTICS.

Vir: LA & Co. Inženiring, proizvodnja, trgovina, d. o. o. – zastopstvo AVENTICS GmbH, Limbuška cesta 2, 2341 Limbuš, tel.: 02 429 26 60, GSM: 041 958 347, e-mail: mitja.kozel@la-co.si



Slika 1. CCL-IS

**JAKŠA**  
MAGNETNI VENTILI

od 1965

- vrhunska kakovost izdelkov in storitev
- zelo kratki dobavni roki
- strokovno svetovanje pri izbiri
- izdelava po posebnih zahtevah
- širok proizvodni program
- celoten program na internetu



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



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

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

# Servisiranje vijčnih kompresorjev in opreme za stisnjen zrak

## 1. Uvod

Poraba stisnjenega zraka v svetu strmo narašča. Po napovedih bo globalni trg do leta 2022 presegel 34 milijard EUR. Naraščajoča industrializacija in vedno večje zahtevanje o varčevanju z energijo sta privedla do napredka tudi v tehnologiji kompresorjev. Energetsko učinkoviti kompresorji olajšajo in omogočajo ekonomičen prenos plina za različne industrijske in druge aplikacije. Razvoj tehnologije kompresorjev je razširil meje smiselne uporabe vijčnih kompresorjev.

## 2. Spremembe v tehnologiji

Še pred desetletjem je bila uporaba vijčnega kompresorja smiselna le v sistemih, kjer je bila povprečna celodnevna poraba stisnjenega zraka 1 m<sup>3</sup>/min. Danes se vijčni kompresorji uporabljajo tudi tam, kjer je poraba zraka enaka ali večja od 0,6 m<sup>3</sup>/min ali celo variira. Izkoriščenost vhodnega zraka se je povečala tudi do 95 %, kar pomeni več zraka

z manjšimi stroški energije. Vijčni kompresorji omogočajo neprekinjeno delovanje s stalno kompresijo, ki omogoča enoten tlak za boljše delovanje uporabnikov. V primerjavi z batnimi kompresorji, ki imajo zagonski tok 7- do 10-krat večji od nazivnega, imajo današnji vijčni kompresorji mehki zagon, ki je le 3- do 5-krat večji od nazivnega toka. Izračuni kažejo, da v celotni življenjski dobi kompresorja predstavlja električna energija kar 70 % vseh stroškov, ostalih 30 % pa se nameni investiciji in tekočemu vzdrževanju. Vsi ti prihranki so izpodrinili klasične batne kompresorje, ki so bili energijsko potratni in manj učinkoviti.

## 3. Pogoji za optimalno delovanje kompresorjev

Nakup kompresorja je postal dolgoročna in premišljena odločitev. S pravo izbiro velikosti kompresorja in dimenzioniranjem celotnega sistema priprave zraka je moč doseči dolgoročne prihranke. Poleg prave izbire stopnje filtracije, cevnega razvoda in sistema sušenja zraka morajo biti izpolnjeni osnovni pogoji za delovanje kompresorjev. Prostor, kjer je vgrajen kompresor, mora biti dovolj čist, velik in zračen, s temperaturo med 4 in 26 °C. Pomen načrtovanja sistema je postal ključen za dolgoročno učinkovitost. Stroške električne energije je z optimalno izbiro naštetih faktorjev možno znižati tudi do 40 % in več.

Mnogo uporabnikov se pri samem nakupu kompresorja premalo

krat osredotoča na stroške vzdrževanja sistema za stisnjen zrak. Delež stroškov vzdrževanja kompresorja in opreme glede na celotne stroške ni zanemarljiv, je pa nujen, če želimo sistem učinkovito uporabljati na dolgi rok. Številne vzdrževalne službe še vedno preveč varčujejo pri vzdrževanju sistema za stisnjen zrak, kar velikokrat vodi do večje porabe električne energije in krajše življenjske dobe. Za neprekinjen proizvodni proces vsake industrije je zato bistvena poprodajna podpora, ki končnemu kupcu svetuje v celotni življenjski dobi opreme. Zahteve številnih končnih uporabnikov po celotni storitvi naraščajo. Želijo imeti neprekinjen dotok čistega in suhega zraka s konstantnim tlakom, kar omogoča neprekinjena servisna podpora.

## 4. Redno servisiranje

Celotna priprava stisnjenega zraka za optimalno delovanje zahteva redno vzdrževanje. Če ena od komponent v sistemu ni redno servisira-



**Slika 1.** Stroški obratovanja vijčnega kompresorja



**Slika 2.** Servisiranje vijčnega kompresorja

# OMEGA AIR

## Air and Gas Treatment



Slika 3. Servisna vozila Omega Air

na, pride do posledic, ki se kažejo kot neustrezna količina in/ali kakovost izstopnega zraka, kar vodi do neustrezne kakovosti končnega proizvoda. Obseg in dinamika servisnih storitev sta postala prilagojena uporabniku, saj redno vzdrževanje zagotavlja daljšo življenjsko dobo naprave. S pomočjo predpisanih servisnih intervalov odstranimo napake, kot so obraba ali zamašenost filtrov, puščanje ..., kar omogoča boljšo energetske učinkovitost.

V ta namen je servis podjetja OMEGA AIR d. o. o. Ljubljana oblikoval različne servisne pakete za različne tipe kompresorjev, sušilnikov, filtracije in ostale elemente v pripravi stisnjenega zraka.

Vsak paket je prilagojen uporabniku. S paketi vzdrževanja skrb za naprave prepustite servisni službi OMEGA AIR d. o. o. Ljubljana. Tako je planiranje stroškov vzdrževanja

lažje, saj so ti znani vnaprej. Vsi paketi zagotavljajo brezplačen nadomestni kompresor za čas remonta ali večje okvare. Vzdrževanje poteka redno, po navodilih proizvajalca. Zaloga nadomestnih delov je zagotovljena. Servisna služba z Rent centrom pokriva obsežen nabor še drugih področij, kot so hladilna tehnika, prezračevalna tehnika, generatorji, grelna tehnika, kontejnerska kompresorska postaja. Serviserji so strokovno usposobljeni in tovarniško izšolani za vsa omenjena področja. Bogate izkušnje serviserjev, številna znanja in dobra tehnična opremljenost poleg servisiranja opreme Omega Air in Gardner Denver nudijo tudi možnost servisiranja kompresorjev drugih blagovnih znamk. Široka mreža dobaviteljev in naših partnerjev omogoča celovite remonte vijačnih kompresorjev z obnovo vijačnih blokov.

[www.omega-air.si](http://www.omega-air.si)



Slika 4. Servisni paketi Omega Air



Oprema za stisnjen zrak



Adsorpcijski sušilniki



Vijačni kompresorji



Merilna oprema



OMEGA AIR d.o.o. Ljubljana

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

info@omega-air.si

Cesta Dolomitskega odreda 10  
SI-1000 Ljubljana, Slovenija  
[www.omega-air.si](http://www.omega-air.si)

# Blažilniki sunkov v industrijah pakiranja in polnjenja

Dieter KLAIBER

Transportni in montažni procesi so vključeni v številne industrijske proizvodne procese. Nadaljuje se tudi trend dviganja avtomatizacije predvsem na področju stekleničenja pijač in hrane ter pakiranja. V teh proizvodnih sistemih nastaja veliko nenadnih zaustavitev in zagonov, kar povečuje potrebo po blažilnikih sunkov oziroma amortizerjih, ki omogočajo varen nadzor in dušenje kinetične energije na proizvodnih linijah

## Majhni stroški in veliki prihranki

Tehnologije za nadzor gibanja se lahko uporabljajo tako pri linearnem kot pri krožnem gibanju. V proizvodnih sistemih, kjer se uporabljajo enote za preusmerjanje, zapore na tekočih trakovih, enote primi odloži, so blažilniki sunkov nujni za zagotavljanje zanesljivosti sistemov, saj prevzemajo kinetično energijo in zmanjšujejo obrabo. Amortizerji kot sestavni deli strojev so sorazmerno poceni za nakup, vgradnjo in vzdrževanje v primerjavi z opremo, ki jo zaščitijo. Hkrati pa zagotovijo dodatne prihranke na napravi oz. v proizvodnem procesu tako, da preprečujejo okvare in zastoje na postrojih, skrbijo za varnost in zagotavljajo višjo kakovost procesov. Vlaganje v amortizerje, ki so prilagojeni posebnim tehničnim zahtevam in delovnim ciklom naročnikovih naprav, predstavlja v primerjavi z velikimi celotnimi prihranki le majhen strošek in porabo časa za nadgradnjo obstoječih naprav.

Amortizerji so ključ za optimizacijo hitrosti in obremenitev pri transportu materiala, saj zagotavljajo

Dieter Klaiber, vodja projektov, ITT Enidine Europe, dieter.klaiber@itt.com

Prevod: Revija Maintworld Magazine, Miha Štebej, Predstavniki podjetja ITT ENIDINE za JV Evropo



**Slika 1.** Uporabniku prilagojene izvedbe blažilnikov sunkov – amortizerjev – zmanjšujejo zastoje in optimizirajo delovne cikle

delovno in stroškovno učinkovitost sistemov. Amortizerji, izdelani po meri, lahko naročniku prihranijo dragocen čas pri konstruiranju strojev in ekonomsko ustrezno rešijo številne probleme.

V številnih aplikacijah, npr. v polnilnicah pijač, morajo sistemi tekočih trakov v ustreznih časovnih intervalih prinašati izdelke in jih zaustaviti na določenem mestu, da se lahko očistijo, napolnijo, sortirajo in pakirajo. Velike hitrosti tekočega traku, povezane s hitrim zaviranjem, in nenadne zaustavitve lahko povzročijo težave pri izdelku in opremi

tekočega traku, če se energija ne absorbira pravilno. Pomembno je, da amortizer oblikujemo ustrezno za specifično panogo, uporabo, obremenitev stroja in izdelek, ki se proizvaja. Če osnovna konstrukcija stroja že vključuje amortizerje, lahko to pomeni visoko zanesljivost, zagotavlja delovne cikle naprave in tudi kakovost.

Vzdrževanje amortizerjev v rednih intervalih zagotavlja učinkovitost, preprečuje nepričakovane napake in zmanjšuje stroške. Amortizerji so nastavljivi glede na specifične pogoje delovanja in vzdrževanja. Prilagajanje in ustrezna zamenjava sta dodaten korak k varnemu in optimalnemu vzdrževanju celotne opreme za montažo in transport. Amortizer je relativno cenen sestavni del pri večjem oz. dražjem sistemu. Ker manjše sile zaradi gibanja povzročajo manjše sunke in več nadzora nad gibanjem, je pravočasna zamenjava amortizerjev poceni korak, ki bo konec koncev prihranil pomembne dolgoročne stroške vzdrževanja, ker bo preprečil zastoje in morebitne težave s kakovostjo. Razpršitev energije in sil, ki delujejo na dele opreme, ohranja zanesljivost stroja, zagotavlja nemoteno delovanje in kakovost proizvodnje ter zmanjša splošno obrabo opreme. Namestitev in pravilno vzdrževanje ustreznega visoko kakovostnega hidravličnega amortizerja lahko pomeni velike prihranke pri času in stroških.





**Slika 2.** Uporaba amortizerjev pri izdelavi plastenk

**Primer:**

»Proizvajalec pakirnih sistemov je vgradil po meri oblikovane amortizerje, da zmanjša nevarnost odpovedi sestavnih delov in optimizira delovni proces v proizvodnji.« V tovarnah plastenk PET so amortizerji potrebni za vzdrževanje najvišjega števila delovnih ciklov in preprečevanje poškodb kalupov.

**Zagotavljanje dodatne varnosti**

Zahteve za povečanje produktivnosti se postavljajo vsem – proizvodnemu sistemu, menedžerjem, upravljavcem strojev in pakirnim delavcem. Te zahteve se prenašajo v povečanje zahtev pri opremi, tako da morajo stroji za pakiranje in polnjenje izvajati montažne procese s priporočenimi hitrostmi, spremenljivimi obremenitvami in v težjem delovnem okolju kot tisti, za katere originalna oprema morda ni bila zasnovana in prilagojena. To pomeni dodatno obremenitev za opremo, tekoče trakove in ogroža zdravje ter dobro počutje zaposlenih. Ko stroji delujejo hitreje in dlje, postaneta skrb za varnost in potreba po izklopu v sili ključnega pomena.

Proizvajalci opreme za pakiranje in polnjenje bodo pogosto oblikovali opremo z blažitvijo sunkov glede na specifikacije, ki izpolnjujejo zahteve glede delovanja in varnosti. Ko pa gre za uporabo, končni uporabnik

neizogibno poveča hitrosti, ker želi, da stroj deluje hitreje in s tem poveča zmogljivost. Amortizerji ublažijo trke ali prevzamejo kinetično energijo (KE) komponent in izdelkov z maso  $m$ , ki se gibljejo s hitrostjo  $v$  ( $KE = 1/2 m \cdot v^2$ ). To pomeni, da že majhno povečanje hitrosti v znatno poveča energijo, kar povzroča ne načrtovano in nepotrebno obrabo strojev in amortizerjev. Ko stroj deluje hitreje, kot bi moral, in so trki kalibrirani za manjše hitrosti, se pojavijo dvomi o varnosti upraviteljev strojev.

V nekaterih primerih v začetku delovanja amortizerji niso vgrajeni v stroje, kar povzroči dodatno obrabo in poškodbe opreme. Naknadna vgradnja amortizerjev je tako ustrezna rešitev.

V idealnem primeru bi morali biti določeni in vgrajeni vnaprej, da izpolnijo zahteve opreme in so nameščeni pred uporabo originalne opreme. Z vgradnjo amortizerjev se izpolnjujejo realna pričakovanja uporabnikov, da bo življenjska doba dolga, delovni cikli ustrezni in vzdrževanje enostavno. Uporabniku prilagojeni amortizerji pomagajo prevzeti dodatne dnevne obremenitve, namesto da bi se te prenašale na komponente strojev, preprečujejo zastoje in postrojenje se lahko ob nesreči počasi zaustavi.

**Skrajšanje časov zaustavitvev**

Ob današnjih strogih časovnih omejitvah in pri ambicioznih proizvodnih ciljih je lahko zaustavitvev proizvodne linije v celoti zelo draga. Za industrijske panoge, kot so pakiranje hrane in pijač – polnjenje PET, morajo stroji in njihovi sestavni deli tudi zdržati v okolju, kjer so pogosti pranje, čiščenje linij in visoke temperature med delovanjem pri velikem številu delovnih ciklov. Ker amortizerji zaščitijo delovanje naprave pred nastalimi silami in preprečijo dodatno obrabo, lahko pomagajo zmanjšati okvaro sestavnih delov in omogočajo delovanje strojev z najvišjo zmogljivostjo. Konstruiranje in določitev pravih amortizerjev za opremo sta

ključnega pomena pri izpolnjevanju edinstvenih zahtev ne glede na to, ali proizvodni proces za polnjenje potrebuje posebne senzore in pakirna hrane komponente, ki delujejo v majhnih prostorih in v specifičnem okolju za izpiranje. Z izbiro pravega amortizerja se čas zaustavitve proizvodnega procesa zaradi okvare sestavnih delov močno skrajša, kar omogoča, da oprema deluje v načrtovanih pogojih.

Na primer: Proizvajalec embalažnih sistemov proizvaja različne stroje, ki pakirajo živilske izdelke, kot so delikatese in izdelki iz maščob in mesa. Eden od teh pakirnih strojev je bil posebej uporabljan za pakiranje perutnine. Med delovanjem mora ta naprava vzdržati mokro in nečisto okolje pakiranja perutnine, vključno s pogostim izpiranjem. Kot vodilno na trgu je to podjetje potrebovalo najhitrejši proizvodni proces v panogi. To pomeni, da mora vsak stroj obdelati 15 do 18 kosov na minuto. Stroj je bil zasnovan z amortizerji, nameščenimi na končni poziciji na pnevmatskem cilindru brez batnice, uporabljen za proces premikanja na koncu proizvodnega procesa. Na žalost prvotno nameščeni amortizerji niso uspeli vzdrževati visoke stopnje delovnega cikla in slediti zahtevnemu okolju.

ITT Enidine je sodeloval s podjetjem pri oblikovanju posebnega amortizerja, ki bi vzdržal visoko stopnjo delovnega cikla v težkem delovnem okolje in pri pogostem izpiranju. Rešitev je bila prav zato zasnovana tako, da ima bistveno večjo zmogljivost in manjše ohišje kot vnaprej nameščeni konkurenčni amortizerji. Z novo rešitvijo se je čas zastoja zaradi okvare sestavnega dela zmanjšal in pakirni stroji delujejo optimalno v proizvodnem procesu. Zaradi povečanja produktivnosti je družba ohranila svoj položaj na trgu in ima vsakoletno povečanje prodaje. Pakirni stroji so odlični kandidati za tehnologijo zmanjšanja trkov, ki nadzirajo pnevmatične cilindre in pomagajo strojem, da delujejo z najvišjo zmogljivostjo.

### Zagotovitev kakovosti in zanesljivosti

Amortizerji lahko izboljšajo splošno kakovost opreme tako, da zadovoljijo potrebe okolja, kot so ekstremna vročina in mraz, hitrost proizvodnje ali neenakomerno natovarjanje. Amortizerji so konstruirani po meri za vsakršno uporabo posebej in delujejo specifično za to uporabo. Redno vzdrževanje, vključno z zamenjavo amortizerjev, je ključnega pomena, da lahko stroji ohranijo svoje delovanje z najvišjim potencialom, da se zagotovi kakovost in zanesljivost skozi celoten proces delovanja.

V tovarnah plastenk PET lahko amortizerji zagotovijo izboljša-

nje učinkovitosti in zaščitijo opremo v aplikacijah, kot so raztezno oblikovanje s pihanjem, pakiranje zabojev, proizvodnja škatel ali označevanje embalaže. Za izdelavo današnjih plastenk PET, običajno izdelanih iz visoko bleščeče plastike, odporne na razpoke, znane kot polietilen tereftalat (PET), se pri velikem obsegu proizvodnje uporabljajo stroji za pihanje plastike v kalupe. Ta oprema je sestavljena iz več »školjčnih« kalupov, nameščenih na vertikalni osi, ki rotirajo v vodoravni ravnini. Med vrtenjem se ustvari centrifugalna sila, ki premika material iz umetne snovi v oblikovalno vdolbino kalupa tako, da nastane oblika plastenke. Amortizerji so potrebni, da se

ohrani največja hitrost vrtenja in se prepreči škoda na odprtini in zaključku kalupa.

V tovarnah plastenk PET so amortizerji bistvenega pomena za zagotavljanje kakovosti in zanesljivosti. S planiranim vzdrževanjem in primernimi nadomestnimi deli bodo podjetja dosegla povečanje učinkovitosti in trajnosti pri delu, pri katerem se srečajo z neenakomernim nalaganjem, upogibanjem v zahtevnih delovnih okoliščinah. Ta zaščita opreme prispeva k večji varnosti, učinkovitosti in kakovosti proizvodov. Nedelovanje in stroški proizvodnih procesov pa se zmanjšujejo.



	<p><a href="http://www.kts.si">www.kts.si</a>  <a href="http://www.enidine.si">www.enidine.si</a>  <a href="mailto:info@kts.si">info@kts.si</a></p>	<p>Dunajska cesta 285                  SI-1131 Ljubljana                  tel. +386-41-655-241</p>	
--	---	--	--

## Znanstvene in strovne prireditve

**11. Internationale Fluidtechnische Kolloquium (IFK) – 11. Mednarodni fluidnotehnični kolokvium**

19.–21. 03. 2018

**Aachen, ZRN**

Organizator:

- IFAS-RWTH Aachen

Moto kolokvija:

- Vezja v fluidni tehniki

Tematika:

- sistemi,
- komponente,
- simulacija,
- vrednotenje,
- digitalizacija,
- komunikacije,
- energijski močnostni menedžment,
- tribologija,

- delovni fluidi,
- pnevmatika,
- mobilna in stacionarna uporaba,
- nova področja uporabe.

Informacije:

- ga. Jutta Zaharias, IFAS der RWTH Aachen, Steinbachstrasse 53 B, 52074 Aachen, BRD; tel.: +0241-80-20-202; e-pošta: [exhibition@ifk2018.com](mailto:exhibition@ifk2018.com); internet: [www.ifk2018.com](http://www.ifk2018.com).

**Internationale Hydraulik Akademie: Seminarprogramm 2017/18 – Mednarodna hidravlična akademija: program seminarjev 2017/18**

- Vsebine 28 različnih seminarjev s področja hidravlike imajo med drugim namen:
- delavnice za osvežitev in pre-

- verjanje sposobnosti vodenja,
- hidravlični akumulatorji in njihovi nameni v hidravličnih napravah.

Posebni seminarji so namenjeni varnosti in varovanju zdravja pri delu s fluidno tehniko.

Nedavno je bil izdan tudi prvi komplet »izobraževalnih zvezkov«, ki obravnava: tlačne, tokovne, potne, zaporne in 2-potne vložne ventile.

Seminarji se izvajajo na IHA Dresden in v drugih mestih ZRN in Avstrije (Linz), po dogovoru pa tudi v drugih mestih s posebej oblikovano vsebino.

Več na spletni strani: [www.hydraulik-akademie.de](http://www.hydraulik-akademie.de).

## Literatura

[1] Jean-Pierre Otelli: **Catastrophes Aériennes** – Strahotne letalske nesreče – za katerih vzroke imajo potniki pravico izvedeti. Tako pravi avtor, poklicni pilot z 10.000 urami letenja, nosilec več rekordov in vodja akrobatske skupine (fr.: Patrouille Acrobatique) ter testni pilot. Predstavi nam 14 letalskih nesreč in vzroke zanje.

Ko pride do letalske nesreče, je težko kar takoj ugotoviti vzroke zanjo. Preiskava letalske nesreče običajno poteka dolgo, vse pa se začne s črno skrinjico. Z njo začne tudi avtor Otelli.

**Črna skrinjica** (fr.: La Boîte noire, ang.: Black box) je v resnici oranžne barve s fluorescenčnimi trakovi. Gre za napravo, nameščeno v repu letala, ki na visokokvaliteten medij zapisuje podatke delujočega letala. V letalu sta v resnici nameščeni dve črni skrinjici: zapisovalec podatkov o letu (ang.: Flight Data Recorder – FDR), ki zapisuje podatke o letu in delovanju motorjev ter drugih naprav, in zapisovalec pogovorov v kabini (ang.: Cockpit Voice Recorder – CVR), ki beleži pogovore v kabini in prostoru za potnike ter radijske pogovore s kontrolo letenja. Ti dve skrinjici sta izdelani tako, da preneseta ekstremne pogoje. CVR zadnje generacije shrani do 2 uri pogovorov, FDR pa ima avtonomijo za 25 ur in spremlja okrog 300 parametrov leta. Črni skrinjici sta opremljeni tudi z napravo za oddajanje zvoka (ang.: Underwater Location Beacon), ki deluje še 30 dni po nesreči.

Avtor analizira 14 letalskih nesreč. Najprej je na vrsti nesreča Boeinga

747 (22. julij 1996, štev. leta TWA 800), ki bi moral opraviti polet med letališčem John F. Kennedy in letališčem Roissy Charles de Gaulle. Po 20 urah in 31 minutah leta je letalo eksplodiralo. Črni skrinjici sta bili najdeni teden dni po nesreči. 19 minut po tem, ko je ValuJet 592 (DC9-32) zapustil parkirišče, je na letalu izbruhnil požar. V pilotski kabini so zaslišali krike: »Ogenj, ogenj, ogenj!« Leta 1992 se je v bližini letališča Strasbourg zrušilo letalo Airbus 320 na letu Lyon–Strasbourg. S trebuchom je letalo na letu IT 5148 Delta Alpha zadelo vrh gore Mont Sainte-Odile. Nad letališčem Orly se je razbesnela nevihta. A320 je še enkrat dokazal, da gre za letalo, ki mu gre popolnoma zaupati. Boeing 767-260 ER se je zrušil v morje. Letalo je bilo ugrabljeno. Ugrabitelji so prestrašeni ženski, ki je začela kričati, zagrozili: »Če se premakneš, te vržemo iz letala!« Kaj se je zgodilo z ugrabitelji, ni znano. Boeing 707 je vzletel z letališča Mehrabad v bližini Teherana. Pristal naj bi na letališču Bourget v bližini Pariza. Naslednja zgodba je malce za šalo in malo za res. Ali je pilot na letalu, so se spraševali potniki na letu iz Centralne Afrike proti Evropi? Oumaïma je bila v skrbeh. Otrok je imel visoko vročino in hitro se je morala vrniti v Casablanca. Na razpolaga je bil le polet z letalom ATR 42-312.

4. oktobra 1992 se je na vasico blizu letališča Schiphol v bližini Amsterdama zrušilo letalo Boeing 747-258 F. »Imamo težavo z vodenjem letala,« je sporočal kopilot. Letalo je pod kotom 70° zdrvelo proti tlom. 7. avgusta 1997 se je štirimotorno letalo DC 8 Fine Air



usmerilo po vozni stezi na stezo 27 na desni, ni samo, za njim je še 14 letal, ki čakajo na vzlet. Ob 4<sup>h</sup> zjutraj so Rusi zrušili Boeing 747. General Jurij Andropov je izdal ukaz: »Abattez la cible!« (prevod: »Sestrelji tarčo!«) 269 potnikov je bilo umorjenih. Kaj se zgodi, ko se letali znajdeti »face á face« na stezi? Boeing 747-400 je prava leteča vas, težak je 362 t in lahko prepelje 569 potnikov. In kaj se zgodi, ko tako letalo na letu od Johannesburga do Pariza zaide v turbulenco? In za konec še pristanek na trebuch DC9-32, kopilot v vlogi poveljnika letala. Dovolj, da pritegne bralca tako profesionalca kot nepoznavalca letalske problematike. Založba Altipresse, ISBN 2-911218-03-5, obseg 345 strani.

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

POSVET

**AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2017 - ASM '17**

6. decembra 2017

na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani

aktualne novice o posvetu so na voljo na [www.posvet-asm.si](http://www.posvet-asm.si)

[2] Jean-Pierre Otelli: **Les Miraculés du Ciel – Histoires de survies extraordinaires**, s podnaslov: Zgodovina neverjetnih preživetij – je delo avtorja, pilota po poklicu, ki mu letalske katastrofe niso neznanne. Napisal je kar nekaj knjig o letalski varnosti. V delu predstavlja 16 resničnih dogodkov, v katerih potniki niso imeli nobene možnosti. »Nul ne peut dire, sauf qu'ils ne sont pas morts et que c'est un miracle.«

Najprej predstavi zgodbo o trupu boeinga, ki ga je raztrgalo, sledi zgodba o boeingu, ki je na poletu v Chicago izgubil oba motorja. O dvojnem ozdravljenju (fr.: miraculé) govori tretja zgodba. Naslednja zgodba nam pripoveduje o mladi pilotki, ki doživi na poletu s prijateljicami možgansko kap. Kako se je vse skupaj končalo? Preberite *Le pilote a une attaque* (prev.: Pilot je imel napad). Čudovito jutro avgusta 1972. Jadralno letalo pade v vrt (fr.: vrille)<sup>1</sup> ali zvirt. Avtor nadaljuje pripoved z zgodbo potniškega letala MD 81 Skandinavske letalske družbe (SAS), ki se je zrušilo na tla 27. decembra 1991. V nadaljevanju nas pritegne zgodba 23-letne stewardese, ki potuje na počitnice. Le kdo bi pričakoval, da bo doživela katastrofo, da se bo zgodil čudež in da bo spoznala ljubezen svojega življenja, čeprav le za tri leta. Izgubljen v Pa-



cifiškem oceanu nam pripoveduje zgodbo o letalskem novinarju Richardu. Ob 7.15 vodja letala sedi na svojem sedežu in pogleduje proti vzhodu. Še vedno je temno in niti sledu o jutranji zarji. Ne ve, da bo z letalom DC10 zgrešil pristanek. Naslednja zgodba govori o padalcu, ki se je zaletel v jadralno letalo. Potniki na letu American Airlines 1572 niso najboljše volje. Letalo je imelo uro in 40 minut zamude. Letalo DC 9-32 Jugoslovanskega aerotransporta (reg. YU-AHT) se je 26. januarja 1972 na poletu iz Berlina v Beograd ob 16.08, ko je letelo nad Češko,

nekaj sto km od Prage zrušilo zaradi eksplozije. Nesrečo je preživela stewardesa Vesna Vulović, ki je bila v trenutku eksplozije v repu letala. Padla je z višine 10.000 m in ostala živa. Avtor knjige pravi, da je bilo med drugo svetovno vojno nekaj podobnih primerov, vendar z višine 5500 m (pilot RAF je moral izskočiti iz letala bombnika, brez padala, padel je na strmo zasneženo pobočje in ostal živ). Skakali naj bi z višine 1500 m. Problem je bil veter. Reševalno padalo se je odprlo, kar je povzročilo odpiranje glavnega padala, in posledično povleklo padalca proti repu letala, kjer je obvisel. Christian je ostal v bolnišnici leto in pol. Kaj se lahko zgodi, ko letalo pred pristankom zajame ogenj? Prisluhnimo še zgodbi pilota Patricka in pred nami je še zadnja zgodba. To je zgodba avtorja Otellija. Letalo, ki ga je pilotiral, je ostalo brez enega motorja. V takem primeru pilot razmišlja samo o tem kje pristati. In to čim prej! Niso imeli nobenega upanja. In potem se je zgodilo nekaj izjemnega.

Zal.: Altipresse, 1998, ISBN: 2-911218-04-3, obseg 423 strani, cena: 20€.

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

## Nove knjige

[1] Anonim: **Pneumatics: A Practical Guide** – E-knjiga, na voljo za prenos na uporabnikov računalnik (ang. download), priročno razlaga, kako učinkovito in varno uporabljati sodobne pnevmatične naprave. Strokovnjakom v industriji svetuje pri avtomatizaciji naprav in strojev.

Priročnik na začetku obravnava prednosti pnevmatike, poseb-

no za premočrtne pogone in strežne funkcije, v primerjavi z elektromehaniko in hidravliko. Nadaljuje s kratkim pregledom simbolov ISO za risanje pnevmatičnih shem, sledijo poglavja o pripravi stisnjenega zraka, izvedbi značilnih pnevmatičnih sestavin ter snovanju pnevmatičnih vezij, vključno z izbiro ustreznih komponent različnih izdelovalcev oz. dobaviteljev.

Knjiga ima 60 strani, posamezna poglavja pa največ 6 strani, tako da, je tematika obdelana koncentrirano, le v obsegu, nujnem za razumevanje bistva. Za ogled in prenos na lastni računalnik obiščite spletni naslov: <http://library.automationdirect.com/practical-guide-to-pneumatics>.

## Zanimivosti na spletnih straneh

- [1] **Aplikacija povečuje razpoložljivost obdelovalnih strojev** – [www.siemens.com](http://www.siemens.com) – Siemens s *Fleet Manager for Machine Tools* (Flotni menedžer za obdelovalne stroje) predstavlja aplikacijo za industrijsko platformo IoT (Internet for Things). Obdelovalni stroji in izdelovalni postroji se lahko pregledajo z aplikacijo »v oblaku«, kar omogoča večjo razpoložljivost in produktivnost. Uporabniki dobijo pregled o uporabnosti in učinkovitosti strojev in lahko zmanjšajo stroške vzdrževanja.
- [2] **CEMAT 2018 vzporedno s hannovrskim sejmom** – [www.messe.de](http://www.messe.de) – CEMAT, vodilni sejem za intralogistiko in vodenje verižne oskrbe, bo leta 2018 potekal vzporedno s hannovrskim sejmom. Razstavljalci pozdravljajo vzporednost prirediteljev, saj je intralogistika pomemben del »pametne tovarne«, poudarja Jochen Kockler, član predstojništva nemškega sejma. Oba sejma sta zasnovana samostojno, vendar imata določene stične točke predvsem na področjih avtomatizacije in avtonomne proizvodnje v okviru industrije 4.0. V središču zanimanja CEMAT-a pa bo logistika IT. Razstava, povezana s tem, bo v halah 19 in 20.
- [3] **Ergonomično oblikovana delovna mesta** – [www.boschrexroth.com](http://www.boschrexroth.com) – Z ergonomijo iz Bosch Rexrotha postane ergonomsko oblikovano montažno delovno mesto enkratno interaktivno doživetje. S pomočjo digitalne kontrolne liste se delovna mesta oblikujejo v skladu z ergonomskimi priporočili interaktivno s predlogi za optimiranje. Delovno mesto se obravnava z upoštevanjem okolja, kot so izmere prostora, osvetlitev, hrupnost, z neposrednim merjenjem s pametnim telefonom.
- [4] **Hidravlika in ribiške ladje** – <http://hydraulicspneumatics.com/hydraulic-pumps-motors/floating-fish-factory> –104 metre dolga in 15 metrov široka ribiška ladja *Northern Eagle* je največja ameriška plavajoča tovarna ribje hrane, ki deluje v Beringovem morju. Hidravlične naprave na njej opravljajo večino pomorskih in delovnih operacij. Na ladji pripravljajo globoko zamrznjene ribje filete za neposredno hitro uporabo.
- [5] **Industrija 4.0 v rednem in dopolnilnem izobraževanju** – [www.boschrexroth.de](http://www.boschrexroth.de) – *Bosch Rexroth Drive & Control Akademie* (Boch Rexrothova akademija za pogone in krmiljenje) je na voljo za redno in dopolnilno izobraževanje za industrijo 4.0. Novosti so opisane že v programu za leto 2017. Novi so izobraževalni tečaji za energetske učinkovitost pri industrijski avtomatizaciji kot tudi pri mobilni elektriki in »smernicah stroji«. Osnovno šolanje obsega uvod v temo, v nadaljevanju pa potem poglobljeno obravnavo industrije 4.0 s podrobnejšim prikazom produkcijske linije. Praktični del izobraževanja se izvaja na mehatronskem trenerju *mMS4*. Dodatno se uvaja sistem RFID in pametno oprema, povezana z MES.
- [6] **Izračun toleranc ležajev z računalniško aplikacijo** – [www.iqus.de](http://www.iqus.de) – Za imenske mere ležajev od 0,01 do 500 mm lahko uporabniki s tolerančnim računalnikom *iqus računajo* mere in tolerance za gredi in luknje. Pri tem se določa tudi vrsta priloga (z ohlapom ali tesnim ujemom). Orodje z vitko aplikacijo pametnega telefona se lahko uporablja tudi brez povezave (offline).
- [7] **Lastna spletna stran za industrijo vode** – [www.keller-druck.com](http://www.keller-druck.com) – Švicarski izdelovalec tlačne merilne tehnike *Keller* predstavlja lastno spletno stran za industrijo vode. K izdelkom, ki jih ponuja, sodijo prenosne enote, merilniki nivoja, zapisovalniki podatkov itd. za značilna področja vodnega gospodarstva, kot so: oskrba s pitno vodo, odpadne vode, podtalnice, površinski vodotoki itn.
- [8] **Pametnejše obvladovanje puščanja** – [www.mader.eu](http://www.mader.eu) – Specialist za stisnjeni zrak in pnevmatiko *Mader* s svojo aplikacijo za puščanje stisnjenega zraka nudi pametni pristop »menedžmentu puščanja«. Puščanje stisnjenega zraka se tako s »pametno opremo« hitreje, gospodarnejše in ekološko primerno zajame in obvladuje.
- [9] **Platforma s priključnim načinom za e-trgovino** – [www.ifm.com/de](http://www.ifm.com/de) – Podjetje *ifm* je s svojo platformo s priključnim načinom (onilne) napravilo velik korak pri razvoju e-trgovine. Platforma poleg iskanja izdelkov omogoča tudi informacije, kot so: najnovejše tehnologije, novice proizvajalcev, portali za prenos podatkov (download) in predelava vseh tehničnih izdelovalnih podatkov. Zasnova platforme je prilagojena vsaki velikosti slike na zaslonu, s čimer se poveča prijaznost uporabe.
- [10] **Poenostavljeno oblikovanje delovnih valjev** – [www.ljm.dk/de](http://www.ljm.dk/de) – Internetna programska oprema firme *ljm* omogoča 3D-predstavitev delovnih valjev. Samo z nekaj kliki lahko konstrukter izbere ustrezno armaturo in izvedbo tesnjenja. Oblikovalec potrdi največjo zmogljivost in vsakokratno uklonsko trdnost valja. Na koncu lahko 3D-podatke prenesete k sebi in jih vključite v svoj projekt.



brez naročnine  
(plačilo samo PTT stroški)

brezplačna  
spletna PDF revija

**WWW.SVET-ME.SI**

poišči si svoje  
točke  
po sloveniji



REVIIJA JE  
BREZPLAČNA

## Oglaševalci

AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana	180, 242
CE SEJEM, d. d., Celje	219
DOMEL, d. d., Železniki	225
DVS, Ljubljana	199
FESTO, d. o. o., Trzin	173, 244
HIWIN GmbH, Offenburg, Nemčija	230
ICM, d. o. o., Celje	187, 243
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.) NORGREN, Lesce	173
INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija	198
JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	233
KTS, Štebej Miha, s. p., Ljubljana	238
MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	173
OLMA, d. o. o., Ljubljana	173
OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana	173, 235
OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin	173
PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	173
PH Industrie-Hydraulik GmbH, Spröckhovel, Nemčija	181
POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o., Žiri	173, 174
PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	176
PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	207
S3C, d. o. o., Ljubljana	173
STROJNISTVO.COM, Ljubljana	192
STÄUBLI Systems, s.r.o., Pardubice, CZ	229
SUN Hydraulik, Erkelenz, Nemčija	218
TEHNA, d. o. o., Ljubljana	228
UL, Fakulteta za strojništvo	191
UM, Fakulteta za strojništvo	187
VISTA HIDRAVLIKA, d. o. o., Žiri	173
YASKAWA SLOVENIJA, d. o. o., Ribnica	191

[11] **Pravi delovni valj, zahvaljujoč priključnemu iskalniku**

– [www.aventics.com](http://www.aventics.com) – S priključnim (online) iskalnikom delovnih valjev firme Aventics lahko projektanti hitro izberejo pnevmatični valj, ustrezen uporabi in razpoložljivim variantam izvedbe. Najprej je potrebno vnesti vse podatke o uporabi in potem opraviti ustrezno izbiro. V tabelo izbire se lahko vključujejo pomembni podatki, različne izvedbe valjev pa se potem med seboj primerjajo.

[12] **Preprečevanje problemov z O-obročki**

– <http://hydraulicpneumatics.com/seals/six-tips-avoiding-o-ring-problems> – Čeprav so O-obročki že dolgo v široki uporabi za različne vrste in načine tesnjenja, je potrebno biti pazljiv pri njihovi izbiri. Danih je 6 priporočil, kako preprečiti napake in težave z njimi.

[13] **Regulirna centrala za tlak in prostorninski tok**

– [www.voith.com](http://www.voith.com) – Zobniška črpalka z notranjim ozobjem se lahko uporablja tako v napravah s konstantno kot variabilno vrtilno frekvenco. Na voljo je kompenzirana zobniška črpalka z nizko emisijo hrupa in visokim izkoristkom tudi pri visokem delovnem tlaku in z dolgo življenjsko dobo. Z uporabo v sistemu s spreminjanjem iztislne postane regulirna centrala za tlak in prostorninski tok. Hidravlični sistemi dobijo tako do sedaj neznano funkcionalnost. Električno energije lahko natančno pretvarjajo v hidravlično, kakršno potrebujejo v sistemu. Klasična regulacija z ventili tako popolnoma ali deloma odpade.

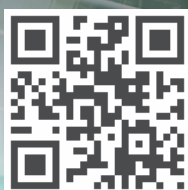
[14] **Vzdrževanje za industrijo**

– [www.werkbliq.de](http://www.werkbliq.de) – Podjetje WERKBLIQ opravlja od dobaviteljev neodvisno vzdrževalno platformo za stroje in drugo industrijsko opremo, kjer so skupaj navedeni uporabniki strojev, serviserji in dobavitelji rezervnih delov, ki so zainteresirani za digitalizacijo vzdrževanja. Naročila za servisiranje se tako lahko izvajajo hitreje in enostavneje.

13.-15.02.2018

Ljubljana, Slovenija

Gospodarsko razstavišče, [www.icm.si](http://www.icm.si)



Mednarodni sejmi za avtomatizacijo, mehatroniko, robotiko, industrijsko in profesionalno elektroniko ter elektrotehniko

International Trade fairs for automation, mechatronic, robotics, professional & industrial electronics, electrotechnics

# Nakupi po spletu pri FESTU

# FESTO

“Autom@tion online”

Več kot 20.000 izdelkov lahko po internetu kupite hitreje, bolj priročno in v vsakem trenutku. Vaše osebno geslo vam dovoljuje vstopanje v Festovo spletno trgovino 24 ur na dan, sedem dni na teden.

Eno samo naročilo za karkoli, kar potrebujete, lahko vpišete hitro in elektronsko. Spletna trgovina Festo vključuje tekoče informacije o vseh naših izdelkih, cenah in razpoložljivosti. Modre zvezde označujejo naš standardni program, ki je praviloma na zalogi in dobavljiv v štirih delovnih dneh. Modro obrobjene zvezde so izpeljanke standardnega programa (modrih zvezd). Običajno so to konfiguracijski izdelki v sklopu standardnega programa.

Izbira funkcije sledenja vam dovoljuje, da preverite status vseh vaših spletnih naročil – tudi tistih, ki ste jih posredovali po elektronski pošti, telefaksu ali telefonu.

Za registracijo v spletno trgovino pojdite enostavno na [https://www.festo.com/cms/sl\\_si/index.htm](https://www.festo.com/cms/sl_si/index.htm) in izpolnite prijavnico. Informacija v realnem času – s klikom na miško.

**Festo, d.o.o. Ljubljana**

Blatnica 8

SI-1236 Trzin

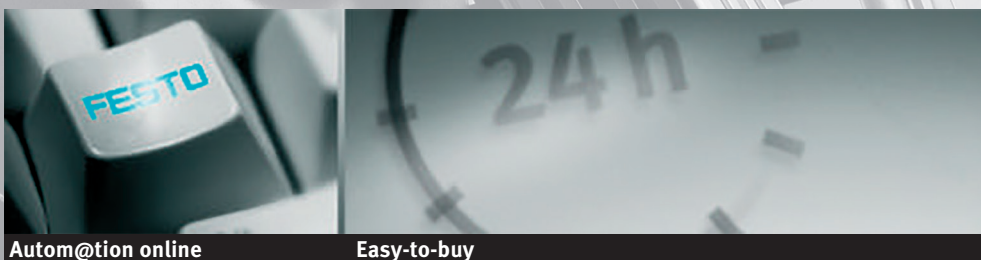
Telefon: 01/ 530-21-00

Telefax: 01/ 530-21-25

Hot line: 031/766947

sales\_si@festo.com

www.festo.si



Autom@tion online

Easy-to-buy