



**OPL**

**FESTO**

**POCLAIN**  
Hydraulics

**Parker**

**IMI**  
Precision Engineering

**MIEL** **OMRON**  
DISTRIBUTOR  
Elementi in sistemi za industrijsko avtomatizacijo

**VISTA**  
HIDRAVLIKA

**FANUC**

**OMEGA**  
AIR

- Intervju
- Industrija 4.0
- Prihajajoče tehnologije
- Zaznavanje dolitosti s strojnimi vidom
- Hidravlični sistem za balirne stiskalnice
- Mazalne lastnosti ionskih tekočin
- Robotika
- Letalstvo
- Podjetja predstavljajo

## industrijska olja in maziva

**OLMA**  
[www.olma.si](http://www.olma.si)

# Širok nabor hidravličnih ventilov

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

## > Ventili za zaprte tokokroge

→ Ventili za zagotavljanje  
oprjema koles

- Ventili za preprečevanje zdisavanja
- Delilniki toka
- "Twolock" ventili



→ Ventili za prosti tek



→ Ventili za izpiranje  
tokokroga



## > Ventili za odprte tokokroge

→ Protipovratni ventili



→ Tlačni ventili



→ Tokovni ventili



→ Potni ventili



## > Ventili za zavore

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



→ Ventili za polnjenje  
akumulatorja



→ Kompaktni multifunkcijski ventili  
(sproženje zavore in polnjenje  
akumulatorja)



## > Namenski krmilni bloki

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





Impresum	5	■ INTERVJU	
Beseda uredništva	5	Yaskawa Electric Corporation, Yaskawa Slovenija in Yaskawa Ristro	6
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	18	■ INDUSTRIJA 4.0	
■ NOVICE – ZANIMIVOSTI	24	<i>Niko HERAKOVIČ</i> : Nekateri tehnološki izzivi Industrije 4.0	10
Seznam oglaševalcev	78	■ PRIHAJAJOČE TEHNOLOGIJE	
Znanstvene in strokovne prireditve	53	<i>Janez ŠKRLEC</i> : 10 tehnologij, ki jih morate spremljati v letu 2016	32

**Naslovna stran:**

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	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
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	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
FESTO, d. o. o. IOC Trzin, Blatnica 8 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)1 530 21 10 Fax: + (0)1 530 21 25	VISTA Hidravlika, d. o. o. Kosovelova ulica 14, 4226 Žiri Tel.: 04 5050 600 Faks: 04 5191 900 www.vista-hidravlika.si
Poclain Hydraulics, d.o.o. Industrijska ulica 2, 4226 Žiri Tel.: +386 (0)4 51 59 100 Fax: +386 (0)4 51 59 122 e-mail: info-slovenia@poclain-hydraulics.com internet: www.poclain-hydraulics.com	FANUC Adria, d. o. o. Kidričeva 24b 3000 Celje, SLOVENIA Tel.: +386 8 205 64 97 GSM: +386 31 751 689 Faks: +386 8 205 64 98
PARKER HANNIFIN Corporation Podružnica v Novem mestu Velika Bučna vas 7 8000 Novo mesto Tel.: + (0)7 337 66 50 Fax: + (0)7 337 66 51	OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana Cesta Dolomitskega odreda 10 1000 Ljubljana T + 386 (0)1 200 68 63 F + 386 (0)1 200 68 50 www.omega-air.si

## ■ STROJNI VID

*Miha PIPAN, Niko HERAKOVIČ*: Zaznavanje dolitosti dolgih brizganih izdelkov s strojnim vidom 36

## ■ HIDRAVLIČNI SISTEMI

*Aleš BIZJAK, Robert JURCA*: Hydraulic system for lager bailer press – design, production and commissioning 42

## ■ HIDRAVLIČNE TEKOČINE

*Milan KAMBIČ, Roland KALB, Darko LOVREC*: Mazalne lastnosti ionskih tekočin za hidravlične sisteme 48

## ■ ROBOTIKA

*Toni ACCETTO, Jan KRAMŽAR*: Senzor sile kot integrirana rešitev robotov Mitsubishi 54

## ■ LETALSTVO – INTERVJU

Robert Krajnc, direktor Letališča Portorož 58

## ■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Ventilski otok VTUG (*FESTO*) 62  
 Inteligentna transportna veriga (*HENNLICH*) 63  
 Tehnične cevi (*SMC*) 64

## ■ NOVOSTI NA TRGU

Svetlobne varnostne zavese OMRON F3SG-R (*MIEL ELEKTRONIKA*) 66  
 Nov hidravlični blok za stiskalnice – Parker PPCC (*PARKER*) 67  
 Integracija komunikacijskega vmesnika POWERLINK v robotski krmilnik DX200 (*YASKAWA*) 67

## ■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO

Sodelujoči robot z nosilnostjo 35 kg (*FANUC*) 68  
 Petdeset metrov brez vodil (*HENNLICH*) 70  
 Merilna oprema za stisnjen zrak in analize delovanja kompresorskih postaj (*OMEGA AIR*) 72  
 iTRAK® – transportni sistem prihodnosti (*TEHNA*) 76

## ■ LITERATURA – SPLETNE STRANI

Novo knjige 78  
 Zanimivosti na spletnih straneh 78





# YASKAWA

Robotika je uveljavljena na veliko področjih. Eno izmed teh področij je tudi interakcija med človekom in robotom in prav temu področju smo snovalci dogodka **Dnevi industrijske robotike-DIR 2016**, namenili posebno težo. **DIR 2016** bo tako potekal od **4. do 8. aprila 2016** na **Fakulteti za elektrotehniko** in nanj ste vabljeni vsi, ki vas zanima področje robotike, tako študentje(\*) kot vsi ostali(\*\*).

## PREDAVANJA

Tudi letos bomo prvi dan namenili vabljenim predavanjem, kjer bomo prisluhnili strokovnjakom, ki nam bodo povedali veliko zanimivega na temo robotike. Med drugim bomo govorili o **avtonomni ladjici** in **robotu, ki se vozi po polju**.

## APLIKACIJE

Od torika do četrta bodo potekale predstavitve zanimivih aplikacij, ki jih pripravljamo študentje Fakultete za elektrotehniko. Lahko se boste pomerili v **igranju pikada** proti 6-osnemu robotu **Motoman serije MH5**. Za tiste, ki se bolj navdušujete nad namiznimi igrami pa bo na voljo aplikacija **igranje domin**, kjer bo robot podjetja **Mitsubishi** proti vam igral s pomočjo robotskega vida.

Na dogodku bodo tudi aplikacije, ki so bolj industrijsko naravnane. Tako boste lahko skupaj z robotom **sestavili električni števec**. V pomoč pri sestavljanju vam bo najnovejši robot podjetja **ABB-YuMI**, ki je zasnovan za delo skupaj v sodelovanju s človekom.

Iz prejšnjega DIRA-a pa bomo nadaljevali osveženo in še bolj dovršeno aplikacijo **spajkanja**, kjer vam bo robot podjetja **Fanuc** sestavil pravo tiskano vezje, ki ga boste lahko odnesli domov. Pozabili pa nismo na tipične industrijske aplikacije kot je naprimer **polnjenje in zapiranje epruvet**. Pri tej aplikaciji bomo lahko videli sodelovanje dveh različnih robotov podjetij **ABB** in **Epson**.

Za sproščanje smo pripravili **Robomasažo**, kjer vas bo robot podjetja **Universal Robots** masiral, zraven pa boste lahko poizkusili sveže pečeno pokovko, ki jo bo pripravil robot podjetja **Kuka**. Preizkusili boste lahko tudi kako poteka operacija s pomočjo haptičnih robotov **Omega** in 3D kamer.

## EKSKURZIJA

Zadnji dan dogodka, torej v petek se bomo odpravili na strokovno ekskurzijo, kjer bomo odšli v različna slovenska podjetja in tam videli delovanje robotov v realnem okolju. Vsi študentje ste dobrodošli, da se nam pridružite.

## TEKMOVANJE RobotChallenge

Že pred DIR-2016 bo potekalo tekmovanje, kjer se udeleženci pomerijo v **načrtovanju robotskih celic** s pomočjo okolja RobotStudio. Ne potrebujete predhodnega znanja, saj bo najprej organizirano uvodno predavanje, kasneje pa boste udeleženci dobili naloge, ki jih boste kar najbolj inovativno rešili. Najboljše rešitve bomo bogato nagradili. Zato študentje ne čakajte in se prijavite!



*\*Udeleženci aplikacij so lahko študentje katerekoli fakultete ali univerze. Udeleženci: se podrobno seznanijo z delovanjem robotov. Število mest je omejeno, zato priporočamo čimprejšnjo prijavo. S tem je aplikacija z organizatorji na voljo prijavitelju ob definirani uri. Študentje organizatorji prilagodimo kompleksnost predstavitve predznanju slušatelja, specifično predznanje ni zahtevano.*

INDUSTRIJSKI PARTNERJI

## ZLATI POKROVITELJI

**BRINOX**  
(pročevalski sistemi)

**ISKRAEMECO**

**RLS**

**FANUC**  
ROBOTICS

**pio**  
Iskra pio d.o.o.  
Proizvodnja industrijske opreme  
Trubarjeva cesta 5  
SI - 8310 SENTJERNEJ

## SREBRNI POKROVITELJI

**HALDER**  
NORM+TECHNIK

**INEA** rbt

**ROBOTEH**  
AVTOMATIZACIJA, ROBOTIKA

## BRONASTI POKROVITELJI

**elektro** gorenjska

**ABB**

**INTECTIV**

**tipteh**

**ALEKTRON**

**FESTO**

**odelo**  
Automotive Signal Lights

**avtomatika**  
Mehatronska tehnologija • Robotika • Avtomatizacija • Servisiranje robotov

**ELEKTRONIKE** svet

**IRT 3000**  
Inovacije v svetovni tehnologiji  
www.irt3000.com

**Joker**  
Kakovostno Znanje

**MEHATRONIKE** svet

**MOBINET**

**MojaObčinasl**

**Računalniške** novice

**študent**

**VERTIL**

MEDIJSKI PARTNERJI

**\*\*Sam ogled celotnega programa DIR za vse obiskovalce je možen v popoldanskem času brez najave, vstop je brezplačen. Na ogled vabimo tudi srednje in osnovne šole v dopoldanskem času, ki nas prosim predhodno kontaktirajte preko spletne strani dogodka. Več informacij o prijavi in samem dogodku lahko najdete na spletni strani [www.dnevirobotike.si](http://www.dnevirobotike.si)**



© Ventil 22 (2016) 1. Tiskano v Sloveniji.  
Vse pravice pridržane.  
© Ventil 22 (2016) 1. Printed in Slovenia.  
All rights reserved.

## Impresum

Internet:  
http://www.revija-ventil.si

e-mail:  
ventil@fs.uni-lj.si

ISSN 1318-7279  
UDK 62-82 + 62-85 + 62-31/-33 + 681.523 (497.12)

VENTIL – revija za fluidno tehniko, avtomatizacijo  
in mehatroniko  
– Journal for Fluid Power, Automation  
and Mechatronics

Letnik	22	Volume
Letnica	2016	Year
Številka	1	Number

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

Ustanovitelj:  
SDFT in GZS – ZKI-FT

Izdajatelj:  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Glavni in odgovorni urednik:  
prof. dr. Janez TUŠEK

Pomočnik urednika:  
mag. Anton STUŠEK

Tehnični urednik:  
Roman PUTRIH

Znanstven-strokovni svet:  
prof. dr. Maja ATANASIJEVIČ-KUNC, FE Ljubljana  
izr. prof. dr. Ivan BAJSIČ, FS Ljubljana  
doc. dr. Andrej BOMBAC, FS Ljubljana  
prof. dr. Peter BUTALA, FS Ljubljana  
prof. dr. Alexander CZINKI, Fachhochschule Aschaffenburg,  
ZR Nemčija  
doc. dr. Edvard DETIČEK, FS Maribor  
prof. dr. Janez DIACI, FS Ljubljana  
prof. dr. Jože DUHOVNIK, FS Ljubljana  
prof. dr. Niko HERAKOVIČ, FS Ljubljana  
mag. Franc JEROMEN, GZS – ZKI-FT, je upokojen  
prof. dr. Roman KAMNIK, FE Ljubljana  
prof. dr. Peter KOPACEK, TU Dunaj, Avstrija  
mag. Milan KOPAC, POCLAIN HYDRAULICS, Žiri  
izr. prof. dr. Darko LOVREC, FS Maribor  
izr. prof. dr. Santiago T. PUENTE MÉNDEZ, University of  
Alicante, Španija  
doc. dr. Franc MAJDIČ, FS Ljubljana  
prof. dr. Hubertus MURRENHOF, RWTH Aachen, ZR Nemčija  
prof. dr. Gojko NIKOLIČ, Univerza v Zagrebu, Hrvaška  
izr. prof. dr. Dragica NOE, FS Ljubljana  
dr. Jože PEZDIRNIK, FS Ljubljana  
Martin PIVK, univ. dipl. inž., Sola za strojništvo, Škofja Loka  
prof. dr. Alojz SLUGA, FS Ljubljana  
Janez ŠKRLEČ, inž., Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije  
prof. dr. Brane ŠIROK, FS Ljubljana  
prof. dr. Željko ŠITUM, Fakultet strojarstva in brodogradnje  
Zagreb, Hrvaška  
prof. dr. Janez TUŠEK, FS Ljubljana  
prof. dr. Hironao YAMADA, Gifu University, Japonska

Oblikovanje naslovnice:  
Miloš NAROBÉ

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

Lektoriranje:  
Marjeta HUMAR, prof., Brigita OREL

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

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

Marketing in distribucija:  
Roman PUTRIH

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

Naklada:  
1500 izvodov

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

Revijo sofinancira Javna agencija za raziskovalno  
delavnost 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.

## Dodatek na stalno pripravljenost



*Kaj se dogaja z našo akademsko, znanstveno in univerzitetno sfero? Kje so etika, moralna, logika, zdrav razum in poštenost? Kje, kaj, kdaj in kdo so vprašanja za izvirni greh nastale situacije? Naj takoj na začetku pove-  
mo, da smo o tem problemu v tej reviji že večkrat pisali, da smo že takrat navedli izvirni greh in ga bomo ob tej priliki ponovili. Večina napak, deviacij, pohlepnosti, egoističnosti, napuha, negospodarnosti, lakomnosti in številnih drugih nepravilnosti izvira iz prevelike »domačnosti« delovanja visokošolskih in univerzitetnih ustanov v naši Republiki*

*Sloveniji. »Domačnost« pa nastane zaradi predolgega službovanja na enem mestu, zaradi pravil, ki onemogočajo domačo ali tujo konkurenco na učiteljskih mestih in zaradi nedotakljivosti zasedenih akademskih delovnih mest na univerzah.*

*Ko dijak izbere fakulteto za študij, jo uspešno konča, ostane na isti ustanovi pridobi pedagoške nazive docent, izredni in redni profesor, postane »kralj«. Po eni strani mu zrastejo »krila«, po drugi pa postane »omejen«. In ko ta ista oseba postane vodja oddelka, vodja katedre in dekan ali celo minister, je jasno, da to ni celovita osebnost, primerna za najvišje funkcije v državi. Ta ista oseba je to dosegla brez ostre konkurence, brez neodvisnega nadzora in brez poštene in odkrite kritične presoje od podrejenih in nadrejenih.*

*In kje je rešitev? Zelo preprosto, kar smo na tem mestu že večkrat zapisali in je poznano praktično na vseh univerzah v razvitem svetu. Noben diplomant javne fakultete ne bi smel takoj po zaključku šolanja ostati v službi na isti javni ustanovi. Celo več: država bi morala sprejeti zakon, v katerem bi bilo jasno napisano, koliko časa je posamezna oseba po zaključku šolanja lahko v javni službi na breme davkoplačevalcev. Na ta način bi se »domačnost« v veliki meri odpravila.*

*Pa pogledjmo primer Mramor. Zatrdil je, da mu je pravna služba dala pozitivno pravno mnenje o plačilu za stalno pripravljenost, kar se je kasneje izkazalo, da ni res. Torej se je zlagal. Ali je lahko nekdo, ki laže, dvakrat minister, dekan in redni profesor? Prav gotovo ne. Pravi, da ni vedel, da njemu ne pripada plačilo za stalno pripravljenost. Ali je lahko nekdo dvakrat minister, dekan in redni profesor, če te preproste, povsem jasne zakonitosti ne pozna? Prav gotovo ne. Pri pojasnjevanju izplačila za stalno pripravljenost je govoril bebavo, površno, brez konkretnih podatkov in nejasno. Ali je lahko nekdo dvakrat minister, dekan in redni profesor, če povsem preprosto situacijo razlaga tako nerazumljivo? Prav gotovo ne. Trije neji, ki vse povedo o značaju človeka.*

*Samo za primerjavo. Če se v naravi pojavi bolezen, na primer lubadar v gozdu, je za njegovo zaježitev in uničenje treba ostro ukrepati. Posekati je treba vsa poškodovana drevesa in tudi okužena zdrava drevesa. Če gospodar gozda tega ne stori, se sreča s še večjimi posledicami. Drugi primer. Pred desetletjem smo imeli v Sloveniji največ prometnih nesreč na prebivalca v Evropi. S sprejetjem nove zakonodaje za prometne prekrške, ki je bila in je še najostrejša v Evropi, se je pri nas število nesreč drastično zmanjšalo.*

*Podobno bi bilo treba ukrepati na akademskem področju. Število kršitev je preraslo vse razumne meje. Spremeniti bi bilo treba zakonodajo do take mere, da bi takim kršiteljem, kot so razni mramorčki, brenčički, žizmončki, setnikarji in drugi, prepovedali opravljati pedagoško delo. Zakonodaja bi morala omogočiti, da se takim ljudem vzame pedagoški naziv. Ali ni to povsem analogno z voznikiškim izpitom? V obeh primerih je potrebno dokazati neka znanja in neke s predpisi določene veščine, pa naj bo to za pridobitev vozniškega dovoljenja ali naziva profesor. S prekrški jih očitno zanikajo, kar pomeni, da niso več primerni za nazive, ki so jih pred časom dobili.*

*Nekateri na ljubljanski univerzi porabljajo denar neupravičeno, drugi na isti univerzi, ki delamo na tehničnem področju, pa nimamo denarja niti za potrošni material za vaje za študente. Tega moramo, če sploh želimo opravljati praktične in laboratorijske vaje, kupovati z denarjem, ki ga pridobimo z delom na prostem trgu. Celo več: nekateri moramo prostore za opravljanje laboratorijskih vaj vzdrževati z denarjem, ki ga prislužimo na trgu z delom v podjetjih, in to izven zakonsko predpisanih pedagoških obveznosti. Kakšna enakost na isti ustanovi!*

Janez Tušek

# Yaskawa Electric Corporation, Yaskawa Slovenija in Yaskawa Ristro

Mihael DEBEVEC

Na slovenskem trgu sta podjetji YASKAWA Slovenija, d. o. o., in YASKAWA Ristro, d. o. o., poznani kot uspešni podjetji že od samih začetkov poslovanja v devetdesetih letih prejšnjega stoletja. Skozi zgodovino podjetij nas bo na kratko popeljal g. Hubert Kosler, ki podjetji vodi kot direktor že od samih začetkov. Prav tako nas bo seznanil, kako se podjetji odzivata na moderne trende, da vseskozi ostajata v tehnološkem vrhu in z vizijo delovanja v prihodnosti.



Hubert Kosler, direktor podjetij Yaskawa Slovenija in Yaskawa Ristro

**Ventil:** Prosim vas, da na kratko predstavite zgodovino matičnega podjetja Yaskawa Electric Corporation, podjetij Yaskawa Slovenija in Yaskawa Ristro in njihovo dejavnost.

**Hubert Kosler:** Leta 1990 je bilo ustanovljeno podjetje Motoman Robotec, d. o. o., kot 100-odstotno hčerinsko podjetje nemške firme Motoman Robotec GmbH, leta 1996 pa proizvodno podjetje Ristro, d. o. o., da bi pokrili potrebe po robotskih sistemih v evropski industriji. Leta 2010 se je Ristro, d. o. o., preimenovalo v YASKAWA Ristro, d. o. o., podjetje Motoman Robotec, d. o. o., pa v YASKAWA Slovenija, d. o. o.

**Ventil:** Yaskawa Slovenija in Yaskawa Ristro sta od samih začetkov zelo uspešni podjetji. Kaj je po vašem

mnenju ključno za njuno uspešno poslovanje? Kako so se ob tem razvijali kadri?

**Hubert Kosler:** Od leta 1990 naprej je naša firma štela vsega 5 ljudi, ki smo se krepili v inženiringu na področju manjših projektov robotike in montažnih paletnih transfernih sistemov.

Vsi smo bili vključeni v vse procese – od koncipiranja projekta, izdelave ponudbe, pogajanja in nato izvedbe projekta do končne montaže, šolanja kupca – bili smo pač multi-praktiki, vsi smo opravljali prav vse vrste del in nalog.

Za nas je bilo zelo pomembno leto 1996, ko so nemški lastniki v celoti odprodali svoje deleže Yaskawe in

tako smo postali del Yaskawe YEC. Nekaj mesecev po prevzemu je YEC Japonska želela nove pristope v Evropi. Tako je tudi mene doletel izziv »postavitve proizvodne firme za potrebe Evrope« za pozicionerje in robotske celice.

5-letne izkušnje na področju inženiringa in vodenja projektov so predstavljale dovolj močno bazo in samozavest za sprejetje takega izziva. V dveh mesecih sem našel današnjo lokacijo, pripravil študijo izvedljivosti, povabil takratno vodstvo iz Nemčije in jim predstavil koncept.

V nekaj dneh po tej predstavitvi sem dobil »GO« in tako smo dobili mandat za postavitve proizvodne firme za potrebe Evrope. Od 1996 do 2007 smo beležili zmerno rast tako v kadrovanju kakor v poslovnih rezultatih. Bistven mejnik je bila recesija, ki je narekovala, da Yaskawa povsem reorganizira svoje poslovanje v Evropi. Glede na konsistentno dobro poslovanje v obdobju 1996–2007 in ob sočasnem razvijanju inženirskega kadra so nas japonski lastniki v Yaskawi prepoznali kot dober potencial za zametek evropskega robotskega centra.

Potrditvi tega razmišljanja sledi v letu 2009 odobrena dvomilijonska investicija za širitev inženiringa na področju pozicionerjev, robotskih celic in postavitve novega oddelka za gradnjo varilnih vpenjalnih priprav in robotskih prijemal. Investicija je pomenila tudi dodatno zapo-



slovanje več kot 50 ljudi in izjemen razvoj na področju inženiringa. Danes imamo v obeh podjetjih skupaj 125 zaposlenih, od tega 56 inženirjev. Razvoj kadra že vseskozi temelji na podeljevanju štipendij študentom, opravljanju poletnih praks, izjemno dobro pa sodelujemo s Fakulteto za strojništvo Ljubljana in Fakulteto za elektrotehniko Ljubljana. Še zlasti je treba izpostaviti dobro sodelovanje s profesorji pri definiranju tem za diplomske naloge. Po opravljenem zagovoru diplomske naloge tako novo pečene inženirje lahko takoj zadolžim za dela in naloge, saj so se z opravljanjem praktičnega dela v preteklosti in z diplomsko nalogo že dodobra spoznali z delom in stroko. To je ena od bistvenih valilnic kadrov v našem podjetju. Sočasno pa že vsa leta potekajo tedenski tečaji angleškega in nemškega jezika. Tako vsak zaposleni lahko aktivno komunicira z našimi kupci iz tujine, ki dnevno prihajajo k nam na predprezeme robotskih celic. Naši tehniki in inženirji pa izvajajo montaže, zagone in programiranje robotskih celic po

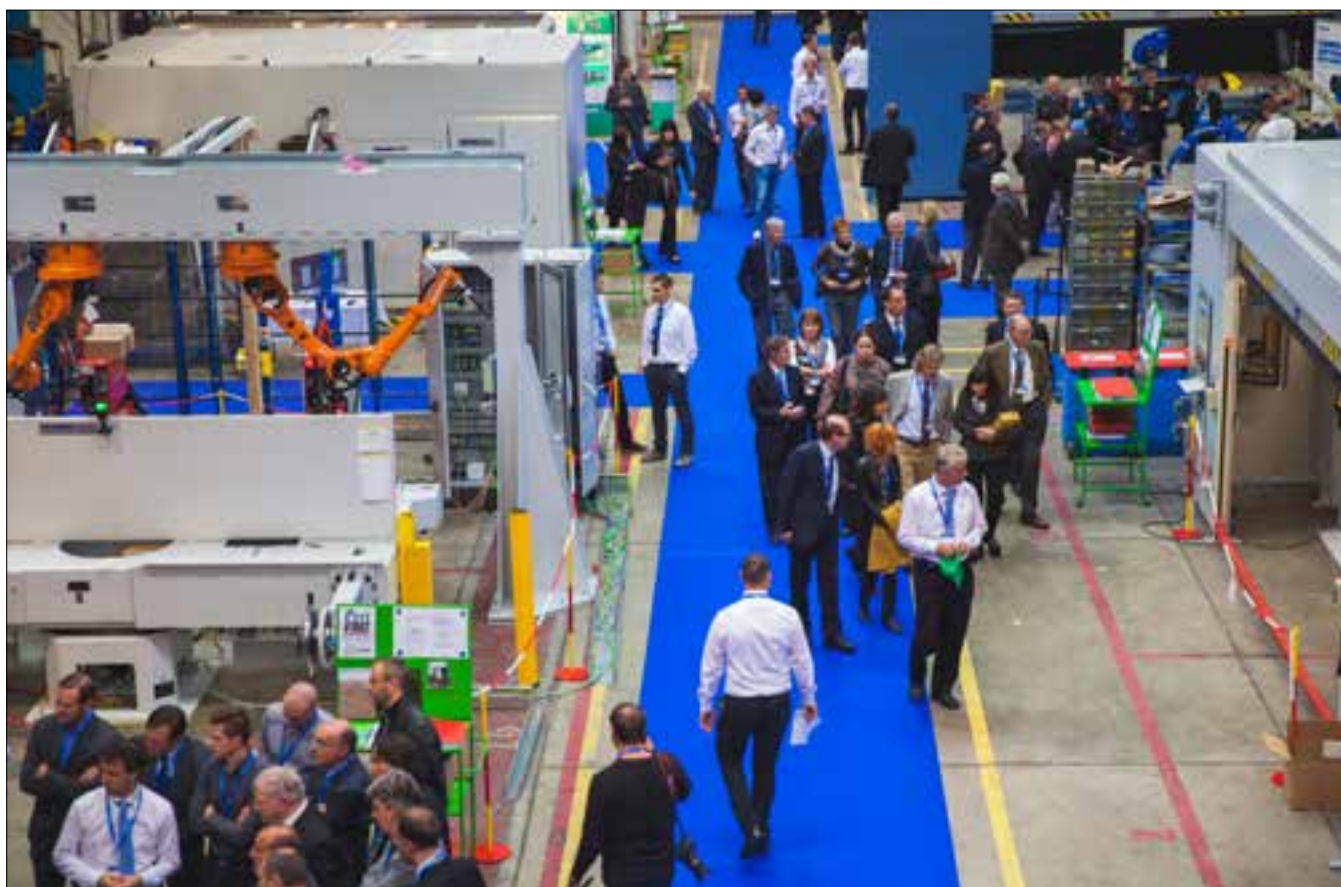


*Premier Cerar na obisku v Yaskawi ob praznovanju 100 obletnice matičnega podjetja*

celem svetu (Kitajska, Mehika, Južna Afrika, Koreja, Poljska). Brez znanja enega od tujih jezikov ta segment prodaje, ki našemu podjetju prinaša zelo dobre prihodke, ne bi bil mogoč. Potekajo tudi izobraževanja za t. i. mehke veščine, kot so komunikacija, delegiranje del in nalog, obnašanje v kritičnih situacijah, delo-

vanje pod stresom itd. Glavni motiv vseh vlaganj v naše zaposlene je en sam: končno zadovoljstvo kupcev.

**Ventil:** *Za Yaskawini podjetji v Sloveniji je značilno, da prodajata svoje izdelke po celem svetu. Kako so se vaši trgi in kupci uspešno razvijali z rastjo obsega poslovanja?*



*Ogled proizvodnje ob praznovanju 100 obletnice matičnega podjetja*



Industrijski roboti Motoman

**Hubert Kosler:** Mnogo kupcev v tujini, ki podajo naročilo v naši centrali v Nemčiji, zahteva, da smo vključeni v celotno fazo projekta prav mi z našo ekipo.

Tako prevzemamo vse aktivnosti – od izdelave ponudbe, predstavitve in zagovora ponudbe pri kupcih, vodenja projektov, izvedbe in zagona pri končnem kupcu. Vsi ti uspehi so dober dokaz, da smo na pravi poti!

**Ventil:** Ali pri razvoju podjetij uporabljate napredne in inovativne tehnike, ki vas uvrščajo v sam tehnološki vrh?

**Hubert Kosler:** Veliki preskok v razmišljanju smo naredili pred tremi leti, ko smo pričeli s prof. dr. Herakovičem in dr. Metlikovičem iz Fakultete za strojništvo v Ljubljani uvajati principe vitke proizvodnje. Če bi mi kdo v preteklosti rekel, da bi lahko z uvajanjem vitke proizvodnje in njenih bistvenih atributov: manj je več – z manj ljudmi dosega ti večjo produktivnost, na manjšem tlorisu proizvesti več in ob zniževanju stroškov in boljši organiziranosti dvigovati pozitivno klimo, bi rekel, da je to misija nemogoče.

Danes pa smo po prvih uspešno izvedenih pilotnih projektih postali kot celoten kolektiv zavezani filozofiji vitke proizvodnje in metodam stalnih izboljšav.

Rezultati se stalno izboljšujejo, motivacija zaposlenih pa je na zelo visokem nivoju.

**Ventil:** Ali mogoče aktivno sodelujete z akademskimi in raziskovalnimi institucijami v Sloveniji? Kakšen pomen temu pripisuje vaše matično podjetje?

**Hubert Kosler:** Uspešno sodelujemo tako s Fakulteto za strojništvo v Ljubljani in Fakulteto za elektrotehniko v Ljubljani.

Na Fakulteti za strojništvo s prof. dr. Možino in prof. dr. Jezerškom sodelujemo na področju avtomatskega učenja robota, strojnega vida in la-

serskih tehnoloških obdelav. To sodelovanje nam odpira nova in nova obzorja, predvsem pa smo se naučili sodelovati z akademsko sfero, kar pa je za nas spet nov miselni preskok!

Ob tem lahko dodamo, da nas matično podjetje vrednoti predvsem po dobrih poslovnih rezultatih, načinu organizacije in vodenja in po inovativnih pristopih in rešitvah, zelo cenijo tudi naše dobro sodelovanje s fakultetami.

Yaskawa Japonska tudi že več let sodeluje z Institutom Jožef Stefan, ki razvija določene algoritme za Yaskawine robote.

Yaskawa je že danes močno vpeta v sodelovanje s fakultetami in inštituti v Sloveniji, kar je za nas izjemna prednost.

**Ventil:** Kakšna je vaša vizija razvoja in širitve podjetij v bodoče, da boste ostali še naprej vodilni na svojem področju?

**Hubert Kosler:** Naša vizija Yaskawe v Evropi je »Best in class customer service«, kar pomeni, da se moramo stalno razvijati in izpopolnjevati tako na organizacijskem kakor tudi na strokovnem področju.

**Ventil:** V zadnjem času se veliko govori o postavitvi nove tovarne ro-



Robotska varilna celica z industrijskima robotoma Motoman, pritrjenima na dvo položajno pozicionirno mizo





Aplikacija adaptivnega robotskega nadzora varjenja MOTOSense

botov Yaskawa v Evropi. Ali ima po vašem mnenju Slovenija možnosti za postavitev take tovarne s tehnološkega in kadrovskega vidika?

**Hubert Kosler:** Postavitev tovarne robotov v Evropi je kljub dogodkom na Kitajskem, padcu na borzah in kaosu v svetu še vedno močno aktualna.

Glavna konkurenca Sloveniji so še vedno Slovaška, Češka in Poljska, pri čemer je seveda Slovenija zaradi naših 25-letnih vlaganj v rahli prednosti. Pričakujemo finalne odločitve

v poletnih mesecih, vmes pa se bo bila huda bitka za pridobitev mandata za postavitev tovarne.

Glede na mnogoletne izkušnje sem prepričan, da bomo sposobni projekt izpeljati, če bo izbrana Slovenija. Pri tem projektu gre vsekakor za življenjski izziv.

**Ventil:** Nova visokotehnološka tovarna bi pomenila veliko novih delovnih mest. Ali imajo državne in občinske institucije posluš, da podprejo tako investicijo? Ali so na voljo kakšna strukturna sredstva ali so finan-

ciranje investicij, kar bi še dodatno pritegnilo investitorje?

**Hubert Kosler:** Vsekakor matična firma YEC pričakuje, da bo izbrana država v celoti izpolnila ponujeno državno pomoč. Zavedati se moramo, da si vsaka od držav kandidatke močno prizadeva dobiti tak program, kot je proizvodnja robotov, ki je okolju prijazna in na najvišji možni tehnološki ravni – high-tech. Posledično to pomeni izjemen razvoj na lokalni ravni in pa seveda sodelovanje z inštituti in fakultetami, zaposlovanje inženirskega kadra in ne nazadnje postavitev izbrane države na zemljevid robotskih svetovnih igralcev!

### Za zaključek pa ponoven apel:

Ta projekt Slovenija lahko pridobi samo ob popolni podpori vlade in lokalne skupnosti. Brez te podpore je končni rezultat na dlani: zmagovalka bo konkurenčna kandidatka – v Sloveniji pa proizvodnje robotov ne bo!

**Ventil:** Za odgovore se vam najlepše zahvaljujemo in vam tudi naprej želimo veliko poslovnih uspehov.

Dr. Mihael Debevec,  
Univerza v Ljubljani,  
Fakulteta za strojništvo



## ZMAGOVALNI TIM

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

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

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

**YASKAWA**

YASKAWA Slovenija d.o.o.

T: + 386 (0)1 83 72 410  
www.yaskawa.eu.com

# Nekateri tehnološki izzivi Industrije 4.0

Niko HERAKOVIČ

## ■ 1 Uvod

Industrija 4.0 (I 4.0), pametne tovarne, pametni izdelki itd. so v zadnjem času tema, o kateri se veliko razpravlja na različnih nivojih družbe v Evropi. Proizvodni procesi, ki bodo krmiljeni s pametnimi mrežami in pametnimi sistemi, bodo imeli v prihodnje velik vpliv na naše življenje in na družbo v celoti. Pametna proizvodnja bo vodena s pomočjo inteligentnih programskih orodij, ki bodo povezana s pametnimi orodji in stroji ter napravami.

O Industriji 4.0 smo začeli v zadnjem času veliko govoriti tudi v Sloveniji. Pametne tovarne so postale celo eden od stebrov Strategije pametne specializacije (SPS), ki jo je sprejela slovenska vlada in jo bo v kratkem začela izvajati. Mnogi strokovnjaki poskušajo napovedovati rezultate 4. industrijske revolucije, ki se nezadržno bliža in nas osvaja, ne da bi se tega dobro zavedali. Seveda pri tem obstaja nekaj razlik med Evropo in ZDA ter prednosti in slabosti na obeh straneh.

## ■ 2 Industrija 4.0 in SMLC

Industrija 4.0 je nemška državna iniciativa, ki se je začela leta 2010, prvič pa je bila javno omenjena leta 2011 na Hannoverškem sejmu. Od takrat je nemška vlada to iniciativo spremenila v strategijo za nemška podjetja in državo kot celoto. Leto dni kasneje, leta 2012, je delovna skupina predstavila nemški vladi izhodišča in predloge za implemen-

Prof. dr. Niko Herakovič, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

tacijo strateške iniciative Industrija 4.0. Glavni cilji te strategije so fokusirani v ustvarjanje pametnih izdelkov, postopkov in procesov ter pametnih tovarn.

Čeprav izraz Industrija 4.0 izven Evrope ni preveč znan, je bila podobna iniciativa sprožena tudi v ZDA. Imenuje se Smart Manufacturing Leadership Coalition (SMLC), njen glavni cilj je sodelovanje med poslovnimi subjekti in pametno proizvodnjo v raziskovalnorazvojni orientirani industriji, da bi povečali globalno konkurenčnost. Glavne razlike med obema iniciativama so strnjeno prikazane na *sliki 1*. Povzema lahko, da je pobudnica strategije 4.0 nemška vlada, iniciative SMLC pa velike multinacionalke.

## ■ 3 Stanje v Evropi

Nemško strategijo I 4.0 so povzele in podprle vse članice Evropske unije, Evropska komisija pa jo v okviru evropskega raziskovalnega pro-

grama Horizon 2020 tudi finančno podpira z razpisi.

Glede na raznovrstnost in različno gospodarsko moč nekatere države Evropske unije strategijo Industrija 4.0 bolj zavzeto podpirajo in uresničujejo kot druge. To je povezano tudi z deležem industrije v bruto domačem proizvodu (BDP). Na *sliki 2* sta prikazana rast in padec deleža industrije v BDP v članicah EU v letih 2001–2012 [2].

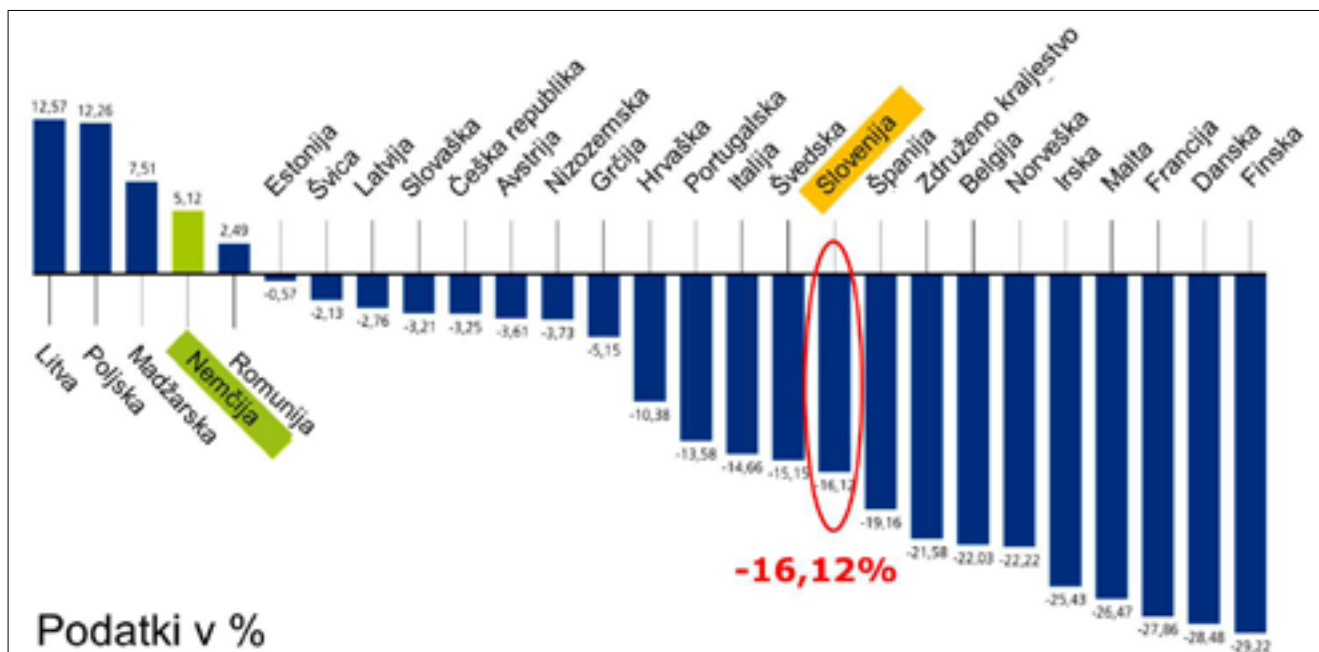
Z grafa na *sliki 2* je očitno, da je v EU le nekaj držav, med njimi predvsem Nemčija, ki jim je uspelo povečati delež industrije v BDP-ju. V Sloveniji se je ta delež zmanjšal za nekaj več kot 16 %. Ta podatek je lahko tudi eden od pokazateljev za to, katere države gojijo srednje- in visokotehnološka industrijska področja in so zato bolj zanimive za vlaganja podjetij.

Kljub temu je Slovenija kot članica EU in kot država, ki je gospodarsko tesno povezana z nemškim gospo-

Ključni avtorji	Nemška vlada	Velike multinacionalke
Glavni deležniki	Vlada, akademija, biznis	Biznis, akademija, vlada
Taksonomija revolucij	Štiri revolucije	Tri revolucije
Podporne platforme	Vladna industrijska politika	Odrpto članstvo, neprofitni konzorcij
Sektorski fokus	Industrija	Proizvodnja, energija, transport, zdravstvo, mesta, kmetijstvo...
Tehnološki fokus	Koordinacija dobavne verige, vgradni sistemi, avtomatizacija, roboti	Komunikacija med napravami, tok podatkov, krmiljenje naprav in integracija, predvidiva analitika, industrijska avtomatizacija
Celostni fokus	Strojna oprema	Programska in strojna oprema, integracija
Geografski fokus	Nemčija (vedno bolj tudi EU)	Globalni trg
Korporativni fokus	SME-ji	Podjetja vseh velikosti
Optimizacijski fokus	Optimizacija proizvodnje	Optimizacija dobička
Standardizacijski fokus	Po agendi	Priporočila organizacijam za standarde
Ekonomski pristop	Normativna ekonomika	Pozitivna ekonomika
Splošni poslovni pristop	Reaktivni	Proaktivni

Slika 1. Primerjava I 4.0 in SMLC [1]





Slika 2. Primerjava I 4.0 in SMLC [2]

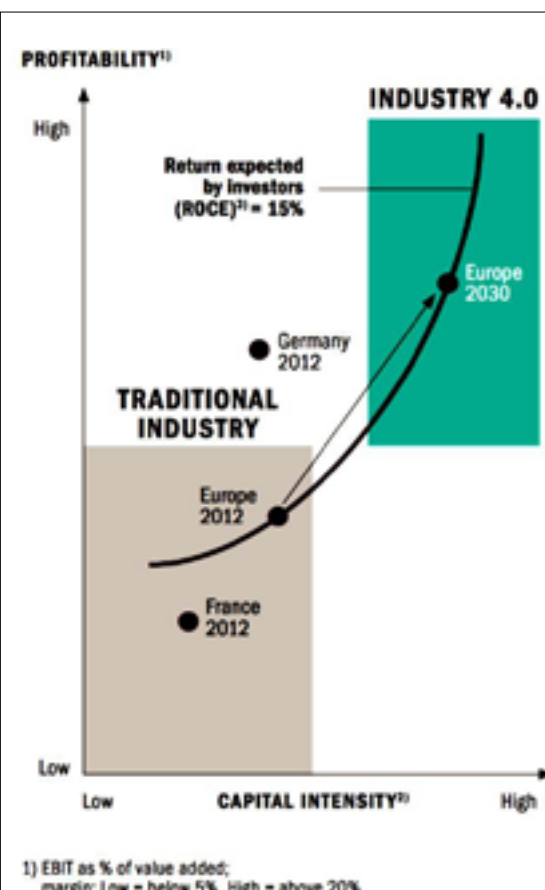
darstvom, tudi sama na neki način sprejela to strategijo I 4.0 in jo integrirala v lastno Strategijo pametne specializacije (SPS), ki jo bo začela uresničevati že letos. Njen cilj je ustvariti kritično maso znanja s

povezovanjem in tako doseči tehnološki preboj in posledično dvig dodane vrednosti.

Kot je prikazano na sliki 3, je zaradi uresničevanja strategije I 4.0 pričakovano močno povečanje profitabilnosti oz. EBIT-a v EU do leta 2030, in sicer proti 20 %. Pri tem je treba omeniti, da je imela Nemčija že leta 2012 visoko profitabilnost in bo to še povečala, kar nakazuje tudi preglednica na sliki 4. V Sloveniji lahko vsaj upamo, da nam bo strategija SPS resnično omogočila povečanje profitabilnosti, vendar sta zelo po-

membna način in dobronamernost njenega izvajanja.

Tudi evolucija in perspektive razvoja načina proizvodnje kažejo na to, da bo do leta 2030 način proizvodnje popolnoma drugačen kot danes. Bližnji začetki bolj poglobljene optimizacije proizvodnih procesov z uvažanjem LEAN-a segajo nedaleč nazaj in predstavljajo osnovo te optimizacijske poti. Kakšnih deset let nazaj je bila sprejeta nova paradigma Manufuture kot nekakšen odgovor na vse bolj agresiven nastop Kitajske na svetovnem trgu in na selitev podjetij



Slika 3. Pričakovana profitabilnost evropske industrije do leta 2030 [3]

Izbirni gonilniki konkurenčnosti posameznih držav/proizvodnje	Nemčija	ZDA	Japonska	Kitajska	Brazilska	Indija
Inovacije zaradi talenta	9,77	8,94	8,34	7,77	4,38	3,24
Blagovna menjava, finančni in davčni sistem	7,77	6,87	6,75	7,37	3,44	4,77
Strošek delovne sile in materiala	1,25	1,97	2,56	10,00	5,38	3,47
Dobavna veriga	8,96	8,64	8,81	8,25	1,95	4,87
Pravni in regulatorni sistem	9,06	8,46	7,91	3,48	1,88	2,75
Naravna infrastruktura	9,82	9,15	9,87	8,47	4,23	1,78
Stroški energije in politika	1,85	6,81	1,21	7,96	1,38	3,24
Privlačnost lokalnega trga	7,25	7,66	7,77	8,96	4,38	3,76
Zdravstveni sistem	9,29	7,87	8,56	2,18	1,87	1,00
Vladna vlaganja v proizvodnjo in inovacije	7,57	6,31	6,80	8,42	4,81	1,18

Najbolj konkurenčno (levo) / Najmanj konkurenčno (desno)

Slika 4. Razvrstitev držav glede na ključne gonilnike konkurenčnosti [4]

na Kitajsko, tudi zaradi nizke delovne sile, ter posledično izumiranje tradicionalne industrije v Evropi. Sedaj smo v Fazi 2, ko govorimo o tovarnah prihodnosti z digitalno proizvodnjo na osnovi digitalnih izdelkov, o digitalnih tovarnah itd. in gledamo v smeri virtualne tovarne. Obe fazi že predstavljata z optimizacijskega vidika visoko zmogljivost onkraj LEAN-a oz. vitkosti. Do leta 2030 se nam obeta vizija proizvodnje s tovarnimi na daljavo.

Na tem mestu se je treba vprašati, kje so naša podjetja na tej optimizacijski in transformacijski poti. V zadnjem času se porajajo mnenja, da slovenska podjetja niso sposobna uvesti teh novih prihajajočih tehnologij, ker da jim manjka vizije in konkurenčnih visokotehnoloških izdelkov, s katerimi bi prodrli na svetovni ali vsaj evropski trg. Najbrž nekaj od tega tudi drži, saj smo uspeli v zadnjih 20-tih letih nekaj vodilnih industrij zelo oslabiti ali celo ukiniti. Kljub temu pa je kar nekaj podjetij v Sloveniji z visoko tehnologijo in visokotehnološkimi izdelki, s katerimi lahko konkurirajo na tujih trgih.

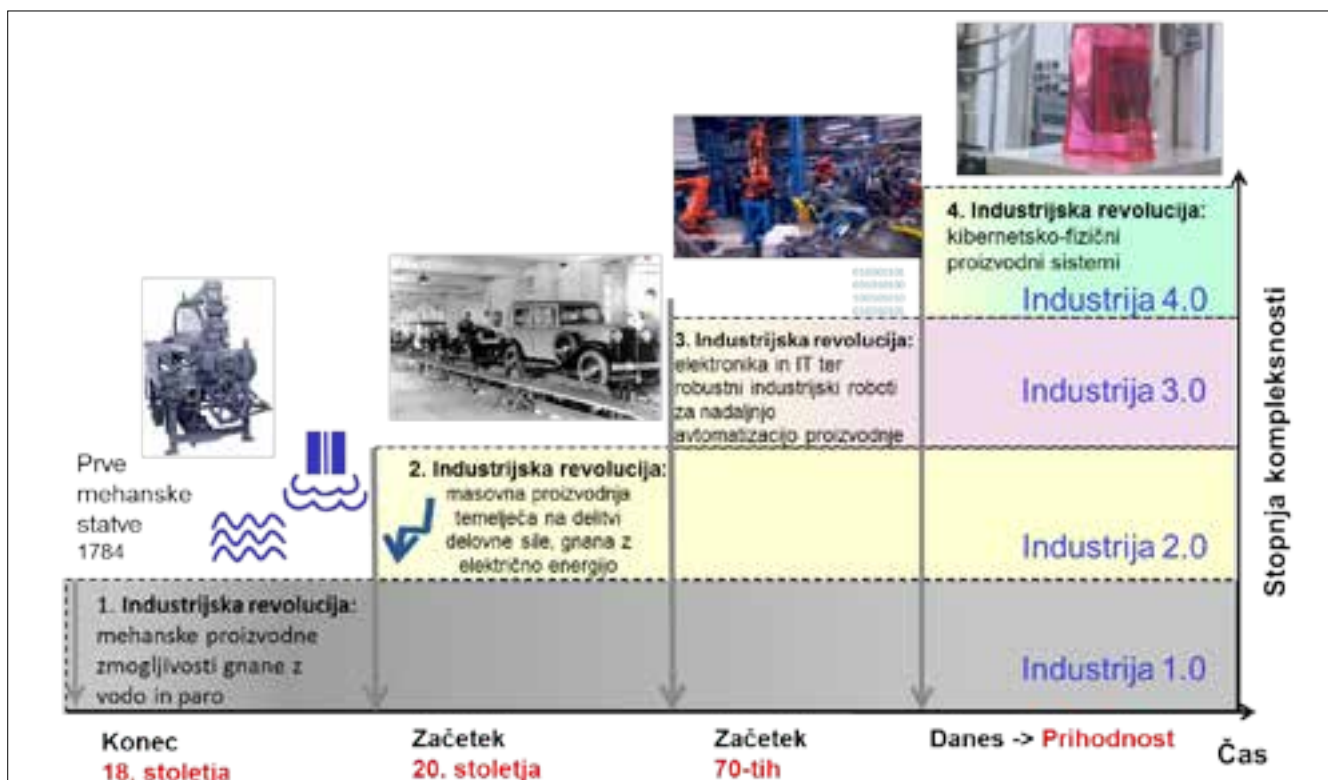
Zelo verjetno je tudi, da dodane vrednosti ne bomo mogli višati



Slika 5. Evolucija in perspektive proizvodnje [4]

samo z razvojem visokotehnoloških izdelkov, če ne bomo hkrati nižali proizvodnih stroškov. Če bodo naši izdelki predragi, jih pač ne bomo mogli prodajati. Zato je najbrž nujno slediti trendom pametnih tovarn oz. tovarn prihodnosti, da bomo bolj fleksibilni, odzivni in bomo imeli hkrati nizke proizvodne stroške. Samo v tem primeru bomo lahko z visokotehnološkim izdelkom dosegli tudi visoko dodano vrednost – ker ga bomo lahko prodali.

Če pogledamo *slika 5* bolj podrobno in razmislimo o stanju razvoja industrije pri nas, so mnoga podjetja še v spodnjem delu te poti. Zato je treba še veliko narediti tudi za spremembo miselnosti v slovenski industriji in družbi nasploh ter močnejše povezati slovensko industrijo z univerzami in raziskovalnimi inštituti. Tudi zato je strategija SPS nujna, lahko celo rečemo, da že zelo zamuja. To bi morali narediti že pred leti.



Slika 6. Vse industrijske revolucije [5]



## ■ 4 Evolucija Industrije 4.0

Ko govorimo o industriji in še posebej o proizvodnji, je dobro vedeti, kako je potekala njena evolucija in kakšno je stanje danes. V začetku je vse delo potekalo ročno, s silo mišic. Od takrat je šlo človeštvo skozi mnoge spremembe, ki v zadnjem času potekajo z nesluteno hitrostjo in lahko tudi usodno zaznamujejo celotno človeštvo.

Najpomembnejše točke preloma v zgodovini človeštva so bile tri industrijske revolucije (*slika 6*). Prva industrijska revolucija se je zgodila konec 18. stoletja med leti 1760 in 1830. Uvedena je bila mehanizacija proizvodnje, v kateri so stroji zamenjali ročno proizvodnjo. Parni stroji, vodna energija in premog so pomenili resnično revolucijo.

Kmalu za tem, konec 19. in v začetku 20. stoletja, se je začela 2. industrijska revolucija, znana tudi kot tehnološka revolucija. Zaznamovale so jo nove proizvodne tovarne, železarne, napredni stroji, elektrifikacija in železniška omrežja z dobro logistično podporo, še posebej pa začetek množične proizvodnje, ki jo je uvedel Henry Ford leta 1910.

Med leti 1950 in 1970 se je zgodila 3. industrijska revolucija, znana tudi kot digitalna revolucija, ki je temeljila na digitalni tehnologiji in prvem računalniku Z1. Ta industrijska revolucija je bila tudi začetek informacijske dobe in ICT-tehnologij, ki bodo imele vodilno vlogo tudi v proizvodnji prihodnosti.

Današnja vedno bolj razširjena uporaba dlančnikov in tabličnih računalnikov kakor tudi računalništva v oblaku nakazuje naslednje korake razvoja. Te tehnologije bodo vodile v 4. industrijsko revolucijo, ki jo, predvsem v Evropi, na kratko imenujemo Industrija 4.0. Pri današnji poplavi vsega »pametnega« lahko, kot kaže *slika 7*, vidimo, da imamo na eni strani t. i. »Market Push«, predvsem kar zadeva osebno rabo in udobje. V okviru te strategije podjetja vsiljujejo kupcem vedno nove izdelke, ki je vsak nekoliko bolj



**Slika 7.** Vse postaja pametno ... [6]

pameten od prejšnjega. Na drugi strani pa obstaja potreba (»Market Pull«) po naprednih tehnologijah in t. i. pametnih tovarnah, če želijo podjetja ostati konkurenčna. Pri tem je treba izkoriščati vse tehnologije, ki so razvite na nivoju strategije Market Push.

## ■ 5 Značilnosti in izzivi I 4.0

Če pogledamo najprej tradicionalno oz. današnje proizvodnje oz. tovarno (*slika 8*), v veliki meri prevladujejo togi oz. monolitni proizvodni sistemi, izrazita hierarhičnost, fiksne lokacije teh sistemov, ožičena povezava med njimi in krmilnimi oz. nadzornimi sistemi, neznane pozicije izdelkov, sestavnih delov orodij itd.

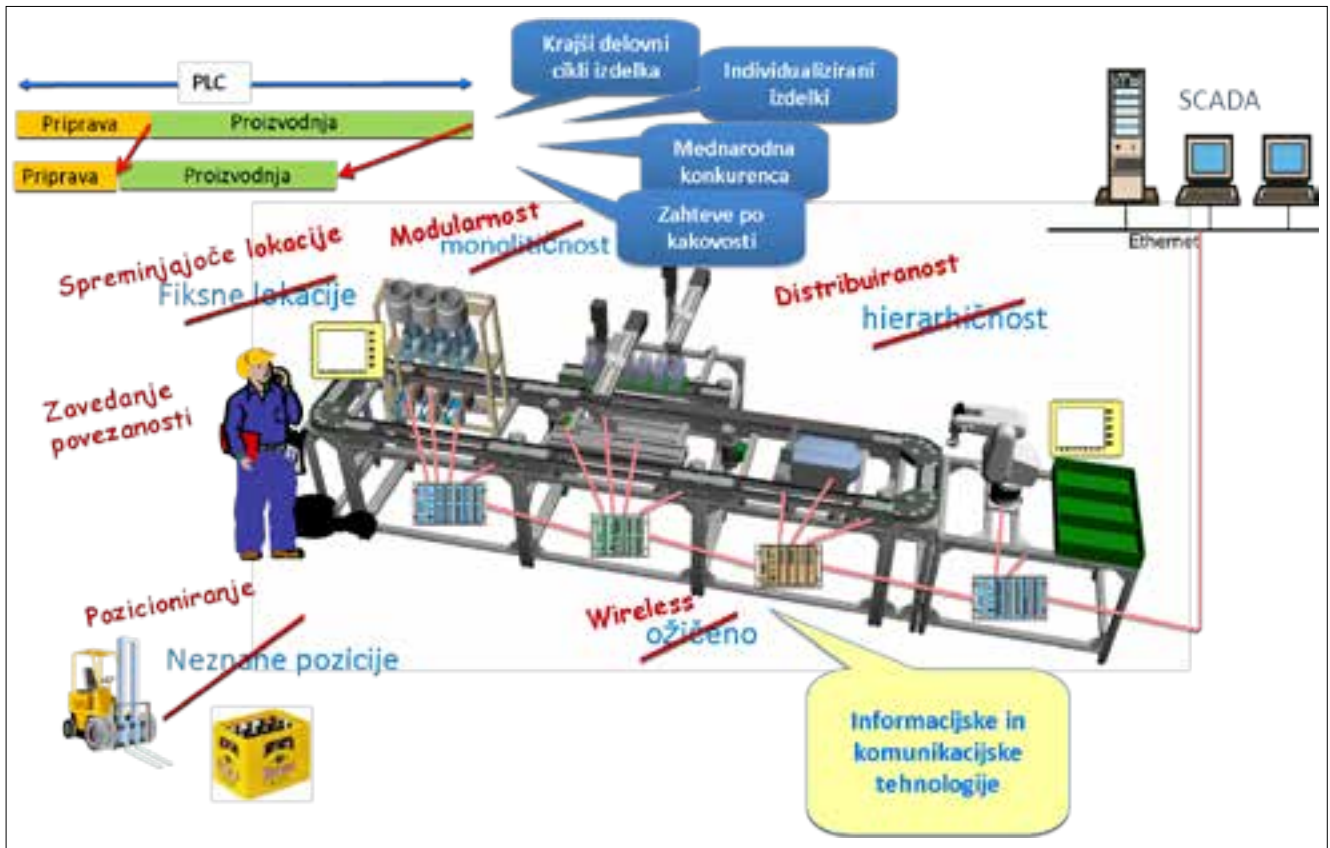
Zaradi zunanjih konkurenčnih dejavnikov, predvsem zaradi pritiska trga po krajših delovnih ciklih oz. po krajšanju pretočnih časov, zaradi potreb po bolj individualizirani proizvodnji, povečane mednarodne konkurence in tudi zahtev po visoki in ponovljivi kakovosti izdelkov itd. uvajamo v proizvodnjo različne spremembe in optimizacijske pristope, kot je vitka organizacija, modularna gradnja sistemov, procesov in tudi izdelkov, namesto hierarhičnosti distribuirane sisteme, brezžično komunikacijo, spreminjajoče se lokacije modulov proizvodnih sistemov, natančno pozicioniranje delov in izdelkov, da vemo, kje so itd. Vsi ti ukrepi zagotovo prispevajo k pove-

čanju učinkovitosti in konkurenčnosti proizvodnje in k bolj racionalni rabi energije. Še vedno pa to ni pametna tovarna.

Pametni izdelki, stroji, postopki, procesi itd. so fokus I 4.0. Vse skupaj lahko imenujemo pametne tovarne, ki so ključni steber I 4.0 in bodo morale biti sposobne upravljati kompleksne procese ter sisteme, izdelovati dobrine z večjo učinkovitostjo in biti manj podvržene zunanjim vplivom ter zastojem. V pametni tovarni bodo ljudje, stroji, izdelki in drugi viri komunicirali drug z drugim, kot to omogočajo socialna omrežja. Posebej je mogoče treba poudariti, da bodo lahko objekti v pametni tovarni sami komunicirali s kupci in predvsem tudi z dobavno verigo, s čimer bodo močno povečali učinkovitost proizvodnega procesa ter skrajšali pretočne čase.

Zaradi zgoraj opisanega bo morala imeti pametna tovarna standardizirane mrežne vmesnike, ki bodo omogočili komunikacijo, edinstveno identiteto in spomin, avtonomnost, možnost lokaliziranja v vsakem trenutku in, kar je še posebej pomembno, vsi procesi, postopki, izdelki, stroji in storitve bodo morali biti popisani z modeli v digitalnem okolju. Glavne komponente I 4.0 in značilnosti pametne tovarne so prikazane na *slikah 9, 10 in 11*.

Glede na izzive in potrebe pametne tovarne je treba bolj podrobno obravnavati nekatere komponente,



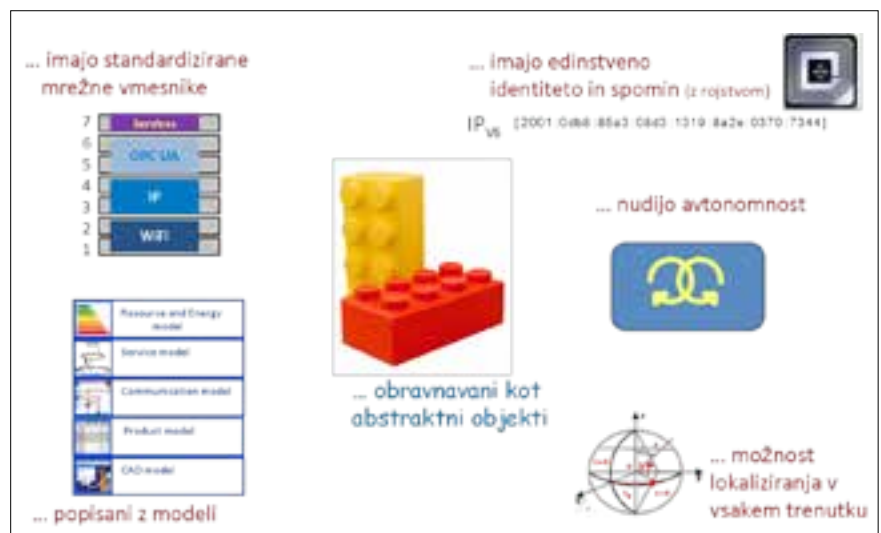
Slika 8. Današnja proizvodnja in ukrepi za njeno optimizacijo [5]

ki tvorijo podporno jedro I 4.0. To so mobilnost in vizualizacija, oblak in infrastruktura v oblaku, sodelovanje in virtualne mreže ter veliki podatki in analiza le-teh v realnem času. Vse komponente skupaj bodo predstavljale gibko platformo, ki se bo nenehno spreminjala in prilagajala potrebam:

- Mobilnost in vizualizacija bosta zaznamovali vsakodnevno življenje, že pred dobrim letom je bilo npr. več kot milijarda pametnih telefonov na svetu. Te tehnologije bodo vedno bolj izkoriščane tudi v pametnih tovarnah.
- Druga komponenta je infrastruktura v oblaku: oblak bo zamenjal PC-je. V ZDA že več kot 67 % odraslih uporabnikov interneta uporablja osebne usluge oblaka. Pri tem pa se seveda pojavlja vprašanje varnosti prenosa in shranjevanja podatkov, kar bo za preživetje posameznih podjetij kot tudi držav ključnega pomena, še posebej z vidika terorizma in vojne. Države in celo podjetja, ki bodo imela bolj razvito infor-

macijsko tehnologijo kot druga, ki bodo imela bolj razvito infrastrukturo in nudenje uslug oblaka, bodo imela več potencialnih možnosti vpogleda, nadzora in poseganja v tehnologijo in v vse življenjske funkcije tovarne oz. tovarn po svetu. To bo verjetno eden večjih izzivov tovarn prihodnosti, posebej Industrije 4.0 v Evropi, glede na to, da so vsa večja IT-podjetja izven Evrope.

- Tretja komponenta so virtualne mreže in sodelovanje ter komunikacija: nujna bo transformacija sodelovanja, saj bodo osnovo tvorili kibernetično-fizični proizvodni sistemi. Povezava med virtualnim in realnim svetom bo temeljila na procesih, vgradnih sistemih, programskih komponentah, ki bodo integrirane v stroje. Roboti npr. ne bodo prejeli ukazov od centralnega ra-



Slika 9. Značilnosti pametne tovarne [5]

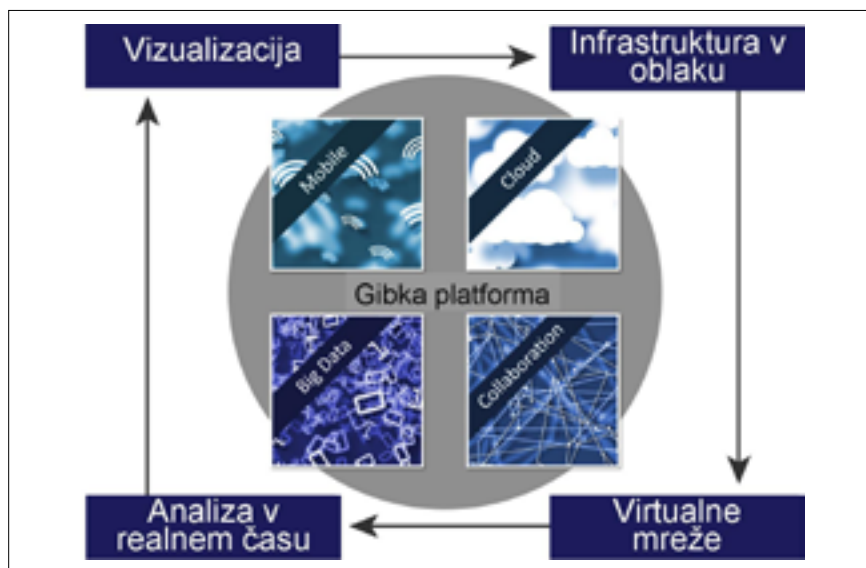


čunalnika, ampak od izdelka itd. Že danes se v podporo tej obliki sodelovanja in komunikacije uporabljajo nekatere tehnologije, kot so koda RFID, NFC in QR. Prednosti tehnologije pametnih tovarn bodo vsekakor naslednje:

- komponente bodo lahko zagotavljali različni proizvajalci,
- vse komponente bodo komunicirale z uporabo istega jezika,
- proizvodnja se bo začela šele, ko pride ukaz,
- kupec bo ves čas informiran o razvoju,
- v procesu proizvodnje bo natančno določeno število izdelkov
- itd.

Da bomo omogočili vse to in še več, je nujno doseči premik iz centraliziranega v decentraliziran sistem krmiljenja proizvodnje. Pri tem pa bo velik izziv predstavljala varnost podatkov, informacij, sistemov itd.

- Analiza podatkov v realnem času: Če bomo želeli doseči zanesljivo delovanje pametne tovarne, bo treba zajeti, prenesti in obdelati enormne količine podatkov v realnem času. Govorimo o tako t. i. »Big Data«. Podatki nastajajo vsepovsod. Preko 90 % podatkov je bilo proizvedenih v zadnjih dveh letih. Vsi podatki



Slika 10. Glavne komponente I 4.0 [7]

pa niso nujno potrebni, npr. za krmiljenje in optimizacijo proizvodnje ali za kupca itd., zato bo nujno podatke selekcionirati že na samem izvoru in preko mreže oz. oblaka prenašati le nujno potrebne podatke, ki jih lahko imenujemo tudi »pametni podatki«.

Pametna proizvodnja prihodnosti bo torej drugačna kot tradicionalna proizvodnja. Glavne razlike obeh so zajete v preglednici na *sliki 11*.

## ■ 6 Zaključek

Industrija 4.0 ima ogromen potencial za industrijo, da bosta njena proizvodnja in dobava postali bolj

fleksibilni. Pri tem pa se bo treba soočiti z mnogimi izzivi. Pametne tovarne bodo omogočile proizvodnjo po želji kupca na profitabilen način, tudi če bo kupec naročil le en kos.

Tako Evropa kot ZDA sta že zgodaj prepoznali pomembnost Industrije 4.0 oz. Interneta stvari za lastna gospodarstva. Novi strategiji bosta okrepili gospodarstvo in njegovo konkurenčnost in s tem zagotovili delovna mesta in visok življenjski standard. To pa je možno v veliki meri zaradi tega, ker tako EU kot ZDA vlagata velika sredstva v raziskave in razvoj.

Obe regiji imata močno industrijo in podjetja, ki so vodilna v svetu. Evropa je močnejša na področju proizvodnih tehnologij, medtem ko so ZDA močnejše na IT-področju. Industrija 4.0 predstavlja priložnost za proizvodna podjetja, da ponovno »izumijo« procese z vključitvijo novih tehnologij v procese in izdelke. Internet stvari pa na drugi strani predstavlja priložnost za vsa podjetja, da vključijo pametne naprave, povezane v izdelavo, distribucijo in upravljanje njihovih izdelkov in storitev za kupce.

Edini problem, ki se pojavlja, je prednost ZDA na IT-področju, saj najbolj inovativna IT-podjetja izhajajo iz ZDA. Zato je zaenkrat edini način

Tradicionalna proizvodnja	Pametna proizvodnja
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Več ročnih delovnih mest</li> <li>• Nižja produktivnost</li> <li>• Nižja kakovost izdelkov</li> <li>• Manj zahtevna, slabše plačana delovna mesta</li> <li>• Manj varni delovni pogoji</li> <li>• Večji vpliv na okolje</li> <li>• Višji proizvodni stroški</li> <li>• Toga proizvodnja</li> <li>• Daljši čas do trga</li> <li>• Sociološko-socialno optimirana (Six Sigma)</li> <li>• Itd.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Več avtomatiziranih delovnih mest</li> <li>• Višja produktivnost</li> <li>• Višja kakovost izdelkov</li> <li>• Bolj zahtevna, boljše plačana delovna mesta</li> <li>• Bolj varni delovni pogoji</li> <li>• Manj izgub, bolj izkoriščeni viri</li> <li>• Nižji proizvodni stroški</li> <li>• Fleksibilna proizvodnja</li> <li>• Krajši čas do trga</li> <li>• IT-optimirana (moduli, simulacija)</li> <li>• Itd.</li> </ul>

Slika 11. Atributi tradicionalne in pametne proizvodnje

premostitve tega problema sodelovanje z ameriškimi IT-podjetji. Tu pa se pojavlja problem varnosti podatkov in zaupanja.

Uresničitev pametnih tovarn bo zahtevala ogromno raziskovalnega vloška, zato bo treba združiti moči in povečati kritično maso. Nujno bo potrebna podrobna standardizacija, ki bo omogočila učinkovito izrabo novih tehnologij. Z ustreznim dodatnim financiranjem, ki ga EU že zagotavlja v okviru evropskih raziskovalnih programov, bo mogoče razviti nove standarde in s tem

omogočiti hitro implementacijo naslednje industrijske revolucije.

#### Literatura

- [1] Bledowski, K.: The Internet of Things: Industrie 4.0 vs. the Industrial Internet, 2015.
- [2] Spath, Ganschar, Gerlach, Hämmerle, Krause & Schlund: The difference of the industry share on the GDP in Europe between 2001 and 2012, 2013, p. 15.
- [3] Blanchet, Rinn, von Thade & De Thieulloy: Expected Profitability of the European Industry,

2014, p. 14.

- [4] JAYESH C S PAI: Industry 4.0: From the Internet of Things to Smart Factories, MSME TOOL ROOM, KOLKATA, 2014.
- [5] Zani, P.: Trends in global automation to year 2020, API SRL, May 31, 2013.
- [6] Zühlke, D.: Industry 4.0: the German vision for advanced manufacturing, Smartfactory and DFKI, 2013.
- [7] Goodarz, M.: Industry 4.0 and the upcoming management challenges, Axxessio GmbH, 2013.

POSVET

# AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2016 - ASM '16

7. decembra 2016

na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani



**EMERSON**  
Process Management

ZASTOPA IN PRODAJA

**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: [ppt\\_commerce@siol.net](mailto:ppt_commerce@siol.net)

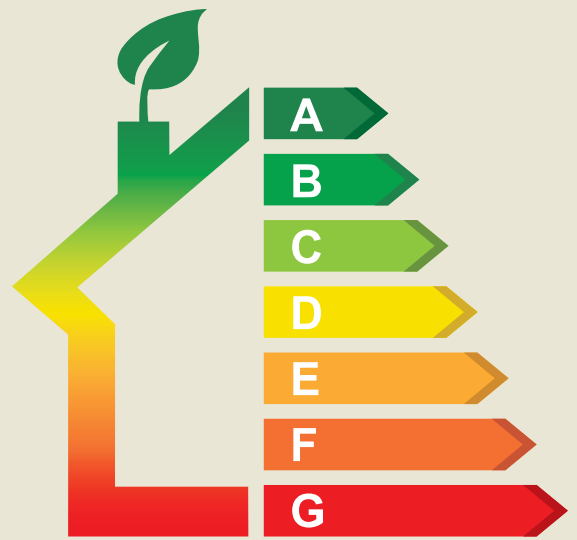
<http://www.ppt-commerce.si>



**BETTIS**™ pnevmatski in elektro aktuatorji



# UČINKOVITA ENERGIJA, VRHUNSKO VZDRŽEVANJE



## 18. ENERGETIKA

Energetika od proizvodnje do porabe

## 17. TEROTECH-VZDRŽEVANJE

Vzdrževanje, čiščenje in obnova zgradb

CELJSKI SEJEM, 12.-15. APRIL 2016

### STROKOVNA SEJMA za INDUSTRIJO, POSLOVANJE IN DOM

#### AKTUALNE STROKOVNE RAZPRAVE

torek, 12.4.

- Dan slovenskih instalaterjev-energetikov
- Energetska sanacija javnih stavb

sreda, 13.4.

- E-mobilnost
- Državno tekmovanje dijakov srednjih poklicnih šol Slovenije – poklic instalater strojnih instalacij

četrtek, 14.4.

- Pametna omrežja
- Aktualne teme za instalaterje-energetike
- Dan vzdrževanja

petek, 15.4.

- Samooskrba z električno energijo iz obnovljivih virov energije
- Poučen dan na sejmišču

Energetsko karierno srečanje z Energetika.NET  
Vodena predstavitev poklicev v energetiki in drugih strokovnih področjih sejma ...

SREČANJE S  
STANOVSKIMI  
KOLEGI

NAJBOLJ POMEMBNE  
BLAGOVNE ZNAMKE  
PANOGE



zabava & druženje  
v sejemski dvorani  
E za razstavljalce  
in obiskovalce od  
15. ure dalje



**Sejem Energetika:** ogrevalna tehnika, hlajenje in prezračevanje, oskrba z vodo, inštalacijski material, merilne naprave, inovativne energetske rešitve ...

**Sejem Terotech-Vzdrževanje:** oprema, orodja in pribor za industrijsko vzdrževanje, avtomatizacija, inženiring in svetovanje ...

Častni pokrovitelj sejmov: Ministrstvo za infrastrukturo RS

Medijski partner:  Energetika.NET

eCE novice

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



## Sejem IFAM in INTRONIKA 2016

V organizaciji podjetja ICM Celje je na Celjskem sejmišču od 27. do 29. januarja potekal sejem IFAM in INTRONIKA 2016 s celovito predstavitvijo stanja tehnike na področju avtomatizacije in mehatronike ter industrijske in profesionalne elektronike. Številni razstavljalci iz Slovenije in šestih drugih evropskih držav (Avstrije, Italije, Nemčije, Madžarske, Hrvaške in Srbije) so predstavili integralne ponudbe izdelkov in tehnologij, zastopniško pa še vrsto poznanih dobaviteljev tovrstne opreme iz drugih držav sveta. V okviru posebne platforme so se predstavili tudi študentje, dijaki in srednje šole, ki so imeli na voljo poseben razstaveni prostor, kjer so razstavili svoje izdelke in raziskave. Poseben prostor pa je bil namenjen tudi podjetjem s produkti in storitvami za izobraževanje in usposabljanje mladih.

- raziskave in razvoj,
- robotika,
- senzorika,
- strega in montaža,
- varnostna tehnika,
- vzdrževanje,
- električna vozila,
- mediji in publikacije,
- izobraževalne ustanove
- in združenja (Obrtna zbornica Slovenije, Sekcija elektronikov in mehatronikov).

Med izdelki in tehnologijami so bila tematsko predstavljena naslednja področja:

- avtomatizacija,
- krmilno-regulacijska tehnika,
- mehatronika,
- merjenje in preskušanje v indu-

- striji,
- napajanje (z energijo) – viri in omrežja,
- pogonska tehnika,
- pozicionirni sistemi in vpenjala,
- programska oprema,
- proizvodna informatika,
- računalniški vid,

Vzporedno z razstavami je potekal tudi bogat obsejni program predavanj. Predstavljeni so bili naslednji prispevki:

- Gleich, D.: Radar z umetno odprtino (UM FERI, Inštitut za avtomatiko),
- Golob, M., Bolf, N., Mohler, I., Muškinja, N.: Izboljšave in op-



Utrinki iz razstavnih prostorov





Razstavni prostor Univerze V Ljubljani, Fakultete za strojništvo

- timizacija procesnega vodenja industrijskih objektov (UM FERi, Inštitut za avtomatiko, Univerza v Zagrebu, FKKT),
- Verber, D.: Superračunalnik v mojem žepu (UM FERi, Inštitut za informatiko),
- Rabuza, R.: Robot za reševanje Rubikove kocke (UM FERi, Inštitut za avtomatiko),
- Radminič, R.: Izdelava mehatskega učila – od ideje do izdelka. Sestavljalna postaja kock (Šolski Center Kranj),
- Jesenik, M.: Iskanje skritih poškodb v prevodnem materialu in ocena njihove globine (UM FERi, Laboratorij za aplikativno elektromagnetiko, Inštitut za močnostno elektrotehniko),
- Bratina, B., Šafarič, R.: Vakuumski reaktor za sušenje komunalnega mulja (UM FERi, Laboratorij za kognitivne sisteme v mehatroniki, Inštitut za robotiko),
- Zamuda, A.: Razporejanje proizvodnje v energetiki z diferencialno evolucijo in omejitvami (UM FERi, Inštitut za računalništvo),
- Kesak, T.: Grafični vmesni k Matlab-a kot pomoč pri preučevanju električnega polja (UM FERi, Inštitut za močnostno elektrotehniko),
- Cvirn, R.: Možnosti, ki jih ponuja 3-dimenzionalni zajem Slovenije za njen razvoj (UM FERi, Inštitut za računalništvo),
- Brdnik, L.: Tiskanje v tretjo dimenzijo: Izdelava tiskalnika 3D (UM FERi, Inštitut za močnostno elektrotehniko),
- Debevc, M.: Dostopnost produktov in storitev za osebe s posebnimi potrebami (UM FERi, Inštitut za medijske komunikacije),
- Fister jr, I.: Umetni športni trener (UM FERi, Inštitut za računalništvo).

Na sejmu smo lahko videli izredno bogat razvoj in ponudbo sodobnih senzorjev in merilnikov (tudi domačih podjetij) ter različne moderne elektronske opreme za industrijsko avtomatizacijo. Pri tem še posebno izstopa ponudba močnostne elektronike, vključno z napajalniki in elementi za gradnjo električnih in elektronskih omrežij. Predstavljeni so bili tudi industrijski roboti vodilnih svetovnih proizvajalcev za vgradnjo v robotizirane obdelovalne in montažne celice. Seveda je bila opazna tudi bogata ponudba opreme za računalniško vodenje in nadzor proizvodnih procesov ter označevanje. Programi sestavin in enot strojniškega dela mehatronike so bili skromni, sicer pa je to predvsem sejem elektronike.

Na sejmu se je predstavila tudi Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani. V ospredju je bila predstavitev fakultetnih serijskih publikacij, strokovne revije Ventil in znanstvene revije Strojniški vestnik. S promocijskimi materiali pa so svoje dosežke na raziskovalnem področju in v sodelovanju z industrijo predstavili laboratoriji LASIM (Laboratorij za strego, montažo in pnevmatiko), LAVAR (Laboratorij za varjenje) in LFT (Laboratorij za fluidno tehniko).

Sejem je po videnem uspel. Tudi v prihodnjem letu lahko konec januarja 2017 pričakujemo novosti in pestro ponudbo na sejmu IFAM in INTRONIKA, ki ga organizatorji že najavljajo.

*Dr. Mihael Debevc, UL,  
Fakulteta za strojništvo*

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

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

**25.-27.01.2017** **Celje, Slovenija**  
Hala L & L1, [www.icm.si](http://www.icm.si)

## Evropski forum robotike 2016: Robotika za Evropejce

V Cankarjevem domu bo med 21. in 23. marcem pod okriljem mednarodne zveze za robotiko euRobotics potekal Evropski forum robotike. Dogodek z geslom Robotika za Evropejce je najpomembnejše srečanje strokovnjakov, raziskovalcev, inženirjev, menedžerjev ter predstavnikov podjetij s področja robotike v evropskem prostoru. Slovenija je bila kot gostiteljica izbrana na podlagi močne vključenosti v mednarodni raziskovalni prostor in referenc slovenskih znanstvenikov. Dogodek pa zaradi obiska mednarodno uveljavljenih strokovnjakov s področja robotike seveda predstavlja pomembno priložnost za slovenske raziskovalne partnerje in industrijo.

### Program ERF 2016

Programski sklop, ki obsega predavanja, predstavitve in delavnice, bo med drugim posvečen tudi razvoju robotike v Sloveniji in na zahodnem Balkanu, družbeno inteligentnim robotom in pametnim mestom, avtonomnim robotskim sistemom, evropskim programom za financiranje robotskih projektov, vesoljskim robotskim tehnologijam (H2020 SRC), laboratorijski robotiki ter robotsko vodenim operacijam. Dogodek bo udeležencem omogočal udeležbo na projektnih sestankih,



delavnicah za podjetnike ter ogled razstave robotov. V sklopu Evropskega foruma robotike bosta podeljeni nagrada za najboljše doktorsko delo (Georges Giralt PhD Award) in nagrada za tehnološki transfer.

### Slovenija se uvršča med robotizirane države

Danes je v svetu še vedno najpogostejša uporaba robotov v industriji, kjer lahko nadomestijo človeka pri težkih, monotonih in nevarnih opravilih, ki pogosto potekajo v za človeka neprimernem in nezdra-

vem okolju. Po zadnjih podatkih Mednarodne zveze za robotiko (International Federation of Robotics) naj bi se prodaja industrijskih robotov do leta 2018 na globalnem nivoju vsako leto povečala kar za petnajst odstotkov. Tudi Slovenija velja za dobro robotizirano državo in je glede na uporabo robotov v avtomobilski industriji primerljiva z ostalimi evropskimi državami. Po podatkih je bilo leta 2013 v Evropi v uporabi povprečno 82 industrijskih robotov na 10.000 oseb, zaposlenih v industrijski proizvodnji, v Sloveniji pa 90.

### Pridružite se največjemu evropskemu dogodku s področja robotike

Izkoristite priložnost in si zagotovite svoje mesto na največjem evropskem dogodku s področja robotike, ki ga organizirajo Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani, Institut Jožef Stefan in Slovenska akademija znanosti in umetnosti (SAZU).

Rok za prijavo: **15. marec 2016**. Prijava in več informacij o dogodku: [www.erf2016.eu](http://www.erf2016.eu)

Fotografije:  
Evropski forum robotike 2015  
Foto: Viennamotion AG





# Robotika za Evropejce



## europa Robotics Forum 2016

21. - 23. marec 2016  
Ljubljana, Slovenija



### EVROPSKI FORUM ROBOTIKE

[www.erf2016.eu](http://www.erf2016.eu)

Najpomembnejše 3-dnevno srečanje raziskovalcev, inženirjev, managerjev ter predstavnikov podjetij iz področja robotike v Evropi.

Rok za elektronsko registracijo: 15. marec 2016

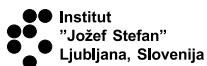
**ODPRTE  
PRIJAVE**

za sponzorje  
za razstavljalce  
za nagrade  
za poslovne ideje

ORGANIZIRA:



LOKALNI ORGANIZATORJI:



S PODORO:



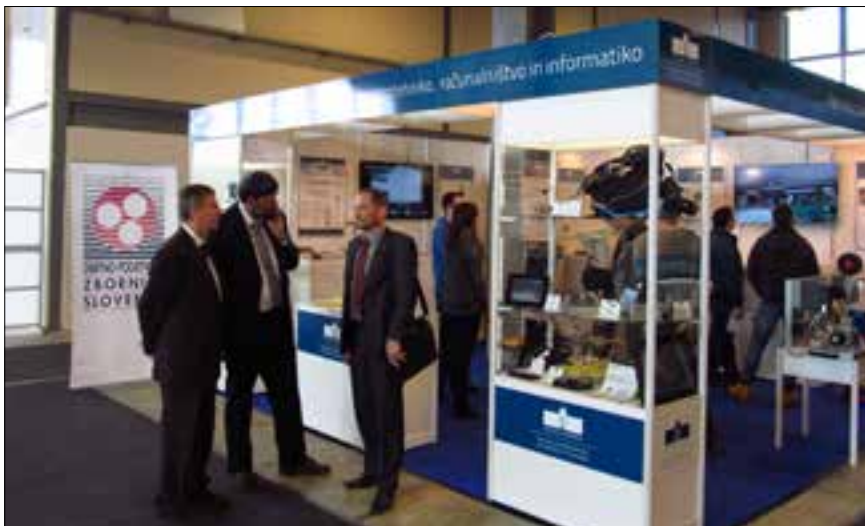
## Kratek povzetek s sejma IFAM-INTRONIKA 2016 in iz poslovnega foruma

Na sejmu IFAM-Intronika in še zlasti v okviru poslovnega foruma sem kot predsednik odbora OZT precej celovito predstavil Odbor za znanost in tehnologijo pri OZS skupaj z našimi partnerji: Institutom Jožef Stefan, Kemijskim inštitutom v Ljubljani, FERi Univerze v Mariboru, Fakulteto za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, Univerzo v Novi Gorici, Univerzo v Mariboru, Centrom odličnosti NAMASTE in Centrom odličnosti za nanoznanost in nanotehnologijo – Nanocentrom.

Predstavili smo tudi druge partnerje, s katerimi občasno sodelujemo na strokovnih dogodkih in sejmih. Ti partnerji so: NIB – Nacionalni inštitut za biologijo v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo v Mariboru in Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani. Forum je bil namenjen tudi promociji, poslovnim stikom, s poudarkom na povezovanju gospodarstva in znanosti in na prenosu novih znanj in tehnologij v gospodarstvo, še zlasti v mala in mikropodjetja. Odbor OZT se je letos simbolično predstavil tudi v okviru FERi Univerze v Mariboru.

Predstavitve odbora OZT je potekala tri dni v osrednjem delu sejmišča. Naša predstavitve se je vrtela tudi eno uro in pol v času okrogle mize. Potekali so številni pogovori z različnimi podjetji, ki so se predstavljala na sejmu. Cilj predstavitve odbora OZT in naših partnerjev je bil fokusiran na področja aktualnih tehnologij in pomembnosti povezovanja gospodarstva in znanosti.

*Janez Škrlec, inž.  
Odbor za znanost in tehnologijo  
pri OZS*



Sejemski utrip IFAM-Intronika 2016



Predstavitve Odbora za znanost in tehnologijo na poslovnem forumu



## Aprila v Celju celovito o učinkovitem ogrevanju, hlajenju, prezračevanju in industrijskem vzdrževanju – brezplačno energetska svetovanja ENSVET in GI ZRMK

Mednarodna strokovna sejma *Energetika* in *Terotech-Vzdrževanje* bosta na celjskem sejmišču od 12. do 15. aprila združila najpomembnejše blagovne znamke na področju energetike in industrijskega vzdrževanja, ki jih bodo spremljale aktualne strokovne razprave. Štiridnevno sejmsko dogajanje bodo zaznamovale novosti, koristne informacije in predvsem znanje, v prvi vrsti za strokovno javnost, pa tudi za osveščeno splošno javnost, ki se zaveda pomena učinkovitega upravljanja z energijo in ustreznega vzdrževanja za doseganje prihrankov. Častni pokrovitelj sejmov je Ministrstvo za infrastrukturo RS.



Energetika in Terotech-Vzdrževanje sta najpomembnejša strokovna sejma širše regije za industrijo, poslovanje in dom. Obiščejo ju vodje vzdrževanja in vodje investicij v podjetjih, projektanti, elektroinštalaterji, inštalaterji strojnih inštalacij, vzdrževalci strojev in naprav, elektrodistributerji, operaterji prenosnih omrežij ...

### Aktualne strokovne razprave – veliko pozornosti mladim

V strokovnem programu bo govor o najbolj aktualnih temah na področju energetike (energetska sanacija jav-

nih stavb, e-mobilnost, upravljanje porabe, pametna omrežja, uvajanje samooskrbe z električno energijo iz obnovljivih virov), učinkovitemu industrijskemu vzdrževanju pa bo posvečen Dan vzdrževanja, ki ga tretji sejmski dan (četrtek, 14. 4.) pripravljata strokovna revija IRT3000 in Celjski sejem. Program, ki bo razdeljen na dva sklopa: vzdrževanje hidravličnih, pnevmatičnih strojev, naprav in mehanskih sistemov, bo povezoval dr. Franc Majdič.

Na sejmišču bo tudi tradicionalno državno tekmovanje dijakov srednjih poklicnih šol za poklic inštalater strojnih inštalacij. Za bodoče mlade strokovnjake v Celjskem sejmu zadnji sejmski dan (15. 4.) pripravljajo še poseben program. Najavljenim skupinam učencev, dijakov in študentov, ki se izobražujejo na strokovnih področjih, ki jih prikazujeta sejma, bodo omogočili brezplačen vstop. Skupaj s partnerji bodo poskrbeli za vodeno predstavitev poklicev v energetiki in drugih strokovnih področjih sejma ter energetska karierno srečanje z Energetika.NET.

Mladi, pa tudi malo manj mladi obiskovalci sejmov zagotovo ne bodo

spregledali Robotskih iger, ki jih bo na sejmišču v dvorani D že tradicionalno predstavila strokovna revija IRT3000. Tokrat se bodo lahko z roboti pomerili v pikadu in hokeju. Na sejmih bo tudi prva skupinska predstavitev slovenskih proizvajalcev vsega potrebnega za slovensko sončno elektrarno. Potekala pa bodo tudi brezplačna energetska svetovanja mreže ENSVET in svetovanja GI ZRMK.

### Energofest za druženje po uradnem delovnem času sejmov

Strokovni dvojček bo od torika do četrtega mogoče obiskati od 9. ure do 17.30, zadnji dan, v petek, pa od 9. do 17. ure. Na predlog več razstavljalcev bodo letos od 15. ure dalje v sejmski dvorani E pripravili ENERGOFFEST – zabavo ob dobri hrani in pijači za razstavljalce in obiskovalce sejmov. Vsi obiskovalci, starejši od 18 let, bodo ob vstopu na sejmišče prejeli kupon za gratis 2 dcl piva. V Celjskem sejmu obiskovalce vabijo, da si pred obiskom dnevnega dogajanja na sejmišču na spletni strani [www.ce-sejem.si](http://www.ce-sejem.si) ogledajo natančen program.

Nataša Vodušek Fras,  
Celjski sejem, d. d.



## 10 let uspešnega delovanja Odbora za znanost in tehnologijo pri OZS

Januarja leta 2006 je bila sprejeta pomembna odločitev, da se v okviru Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije (OZS) ustanovi poseben odbor, ki bo zgradil mostove sodelovanja med drobnim gospodarstvom in akademsko ter znanstveno sfero. Pobudnika sta bila prvi in zdajšnji predsednik odbora Janez Škrlec in takratni generalni sekretar OZS **dr. Viljem Pšeničny**

razvojnoraziskovalno sfero, zavedali pa so se tudi dejstva, da je njihovo poslanstvo izjemno težko in zahtevno ter da bodo rezultati vidni in koristni predvsem na dolgi rok. Povezovanje gospodarstva in znanosti je sila zapleten proces. Uspešnost v tem procesu je odvisna tudi od širše družbene podpore, še zlasti pa OZS.

Odbor za znanost in tehnologijo šteje kot največji dogodek sklenitev sodelovanja z našim največjim razvojnoraziskovalnim inštitutom, z In-

nosti – Namaste, Centrom odličnosti za nanoznanosti in nanotehnologijo – Nanocentrom. Občasno pa odbor OZT sodeluje tudi s Fakulteto za strojništvo Univerze v Ljubljani, NIB – Nacionalnim inštitutom za biologijo v Ljubljani, Fakulteto za strojništvo – Univerze v Mariboru ter Ministrstvom za izobraževanje, znanost in šport ter nekaterimi drugimi.

Odbor za znanost in tehnologijo je v teh letih organiziral vrsto pomembnih dogodkov, spodbujal je inovaci-



Odbor za znanost in tehnologijo pri OZS. Na sliki od leve proti desni: dr. Tomaž Perme, Bojan Črtalič, Janez Škrlec, Andrej Krajnc, dr. Iztok Kramberger in na koncu Valentina Melkič, sekretarka odbora. Foto: OZS

Odbor za znanost in tehnologijo skrajšano (OZT) je bil pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije ustanovljen kot prvi odbor v Sloveniji, ki bo zgradil mostove sodelovanja med gospodarstvom, še zlasti zbornico in fakultetami, univerzami in inštituti. Vloga odbora pa je tudi bila približati nove in prihajajoče tehnologije obrtnikom in podjetnikom, še zlasti na propulzivnih področjih, kot so elektronika, IKT, mehatronika, avtomatika, robotika, bionika, področje novih materialov in nanotehnologije. V odboru OZT so se zavedali, da tudi drobno gospodarstvo potrebuje učinkovite povezave z

inštitutom Jožef Stefan. Z njim je odbor sodeloval že več kot 50-krat, in to na izjemno pomembnih tehnoloških in nanotehnoloških dnevih in skupnih sejmskih predstavitev. Zasluga, da je prišlo do sodelovanja, gre seveda tudi direktorju IJS **prof. dr. Jadranu Lenarčiču** in vrhunskemu znanstveniku tega inštituta **prof. dr. Draganu Mihailoviću**. Odbor OZT je izjemno ponosen, da je v tem času prišlo do podpisa dogovora o sodelovanju tudi s FERI Univerze v Mariboru, s Fakulteto za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, Kemijskim inštitutom v Ljubljani, z Univerzo v Mariboru, Univerzo v Novi Gorici, s Centrom odlič-

je, razvoj ter aplikativnost novih in aktualnih tehnologij. Spodbujal je pedagoške aktivnosti, razvoj novih poklicev, implementacijo razvojnoraziskovalnih dosežkov v izdelke in storitve z visoko dodano vrednostjo. Spodbujal je tudi učinkovitejše aktivnosti, povezane s Strategijo pametne specializacije (SPS). Posebne zasluge za uspešno delovanje odbora gredo seveda predsedniku in ustanovitelju Janez Škrlecu, sicer dolgoletnemu članu Sveta za znanost in tehnologijo Republike Slovenije.

*Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije  
Odbor za znanost in tehnologijo*



## Srečanje gospodarstva in znanosti

Na pobudo predsednika Odbora za znanost in tehnologijo pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije Janeza Škrleca je 16. 02. na Ministrstvu za izobraževanje, znanost in šport potekalo prvo srečanje znanosti in gospodarstva. Na dogodku je tekla beseda o tem, kaj napraviti, da bo sodelovanja med gospodarstvom in znanostjo bistveno več, še zlasti z malimi in mikropodjetji.

Na srečanju so sodelovali: dr. Maja Makovec Brenčič, MIZŠ, ministrica, prof. dr. Tamara Lah Turnšek, direktorica Nacionalnega inštituta za biologijo – NIB, prof. dr. Jadran Lenarčič, direktor Inštituta Jožef Stefan – IJS, Janez Škrlec, predsednik Odbora za znanost in tehnologijo pri OZS, mag. Urban Krajcar, MIZŠ, Direktorat za znanost, generalni direktor, dr. Tomaž Boh, MIZŠ, državni sekretar, Andrej Ograjenšek, MIZŠ, prof. dr. Gregor Anderluh, direktor Kemijskega inštituta v Ljubljani. Iz MGRT sta sodelovala mag. Marija Čebular Zajec in mag. Janez

Rogelj, iz gospodarstva pa: Bojan Črtalič, direktor podjetja FerroČrtalič international, Jasmina Filipič iz podjetja Roto, d. o. o., Marko Lotrič, direktor Lotrič meroslovje, d. o. o., Milan Škapin, DEA Sežana, Ludvik Kavčič, Precisium Kranj, Mojca Andolšek Črtalič, FerroČrtalič international, Valentina Melkič, sekretarka Odbora za znanost in tehnologijo pri OZS, in dr. Peter Stanovnik z Inštituta za ekonomska raziskovanja – IER. Naslednje srečanje gospodarstva in znanosti se načrtuje letos v maju na MGRT. Direktorat za znanost na MIZŠ bo o predlogih in pobudah s srečanja gospodarstva in znanosti seznanil Vlado RS in resorna ministrstva. Pobude in predloge, koristne za obrt in podjetništvo, bo obravnaval tudi Svet za znanost in tehnologijo Republike Slovenije, ki je najvišje svetovno telo Vlade RS.



Odbor za znanost in tehnologijo pri OZS



Med udeleženci srečanja gospodarstva in znanosti so bili tudi predsednica OOZ Novo mesto Mojca Črtalič Andolšek (v sredini), član Odbora za znanost in tehnologijo Bojan Črtalič (desno) in predsednik Janez Škrlec (levo).



## Avtomatsko krmiljenje rastlinjakov in zaprtih habitatov - BLOOM

Potrebe po pridelavi hrane se z naraščajočim številom prebivalstva povečujejo. Hkrati se povečuje tudi zavedanje o nujnosti racionalne uporabe sredstev ter energije za proizvodnjo hrane. Kmetijstvo je največji porabnik vode, saj porablja kar 70 % sladke vode. Na drugi strani spoznanja s področja botanike nudijo popolne podatke o idealnih pogojih, ki jih posamezna kulturna rastlina potrebuje za optimalen razvoj, kvalitetno rast, velik donos in visoko hranilno vrednost.

Miselnost, da je doma pridelano najboljše, vedno bolj prodira v zavest prebivalcev razvitih držav in tako opažamo porast vrtnarstva, gverilskega vrtnarstva ter raznovrstnih načinov kako na omejenem prostoru in z omejenim časom, ki nam ga dopušča sodobni način življenja, vzgojiti lastno hrano. V tem segmentu obstaja veliko možnosti za izpopolnjevanje tehnologije pridelave in vzgoje rastlin.

Produkti, ki omogočajo nadzor nad prostorom gojenja rastlin, so namenjeni in dostopni predvsem profesionalnim uporabnikom. Za manjše uporabnike in za napredne tehnologije pridelave v rastlinjakih pa je bil razvit krmilno-nadzorni sistem BLOOM (Bio-Logični Opazovalno Optimizacijski Modul). Sistem BLOOM združuje štiri funkcionalne, med seboj povezane enote: paket senzorjev, krmilni del, aktuatorski del ter nadzorno enoto.

Zunanji senzori merijo zračno vlažnost, temperaturo zraka in nivo osvetlitve, notranji pa zračno vlažnost, temperaturo zraka, vlažnost zemlje in količino vode v rezervoarju.

Program in vsa krmilna logika tečejo na čipu ATmega 328. Aktuatorski del je del vezja, na katero priključujemo zunanje enote: črpalko na-

makalnega sistema, sistem vlaženja zraka, naravno in prisilno prezračevanje, gretje ter osvetljevanje.

Modul zaokrožuje aplikacija Windows za nadzor v realnem času ter spreminjanje mejnih vrednosti. Povezava z računalnikom je potrebna le ob spreminjanju in spremljanju parametrov, drugače modul deluje samostojno.

Sistem omogoča vzdrževanje temperature, vlažnosti zraka, vlažnosti zemlje in osvetljevanje za podaljševanje svetlega dela dneva ter nudi informacijo o količini vode v rezervoarju. Logika sistema omogoča, da za doseganje nastavljenih okvirov izrablja trenutne lastnosti atmosfere izven rastlinjaka ter tako porablja, kar se le da, malo energije.

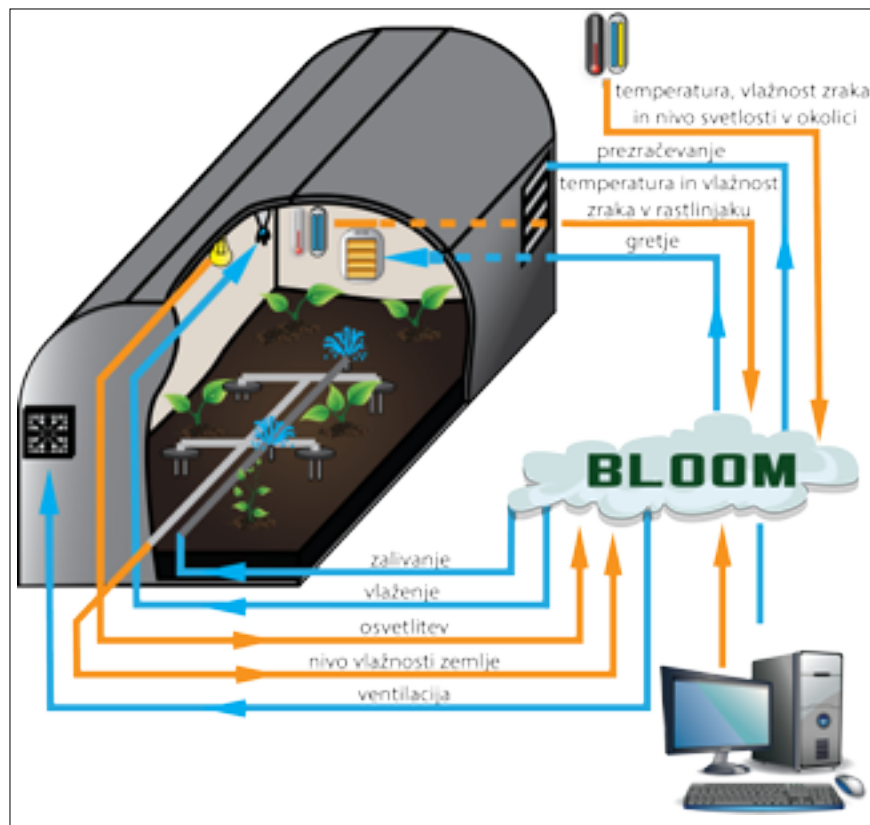
Napredna prototipna verzija sistema je trenutno vgrajena v sobni rastlinjak in je bila prvič predstavljena na sejmu IFAM 2016 v Celju. Modul ni omejen z velikostjo rastlinjaka,

saj ostaja logika, po kateri deluje, enaka ne glede na velikost prostora, ki ga nadzoruje.

Nadaljnji razvoj bo posvečen izboljševanju zanesljivosti sistema in dodajanju novih funkcionalnosti, kot so na primer merjenje Ph zemlje, nadzor in upravljanje s količino CO<sub>2</sub> v zraku, možnost avtomatskega doziranja tekočih gnojil v vodo za zalivanje in oddaljenemu nadzoru preko aplikacije na pametnem telefonu ali tablici.

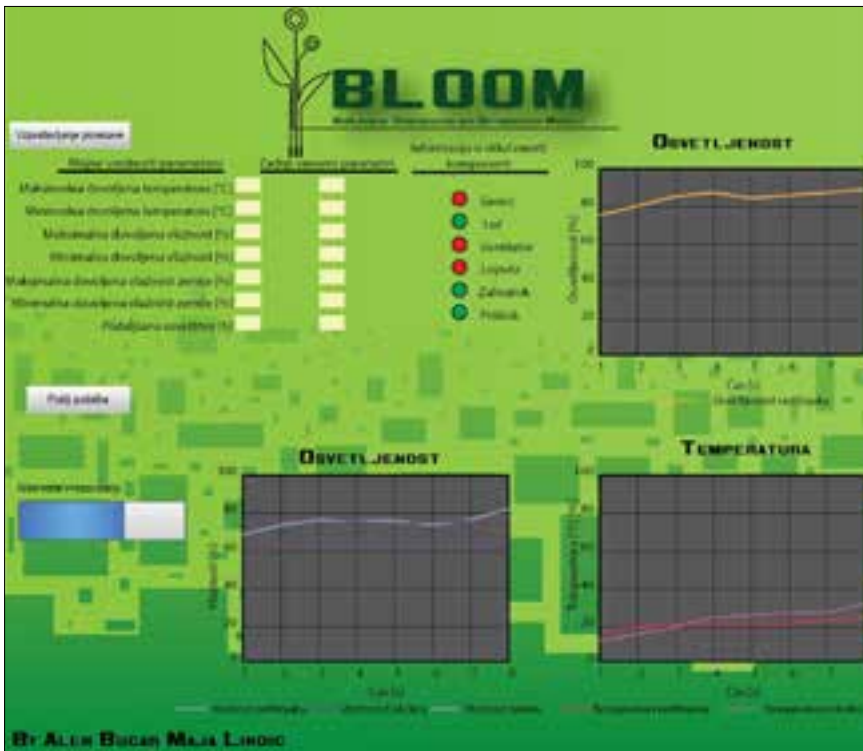
Sistemi za nadzor vlažnosti zemlje lahko zmanjšajo količino vode za zalivanje za več kot polovico, nadzor in vzdrževanje najboljših možnih klimatskih pogojev pa omogoča večanje donosa, bolj zdrave rastline, za pridelovalca cenejšo, za porabnika pa kakovostno hrano.

Predstavljena rešitev je plod raziskovalnega dela študentov magistrskega študija Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani in je nastala na osnovi njunega pri-



Shema delovanja sistema BLOOM





Pripadajoči programski paket za nadzor

dobljenega znanja in dobrega leta obštudijskega dela.

#### Viri:

[1] Maupin, M. A., Kenny, J. F., Hutson, S. S., Lovelace, J. K., Barber, N. L., and Linsey, K. S., 2014, Estimated use of water in the United States in 2010: U. S. Geological Survey Circular 1405, 56 str., <http://dx.doi.org/10.3133/cir1405>.

[2] Deelstra, T. & Girardet, H., 1999, Urban Agriculture and Sustainable Cities, Thematic Paper 2, Urban Agriculture, Resource Centre on Urban Agriculture and Forestry, The Netherlands.

*Maja Lindič, Alen Bučar,  
študenta magistrskega študija,  
oba UL, Fakulteta za strojništvo*

# 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](mailto:info@jaksa.si)

## Molekulski vozli: izum priprave hitrega spontanega zvitja molekulskih nanostruktur

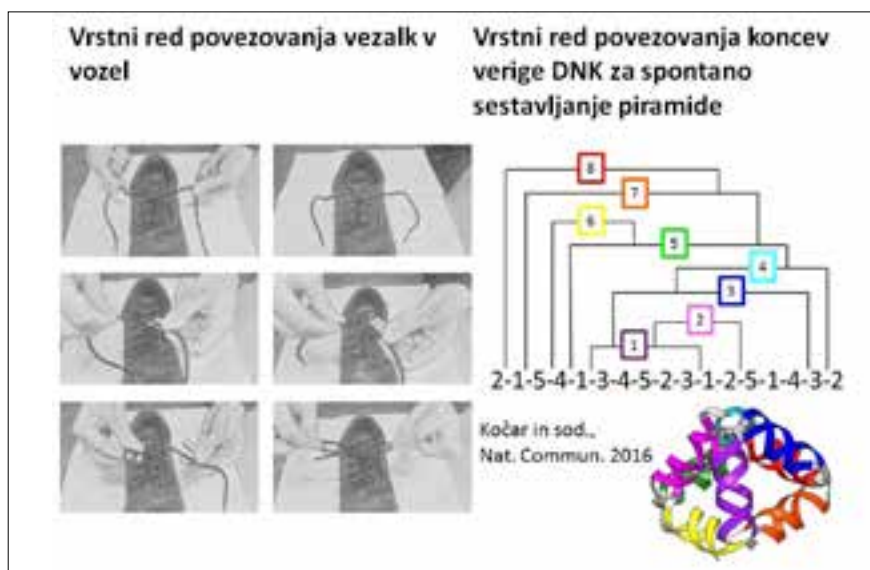
Vsem je poznano, da vozle zavežemo z določenim vrstnim redom križanja koncev vrvice. Kako pa zavežemo v vozle molekule, ki merijo nanometre? O strategiji načrtovanja molekul, ki se v določenem vrstnem redu sestavijo v visoko zavozlane nanometrijske strukture, poročajo raziskovalci Kemijskega inštituta. Zasnovali so piramido iz DNK, katere stranice merijo 5 nanometrov, in dokazali, da se zelo hitro spontano zvitje v želeno nanostrukturo. Avtorji raziskave, v kateri so sodelovali sintezni in strukturni biologi, matematiki in molekularni modelerji, menijo, da bodo molekularni vozli omogočili pripravo nanomaterialov z zanimivimi lastnostmi.

Človeštvo pozna in uporablja vozle že od pradavnine. Vozle se naučimo zavežati kot otroci in jih uporabljamo za privezovanje ladij, za izdelavo tkanin ter drugih uporabnih in umetniških izdelkov. Iz vsakdanjega življenja vemo, da je za zavezovanje vozla pomemben vrstni red križanja koncev vrvice, npr. pri zavezovanju vezalk ali pletenju nogavic. Razisko-

valci Laboratorija za biotehnologijo na **Kemijskem inštitutu** pod vodstvom prof. **Romana Jerale** poročajo o iznajdbi načina za pripravo molekulskih struktur, kjer se veriga molekule križa več kot 30-krat. Kot vemo iz vsakdanjih izkušenj z vozli, je pomemben pravilni vrstni red prekrivanja vrvice, če želimo zavežati želeni vozle. Za razliko od ročnega zavezovanja vozlov v vsakdanjem življenju pa na nanometrijski skali želimo, da se molekule zavežejo v vozle same od sebe. To lahko dosežemo tako, da v zaporedje polimerne molekule vgradimo informacijo o želeni končni strukturi in vrstnem redu križanja koncev vrvice, kar je novost tega dela. Za material so izbrali deoksiribonukleinsko kislino (DNK), ki je v naravi običajno nosilec dednega zapisa. V zadnjih treh desetletjih so namreč znanstveniki pokazali, da lahko uporabimo DNK tudi kot pameten gradbeni material za tvorbo popolnoma novih struktur in oblik, na primer tudi za izdelavo nanometrijskega zemljevida Slovenije. Za sestavljanje nanostruktur DNK običajno potrebujemo več kemijsko sintetiziranih verig in dolgočasno ohlajanje, kar ni najbolj tehnološko uporabno. Raziskovalci Ke-

mijskega inštituta so določili pravila, ki omogočajo, da se DNK sama od sebe zavozla v želeno obliko piramide ali drugih struktur. Odkrili so, da je ključno, da na vsaki stopnji ostane prost vsaj en konec verige DNK, tako da se ta lahko kot nit uvije skozi obstoječe zanke v nastajajoči strukturi. **Vid Kočar**, doktorski študent in prvi avtor publikacije, objavljene v **Nature Communications**, je pripravil načrt za štiristrano piramido, sestavljeno iz ene same verige DNK. Zasnoval je šest dizajnov piramide, ki so bili sestavljeni iz enakih segmentov DNK, ki tvorijo stranico piramide. Segmenti so bili v različnem vrstnem redu povezani v eno verigo, pri čemer je le optimalni dizajn upošteval pravilo prostih koncev, vrstni red povezovanja pa je predstavljala stabilnost posameznih stranic piramide. Izkazalo se je, da se je samo DNK na osnovi optimalnega dizajna hitro zvitla v pričakovano strukturo. Če so DNK z visoke temperature hitro predstavili na led ali celo v tekoči dušik, se je le optimalni dizajn zvit brez težav. V raziskavi je imelo pomembno vlogo modeliranje, pri katerem sta sodelovala raziskovalca z **Univerze v Oxfordu** prof. **Jonathan Doye** in **John Shreck** ter matematika **Univerze v Ljubljani** in **Univerze na Primorskem** prof. **Tomaž Pisanski** in študent **Nino Bašič**.

Avtorji raziskave menijo, da bo poglavita uporaba te inovativne tehnologije pri načrtovanju vozlov na osnovi proteinov kot nadaljevanje dela na proteinskih nanostrukturah, ki so jih raziskovalci Kemijskega inštituta razvili pred dobrima dvema letoma in rezultate objavili v reviji **Nature Chemical Biology**. Ker so vozli v tehnologiji zelo uporabni, pričakujejo, da bodo s pomočjo molekulskih vozlov uspeli pripraviti nanomaterialne, ki bodo bolj trdno povezani in bodo imeli druge zanimive lastnosti.



Primerjava tvorbe vozlov v vsakdanjem življenju ter načrtovanega zaporedja povezovanja DNK segmentov za spontano tvorbo zavozlane nanometrijske štiristrane piramide. Foto: Roman Jerala

Prof. dr. Roman Jerala  
Kemijski inštitut, Ljubljana



# 8. INDUSTRIJSKI FORUM IRT 2016

## NAJVEČJI STROKOVNI DOGODEK INDUSTRIJE ZA INDUSTRIJO

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

### Forum znanja in izkušenj

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

### Osrednje teme IFIRT

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

Portorož, 6. in 7. junij 2016



**Dodatne informacije:** Industrijski forum IRT, Motnica 7 A, 1236 Trzin tel.: 01/600 1000 | faks: 01/600 3001  
e-pošta: info@forum-irt.si | www.forum-irt.si | **Organizator dogodka:** PROFIDTP, d. o. o., Gradišče VI 4, 1291 Škofjica  
**Partner dogodka:** TECOS, Celje | **Organizacijski vodja dogodka:** Darko Švetak, darko.svetak@forum-irt.si

[www.forum-irt.si](http://www.forum-irt.si)

Glavni pokrovitelj dogodka:

Power and productivity  
for a better world™



Nacionalni pokrovitelj dogodka:



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA GOSPODARSKI  
RAZVOJ IN TEHNOLOGIJO

Pokrovitelji dogodka:



FANUC



METTLER TOLEDO

YASKAWA

Priznanje TARAS



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

A. Stušek, uredništvo revije Ventil

## Okolju prijazen pogon za kmetijsko mehanizacijo

Univerza v Rostocku in podjetje Deutz sta razvila nov plinski motor za traktorje. Pri tem je iz serijskega dizelskega motorja nastal motor na zemeljski plin.

Dosti spretnosti in inženirskega znanja je bilo potrebnih, da so serijski dizelski motor na preskuševališču univerze v Rostocku spremenili v pogon, gnan z zemeljskim plinom. Preoblikovati so morali različne sestavne dele, da so pri enaki moči dizelskega motorja dosegli manjše škodljive izpuste, manj CO<sup>2</sup> in do-

segli več »traktorja«. Plinski motor so v delavnici inštituta Thünen (Inštitut za ekološko gradnjo v kmetijstvu) vgradili v traktor. Projekt je bil izveden s številnimi partnerji: z Nemško zvezno fundacijo za okolje, s podjetjem Deutz in z izdelovalcem traktorjev Same-Deutz-Fahr.

### Plinski motor z dizelsko močjo

Motor na pogon z zemeljskim plinom je na preskuševališču izpolnil vse zahteve. Škodljivi izpusti so se pomembno zmanjšali. Izpusti metana so se približali vrednosti nič, dejanska moč motorja pa je bila

podobna dizelskemu motorju. Razvoj na univerzi v Rostocku obeta nova merila motorne tehnike za kmetijstvo. Traktorski motor deluje 100-odstotno na zemeljski plin in biometansko pogonsko gorivo. Traktor z alternativnim pogonskim gorivom zdaj preskušajo v praksi. Alternativni pogonski koncepti z novim pogonskim gorivom imajo v kmetijstvu mnogo prednosti. Lahko se uporablja tudi biometan po čiščenju bioplina, pridobljenega v kmetijstvu.

**Vir:** Felicitas Heimann; Umweltfreundlicher Antrieb für die Landwirtschaft – fluid 47 (2015) 11–12, str. 6.

## Mednarodna akademija za hidravliko – Izobraževanje za novo priporočilo o varnosti pri delu

Novo evropsko priporočilo za varnost pri delu 2009/104/EG predvideva, da delodajalci opravljajo redno ocenjevanje nevarnosti pri delu z delovnimi sredstvi, in to tudi ustrezno dokumentirajo. Tudi hidravlični gibki cevovodi in sestavine hidravličnih cevovodov

spadajo med »delovna sredstva«, ki jih je potrebno redno preverjati in po potrebi zamenjati. Preverjanje pa lahko opravlja le ustrezno usposobljeno osebje. Delodajalci so zato obvezni skrbeti, da z ustreznim izobraževanjem neprestano zagotavljajo ustrezna stro-

kovna znanja svojih sodelavcev. Novi evropski predpis za zagotavljanje ustrezne varnosti pri delu je začel veljati 1. januarja 2015. Ustrezna strokovna znanja si njihovi sodelavci lahko zagotovijo na *Mednarodni akademiji za hidravliko* – IHA.

## Svečane nagrade in listine Univerze v Mariboru



Na rektorjevem dnevu 27. 1. so bile podeljene nagrade in priznanja Univerze v Mariboru tistim, ki so s svojim delom, izrednimi uspehi, dosežki in zaslugami pomembno prispevali k uveljavitvi in razvoju Univerze v Mariboru.

Svečano listino Univerze v Mariboru je prejel tudi **Janez Škrlec**:

»za izjemno pomoč pri razvoju študijskih programov in za prispevek pri povezovanju Univerze v Mariboru z gospodarstvom ter s tem pri prenosu znanja in tehnologij.«



A. Stušek, uredništvo revije Ventil

## Priročnik za konstruiranje in projektiranje fluidne tehnike

Nemška revija *Ölhydraulik und Pneumatik* nadaljuje z vsakoletnim izdajanjem zbornika za pomoč pri konstruiranju in projektiranju fluidne tehnike. Lanska 40. izdaja zbornika z naslovom *O + P Konstruktions-Jahrbuch 2015*, v obsegu 204 strani, predstavlja integralno ponudbo nemške hidravlike in pnevmatike v obliki preglednic z navedbo osnovnih tehničnih lastnosti posameznih sestavin in enot ter dobaviteljev. Dodatno pa predstavlja še zbirko formul za izračune posameznih sestavin in naprav ter sezname veljavnih standardov in priporočil, dodatno pa še seznam disertacij v nemškem jeziku od 1. 1. 1970 do danes.

V uvodniku o stanju nemške fluidne tehnike, ki ga v imenu nemškega združenja za fluidno tehniko v okviru VDMA (Nemško združenje strojne industrije) predstavlja njihov predsednik Christian Kienzler, je poudarjena njena svetovna uspešnost s skupnim prometom preko 6,6 milijard (v letu 2014) ter 60-odstotnim izvozom hidravlike in 50-odstotnim izvozom pnevmatike.

Zbirka formul za izračune sestavin in naprav obsega 25 strani.

V nadaljevanju je predstavljen integralni seznam vseh veljavnih standardov in priporočil s stanjem marec 2015 – obseg 20 strani z okoli 1080 naslovi.

Seznam disertacij obsega 513 naslovov s področja hidravlike in 144 naslovov s področja pnevmatike.

Osrednji del zbornika pa predstavlja okoli 100 strani preglednic sestavin in enot, razdeljenih v skupine po osnovnih tehničnih lastnostih in njihovih dobaviteljih. Skupine obsegajo:

- hidravlične črpalke (zobniške, krmilne, batne, vijačne),
- hidravlični motorji,
- hidravlična gonila (ločena, kompaktna gradnja),
- hidravlični valji,
- hidravlični ventili (tlačni, tokovni, potni),
- hidravlični servo- in proporcionalni ventili,
- hidravlični agregati,
- pomožne sestavine (rezervoarji, deli za montažo itd.),
- hidravlični akumulatorji,
- izmenjevalniki toplote,
- hidravlični filtri,
- hidravlični fluidi (mineralni, nevnjetljivi, biološki),
- tesnilke (hidravlične, pnevmatične),

- pretvorniki tlaka,
- cevi, cevni priključki in gibki cevovodi,
- sestavine vodne hidravlike,
- pnevmatični motorji,
- pnevmatični valji, brezbatnični pnevmatični valji,
- pnevmatični pozicionirni pogoni,
- pnevmatični ventili, posebne izvedbe pnevmatičnih ventilov,
- ventilski otoki,
- pnevmatični servo- in proporcionalni ventili,
- pnevmatična krmilja,
- pnevmatični cevovodi in povezovalni sistemi,
- enote za pripravo stisnjenega zraka,
- merilni instrumenti in nadzorne naprave,
- storitve (vzdrževanje, izobraževanje, raziskave in razvoj, visoko šolstvo, programska oprema).

Zadnji del zbornika v obsegu 17 strani pa predstavlja seznam okoli 600 dobaviteljev z njihovimi logotipi in podrobnimi naslovi.

**Vir:** *O + P Konstruktions-Jahrbuch 2015 – Sonderausgabe der Zeitschrift O + P*, Vol. 59, *Zal.:* Vereinigte Fachverlage GmbH, Lise-Meitner-Strasse 2, 55120 Mainz, Postfach 100465 Mainz, *tel.:* +06131/992-0, *e-pošta:* info@engineering.news.net, *internet:* www.engineering.news.net; 2015 vol. 59.



# NEPOGREŠLJIV VIR INFORMACIJ ZA STROKO

VSAKA DVA MESECA  
NA VEČ KOT  
140 STRANEH

**Vodnik skozi množico informacij**

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

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



# 10 tehnologij, ki jih morate spremljati v letu 2016

Kako do avtomobilov brez izpustov, učinkovitejših energetskih sistemov, pametnih zgradb in mest, računalniških čipov po vzoru človeških možganov in pri tem ohraniti planet?

Janez ŠKRLEC

Pri svetovnem gospodarskem forumu (WEF) in pri OECD vsako leto napovejo, katere tehnologije bodo najbolj intenzivno spreminjale življenje in industrijo. Novosti napovedujejo tudi vse večje multinacionalke, ki poskušajo prepoznati tehnologije z največjim potencialom za gospodarsko rast in spremembe. Nekatere napovedi se uresničujejo, nekateri napovedani tehnološki trendi pa se spreminjajo tudi zaradi vse večjega poudarka na trajnostnem razvoju in zaradi usmeritve držav v krožno gospodarstvo. Prav trajnostni razvoj bo pomembno vplival na različne tehnološke trende.

## ■ Kako ohraniti planet?

Oprelitev Svetovne komisije za okolje in razvoj (Brundtlandina komisija) pravi, da trajnostni razvoj pomeni »zadovoljiti trenutne potrebe, ne da bi pri tem ogrožali zadovoljevanje potreb prihodnjih generacij«. Prav to bo pomembno vodilo pri razvoju prihajajočih tehnologij. Po mnenju številnih bodo glavna področja za razvoj tehnologij prihodnosti povezana z učinkovito proizvodnjo in rabo energije, iskanjem novih virov energije ter izjemnim razvojem informacijsko-komunikacijskih tehnologij, proizvodnih in procesnih tehnologij, sodobnejše mobilnosti, večje pozornosti za zdravje ljudi, učinkovitejše medicine, boljše prehrane in podobno.

## ■ Od vojske do vesolja

Nobenega dvoma ni, da so tehnologije gibalo največjih sprememb v sodobnem svetu in obljublajo inovativne rešitve za najbolj pere-

če svetovne izzive našega časa. Od avtomobilov brez emisij do učinkovitejših energetskih sistemov, od pametnih zgradb in mest do računalniških čipov po vzoru človeških možganov in drugo. Veliki generator tehnološkega razvoja so visoke tehnološke zahteve v vesoljskih in vojaških aplikacijah. Perspektivne tehnologije za leto 2016 so izbrane glede na njihov vpliv na izboljševanje življenja, preoblikovanje industrije in ohranjanje našega planeta. Čedalje bolj se uveljavljajo tehnologije, ki so produkt multidisciplinarnih pristopov. Za doseganje prej omenjenih ciljev pa bodo nujna velika finančna in razvojna vlaganja.

## ■ 1. Nova generacija robotov in mehatronika

Naslednja generacija robotov še ne pomeni, da bodo ti povsem zamenjali človeka, ampak da bo večji poudarek na sodelovanju med človekom in strojem. Novi roboti bodo sicer veliko bolj prilagodljivi različnim okoljem. Oblikovalci robotov črpajo prilagodljivost in spretnosti robotov iz kompleksnih bioloških struktur, tudi po bioničnih konceptih. Kljub temu pa naslednja generacija robotike postavlja nova vprašanja za področja od filozofije do antropologije o človeškem odnosu do strojev. Izjemno veliko se pričä-

Janez Škrlec, inž., Odbor za znanost in tehnologijo, Obrtno podjetniška zbornica Slovenije





kuje na področju mehatronike, razvoja novih mehatronskih sistemov in naprav ter prehoda na ekstremno miniaturizacijo in seveda na mikro-mehatroniko z vse večjo prisotnostjo nanotehnologije.

## ■ 2. Napredna vozila na gorivne celice in električni pogon

Po mnenju strokovnjakov razvoj gorivne celice dosega stopnjo, ko bo mogoče resno razmišljati, da bo tovrstni pogon ponudil veliko pomembnih prednosti pred električnimi pogoni. Mnenja bodo tu verjetno še kar nekaj časa zelo različna. V nasprotju z baterijskimi električnimi vozili se vozila na gorivne celice obnašajo kot katerakoli konvencionalna vozila na gorivo. Vsekakor pa oba koncepta vozil v prihodnosti veliko obetata, še zlasti, če želimo doseči visoke cilje po zmanjšanju onesnaževanja z izpusti ogljikovega dioksida.

## ■ 3. Recikliranje plastike in razvoj samorazgradljivih materialov

Pri termičnem recikliranju plastike imajo znanstveniki v mislih predvsem proizvodnjo nove tehnološke plastike, ki jo bo mogoče večkrat termično preoblikovati, nazadnje tudi reciklirati oziroma se bo vključevala v krožno gospodarstvo z velikim zmanjševanjem odlagališč odpadkov plastike. Poudarek je tudi na drugih materialih, ki bodo samorazgradljivi in prijazni do okolja, oziroma na konceptu kroženja snovi nazaj v naravo.

## ■ 4. Natančni genski inženiring



Pri natančnem genskem inženiringu imajo znanstveniki v mislih povsem nove rešitve, ki bi zamenjale že dolgo sporen konvencionalni genski inženiring. Nove tehnike, ki se pojavljajo, omogočajo neposredno urejanje genetskih kod rastlin. Rezultat bi lahko bil, da bi bile rastline bolj hranljive in sposobnejše za spopadanje s spreminjajočim se podnebjem.

## ■ 5. Dodajalne tehnologije kot alternativa stari proizvodnji

Pri tako imenovanih dodajalnih tehnologijah se odpirajo povsem novi vidiki, kako preiti s klasičnih obdelovalnih in proizvodnih tehnologij na tehnologije različnih oblik tiskanja. V razvojnih usmeritvah gre za prehod z odjemalne oblike oblikovanja izdelkov na oblikovanje z dodajalnimi tehnologijami. Dodajalne tehnologije so najpogosteje povezane s sicer že zelo razširjenim 3D-tiskanjem, kar sicer ni novost, in

4D-tiskanjem, kjer bo poudarek še zlasti na uporabi pametnih materialov. Glede na izjemen tehnološki razvoj materialov se odpirajo povsem nove možnosti tiskanja organov za medicinske aplikacije (tudi v smeri tiskanja človeških celic in ustvarjanja živih tkiv, kože, kosti), tiskanja inteligentnih oblačil in drugo. Naslednji pomemben korak je 3D-tiskanje integriranih elektronskih komponent in vezij. 4D-tiskanje pa obljublja novo generacijo izdelkov, ki se lahko spreminjajo glede na različne spremembe v okolju,



na primer toploto, vlago in drugo. 4D-tiskanje bo koristno pri izdelavi posebnih terapevtskih oblačil in obutve, še zlasti v posebnih medicinskih aplikacijah, kot so različni vsadki. Največji možni trg dodajalnih tehnologij bo avtomobilski, letalski, vesoljski, vojaški in medicinski sektor.

## ■ 6. Umetna inteligenca in strojno zaznavanje

O nastajajoči umetni inteligenci v nasprotju z običajno strojno in programsko opremo govorimo v primeru, ko stroj omogoča zaznavanje in odzivanje v svojem spreminjajočem se okolju. Posledice umetne inteligence so lahko tudi, da bo stroj celo uspešnejši od človeka pri nekaterih nalogah. Obstajajo tehtni dokazi, da bo samovozeči avtomobil zmanjševal možnosti trčenj v cestnem prometu in se bo izogibal človeškim napakam, kot so motena koncentracija, okvare vida in drugo. Intelligentni stroji, ki bodo imeli hitrejši dostop do velikih baz podatkov (big data), se bodo sposobni odzivati brez človeških čustvenih vplivov, mogoče bodo nekoč uspešnejši tudi od medicinskih strokovnjakov pri diagnosticiranju bolezni. Zagotovo pa bo še vsaj nekaj časa človek tisti, ki bo stvari jasneje presojal na podlagi čustev, zavedanja, tveganj, vrednot in razumevanja medsebojnih odnosov.

## ■ 7. Razpršena proizvodnja in tovarne prihodnosti

V tradicionalni proizvodnji se izdelki izdelujejo v velikih in centraliziranih tovarnah in se nato tako ali drugače dostavijo do kupca. V distribuirani oziroma razpršeni proizvodnji se surovine in metode izdelovanja decentralizirajo in končni izdelek je izdelan bližje končnemu kupcu. Ideja razpršene proizvodnje je, da se izdelek v dobavni verigi izdelava tam, kjer je dovolj materiala. Največkrat se pošlje digitalni načrt lokalnim proizvodnim vozliščem, ki imajo ustrezna orodja, digitalne in



računalniško vodene obdelovalne naprave, na primer CNC-stroje, obdelovalne centre in izdelek izdelajo na lokalni ravni, na primer v neki lokalni delavnici, ter ga nato vključijo v končne izdelke. Trend razpršene proizvodnje gre tudi v smeri natisljivih izdelkov, ko na lokalni ravni uporabljajo svoje lokalne tiskalnike, obstajajo pa tudi odprtokodni pristopi, kjer je mogoče izdelke prilagoditi lastnim potrebam ali željam. Razpršena proizvodnja naj bi omogočala učinkovitejšo rabo virov z zmanjševanjem zapravljanja prevelikih zmogljivosti centraliziranih tovarn, prav tako se zmanjšujejo ovire za vstop na trg z zmanjšanjem količine kapitala, potrebnega za gradnjo prvih prototipov in izdelkov. Pomembno je tudi zmanjševanje celotnega vpliva proizvodnje na okolje. Digitalni podatki se pošiljajo prek spleta namesto fizičnih izdelkov, ki se pošiljajo s cestnim, železniškim ali ladijskim prometom. Uporaba surovin je lokalna, zmanjšajo se ko-

ličina energije in potrebe transporta. Vse večji pa je tudi poudarek na razvoju tovarn prihodnosti, ki bodo uporabljale najsodobnejše oblike načrtovanja in izdelave izdelkov, tako rekoč po popolni želji kupca in v realnem času.

## ■ 8. Brezpilotna plovila

Pri brezpilotnih plovilih se danes srečujemo z vrsto različnih tehnik, kot so brezpilotna letala, še zlasti priljubljena v vojaških aplikacijah, kmetijstvu, nadzoru nevarnih območij, snemanju in pregledu posledic elementarnih nezgod. Brezpilotna letala bodo prevzemala vrsto pomembnih nalog, kot je npr. preverjanje električnih daljnovodov. Izjemno zanimivi pa so tudi droni za prevoz različnega tovora, tudi na izjemno težko dosegljive lokacije. Brezpilotna letala bodo pravzaprav leteči roboti, ki delujejo na treh, in ne na dveh dimenzijah, razvoj tovrstnih naprav pa bo pospešen tudi z naslednjo generacijo robotike.



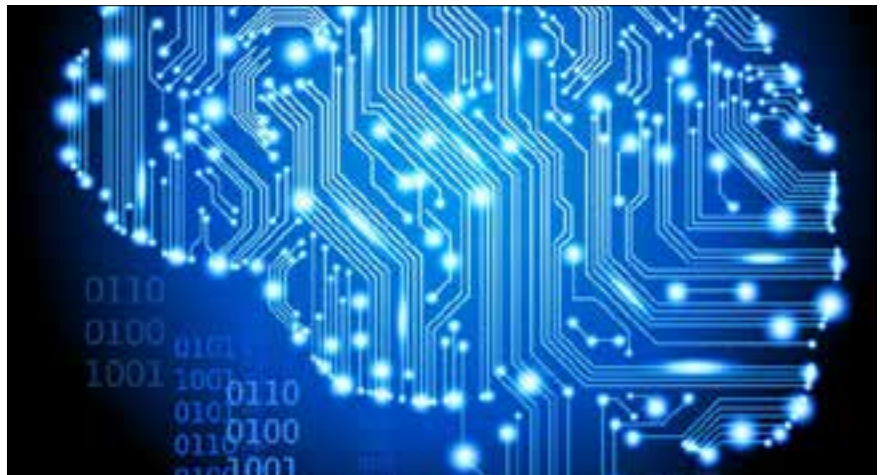




## ■ 9. Nevromorfne tehnologije

Nevromorfne tehnologije se zgledujejo po delovanju živčnega sistema. V nasprotju s standardnimi računalniki, ki uporabljajo digitalno kodiranje in ničle ter enice, se nevrološki inženiring osredotoča na analogno kodiranje in računanje – kontinuirane spremembe v električni napetosti. Pri tem se v manjši meri trudi oponašati delovanje realnega živčnega sistema od ravni posameznih ionskih kanalov prek nevronov pa do nevronskih stolpičev v možganski skorji. Medtem ko sta pri standardnih računalnikih procesiranje informacij in hranjenje spomina ločeni, pa je v možganih vse skupaj združeno v organizacijo in aktivnost mreže nevronov. Cilj nevromorfni tehnologij je, da bi nevromorfni čipi delovali po podobnem principu kot možgani. Danes se je z ekstremno miniaturizacijo izjemno povečala konvencionalna računalniška moč,

vendar je vse bolj ozko grlo za premik podatkov nenehno shranjevanje podatkov v spomin in centralni procesorji porabijo veliko energije in ustvarjajo veliko nezaželene toplote. Nasprotno pa bodo nevromorfni čipi energetsko varčni, zmogljivi, shranjevanje in obdelava podatkov se bosta dogajala v istih povezovalnih enotah. Nevromorfne tehnologije bodo naslednja stopnja računalništva, nevromorfni



čipi bodo omogočali višjo stopnjo miniaturizacije in večje ustvarjanje umetne inteligence. Nevromorfni računalniki se bodo lahko učili, ne pa samo odzivali na vnaprej programirane načine.

## ■ 10. Digitalni genom in novi izzivi za medicino

Danes lahko človeški genom razmeroma hitro preberemo in zapišemo v digitalni obliki na določen medij, na primer USB-ključ. Ti podatki se lahko preprosto pošljejo tudi po spletu. Ker je vsak zapis v genomu edinstven, lahko njegova analiza ugotovi najhujše bolezni. Vsaka bolezen ima svojo specifično gensko komponento, dejansko lahko posamezno bolezen, na primer raka, opišemo kot bolezen genoma. Z digitalizacijo bodo zdravniki lahko odločali o bolnikovem zdravljenju. Podatki o vsebini genoma bodo morali biti skrbno zaščiteni zaradi varovanja zasebnosti. Seveda pa izbrane tehnologije še

zdaleč niso vsa področja intenzivnega tehnološkega razvoja. Ta poteka na številnih področjih, še zlasti v medicini, informatiki in informacijsko-komunikacijskih tehnologijah, vključno z internetom stvari in uporabo velikih podatkovnih baz. Velike spremembe potekajo na področju pametne gradnje, pametnih mest, pametnih tovarn, materialov kot končnih izdelkov, uporabe nanotehnologije, biotehnologije in drugod.

# Zaznavanje dolitosti dolgih brizganih izdelkov s strojnim vidom

Miha PIPAN, Niko HERAKOVIČ

**Izvleček:** V članku je predstavljena učinkovita aplikacija nadzora kakovosti sestavnih delov na izhodu stroja za brizganje plastike v dejanskem proizvodnem procesu. Prepoznavanje je izvedeno s strojnimi vidom. Proces brizganja dolgih tulcev iz umetne mase je zaradi hitrega tečenja materiala v brizgalnem stroju nestabilen. Zaradi tega so potrebni 100-odstotna kontrola, analiza kakovosti izdelka in sortiranje izdelkov na dobre, nedolite in prelite.

**Ključne besede:** strojni vid, zaznavanje napak, brizganje dolgih izdelkov, nedolitost, prelitost

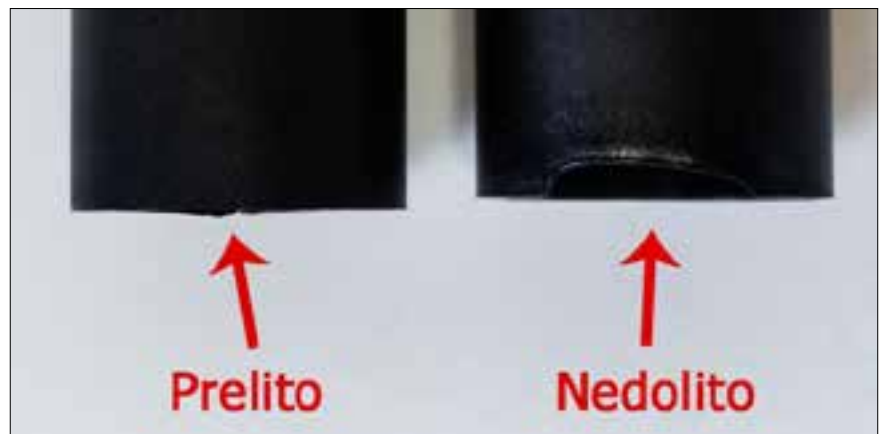
## 1 Uvod

Napake na brizganih tulcih so lahko nedolitje ali prelitje plastične mase (slika 1). Število napak pri brizganju dolgih tulcev je veliko, saj je zaradi dolge poti tečenja materiala proces nestabilen in je izmet lahko tudi nekaj odstotkov. Nedoliti tulci vedno predstavljajo izmet, prelite izdelke pa je mogoče z dodatno obdelavo (odrezovanje prelitega dela) popraviti in so označeni kot dober izdelek. Dober izdelek se od nedolitega brez težav loči s prostim očesom. Kontrola prelitja in določitev, ali je prelitje v tolerančnem območju, pa sta s prostim očesom nemogoči. Zaradi 100-odstotne kontrole, izločitve človeške napake in določitve, ali je prelitje v tolerančnem območju, je nujna uporaba strojnega vida [1] [2].

## 2 Naprava za avtomatično zaznavanje napak

Napravo za avtomatično zaznavanje napake nedolitosti in prelitosti dolgih tulcev sestavljajo štiri kamere in ustrezna programska oprema za obdelavo slik (slika 2).

Miha Pipan, univ. dipl. inž.,  
prof. dr. Niko Herakovič, univ.  
dipl. inž., oba Univerza v Ljubljani,  
Fakulteta za strojništvo



Slika 1. Napake na brizganih tulcih

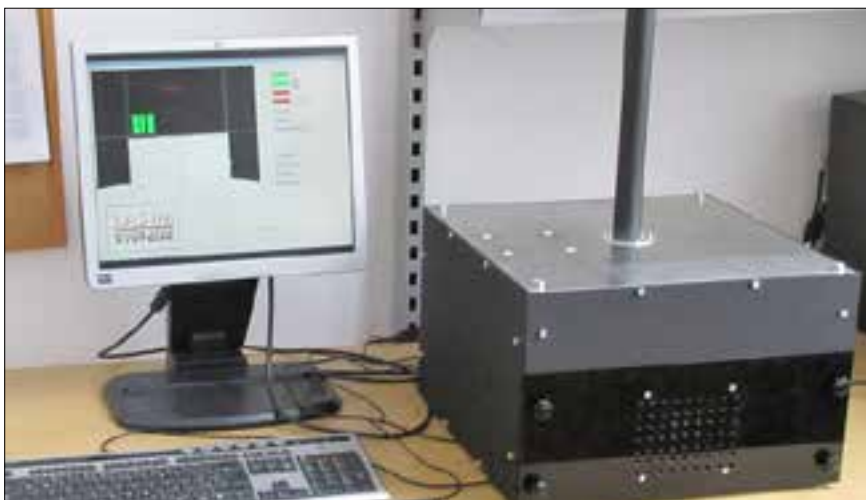
Značilnosti naprave:

- napake zaznavajo štiri kamere Basler in krmilnik Beckhoff CX (procesor i7),
- LED-osvetlitev,
- programska oprema, razvita v laboratoriju LASIM,
- spreminjanje tolerance dobrih/slabih kosov,
- avtomatično prilagajanje na različne premere in dolžine tulcev,
- priključek za sinhronizacijo z



Slika 2. Kamere in osvetlitev





**Slika 3.** Testiranje naprave za zaznavanje napak dolitosti/nedolitosti na brizganih tulcih

robotsko roko,

- resolucija zaznave napak 0,06 mm.

Naprava je sestavljena iz ohišja (slika 3), v katerem so štiri kamere, osvetlitev, napajanje in po višini ročno nastavljiva pozicionirna mizica. Nanjo je navpično pritrjen kovinski čep bele barve, na katerega se pozicionira tulec iz črne umetne mase, ki ga merimo.

### ■ 3 Napake, ki jih zaznava kontrolna naprava

Na sliki 4 je prikazan grafični vmesnik, na katerem je viden prelit rob tulca, ki je bil v celoti razvit v programskem jeziku C++ z uporabo knjižnice OpenCV [3]. Grafični vmesnik omogoča spremljanje delovanja naprave in spreminjanje tolerance praga zaznavanja napak.

Posamezne tulce odlaga v napravo robotska roka, zato naprava omogoča komunikacijo z robotom za manipulacijo tulcev in po 24 V vhodno-izhodnega modula sporoči rezultat opravljene meritve. Glede na to, ali je tulec prelit, nedolit ali ustrezen, robot odstrani tulec z naprave in ga odloži na ustrezno mesto.

Kalibracijo po višini izvedemo tako, da tulec ustrezne dolžine in brez napak vstavimo na čep. Nato ročno nastavimo pozicionirno mizico po višini, tako da je rob tulca na sredi-

ni slike kamer. Z gumbom »Zajemi sliko« zajamemo slike s kamer. Ko je vodoravni rob tulca na sredini kamere, pritisnemo gumb »Shrani parametre«. Takrat se analizirajo slike iz vsake od štirih kamer in se avtomatično zabeleži lega vodoravnega roba tulca za vsako sliko posebej. Rob tulca se zazna z algoritmom za zaznavo robov po metodi *Canny*, s katero se analizira sivinska slika.

Sestavljen je iz naslednjih petih sklopov [4]:

- Uporaba Gaussovega filtra (osnova Gaussovega jedra za velikost  $(2k+1) \times (2k+1)$  – enačba

(1)). Filter se uporabi za odstranitev šuma. Z njim se majhna odstopanja med sosednjimi piksli pogladijo, s čimer dobimo sliko z jasnimi robovi.  $H_{ij}$  – nova izračunana vrednost piksela s koordinatami  $i$  in  $j$ ,  $\sigma$  – intenziteta filtra,  $k$  – število upoštevanih sosednjih pikselov.

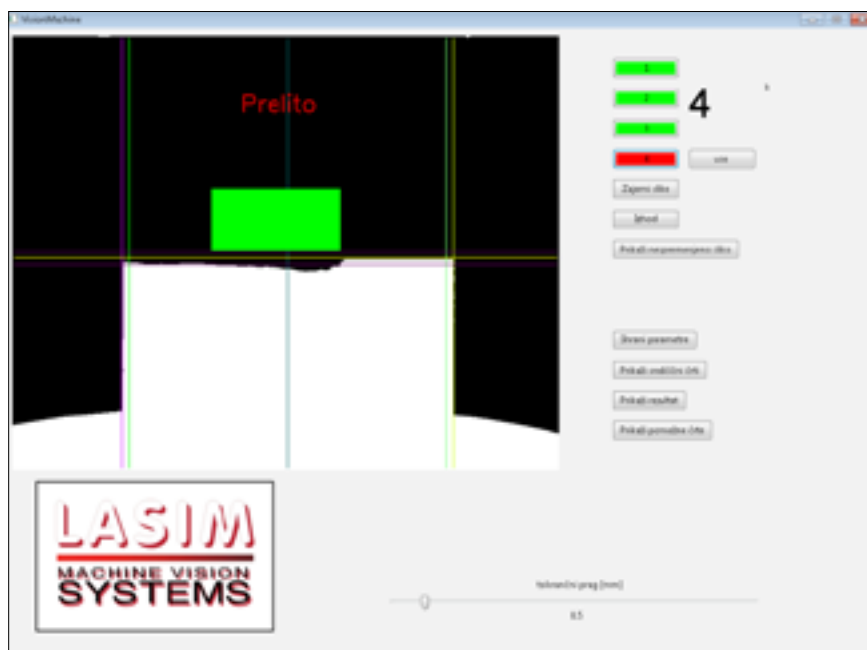
$$H_{ij} = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{(i-k-1)^2 + (j-k-1)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1)$$

- Najdi gradient intenzivnosti – enačba (2), s čimer poiščemo gradient vertikalnih, horizontalnih in diagonalnih robov. V našem primeru se filter nastavi tako, da se iščejo le horizontalni in vertikalni robovi ( $\theta = 359^\circ - 1^\circ$  in ( $\theta = 89^\circ - 91^\circ$ )).  $\mathbf{G}$  – gradient intenzivnosti,  $\mathbf{G}_x$  – gradient v smeri  $x$ ,  $\mathbf{G}_y$  – gradient v smeri  $y$ ,  $\theta$  – kot roba.

$$\mathbf{G} = \sqrt{\mathbf{G}_x^2 + \mathbf{G}_y^2} \quad (2)$$

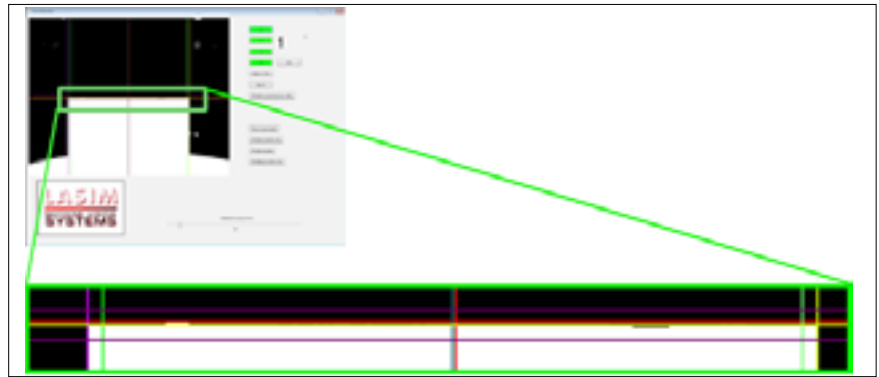
$$\Theta = \text{atan2}(\mathbf{G}_y, \mathbf{G}_x) \quad (3)$$

- Uporabi zajezev območij, ki ne vsebujejo maksimumov. S tem korakom stanjšamo robove, saj so po izračunu gradientov robovi še vedno megleni. Tako filter vse gradiente izniči, razen



**Slika 4.** Primer prelitega roba tulca, prikaz slike prve kamere

- lokalnih maksimumov.
- Uporabi dvojno upragovanje za iskanje potencialnih robov, s čimer dobimo binarno sliko in jasne robove brez zameglitve.
- Robovom sledimo po histerezi, odstranijo se vsi šibki robovi. Vsi močni robovi so avtomatično označeni, vendar s sledenjem po histerezi lahko potrdimo ali ovržemo prisotnost šibkih robov.
- Najdi dva najmočnejša vertikalna in en horizontalni rob.



Slika 5. Kalibracija po višini

Nato se pozicionirajo premice na zaznan horizontalni in vertikalni rob. Glede na horizontalno premico se določi center in meje tolerančnega polja (slika 5). Tako odpravimo napake zaradi toleranc pri nameščanju kamer pri gradnji naprave. Odpre se okno, kamor vpišemo geslo »kamera« in pritisnemo »ENTER«. Nazadnje zategnemo vijak a in zapremo sprednjo ploščo.

Algoritem za zaznavo prelitiosti in nedolitiosti deluje na principu štetja pikslov, ki so nad spodnjo ali nad zgornjo tolerančno mejo ( $N_{pr} < 0$  in  $N_{nd} < 0$ , kjer je  $N_{pr}$  – število pikslov pod spodnjo mejo in  $N_{nd}$  število pikslov nad zgornjo tolerančno mejo). Če je nad tolerančno mejo zaznan vsaj 1 piksel, je zaznana napaka. Tolerančna meja se določi v mm z resolucijo 0,1 mm. Način preračuna pikslov izven meja tolerančnega polja za prelitiost je prikazan v enačbi (4) in za nedolite v enačbi (5) [4].

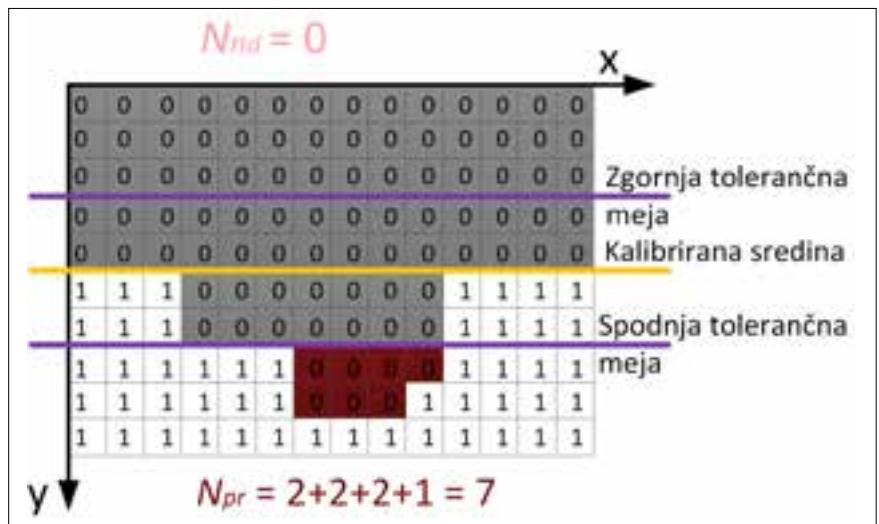
$$N_{pr} = \sum_{x=lr}^{dr} \left( \sum_{y=sm}^{sm+n} P_{x,y} < 1 \right) \quad (4)$$

$$N_{nd} = \sum_{x=lr}^{dr} \left( \sum_{y=zm}^{zm+n} P_{x,y} = 1 \right) \quad (5)$$

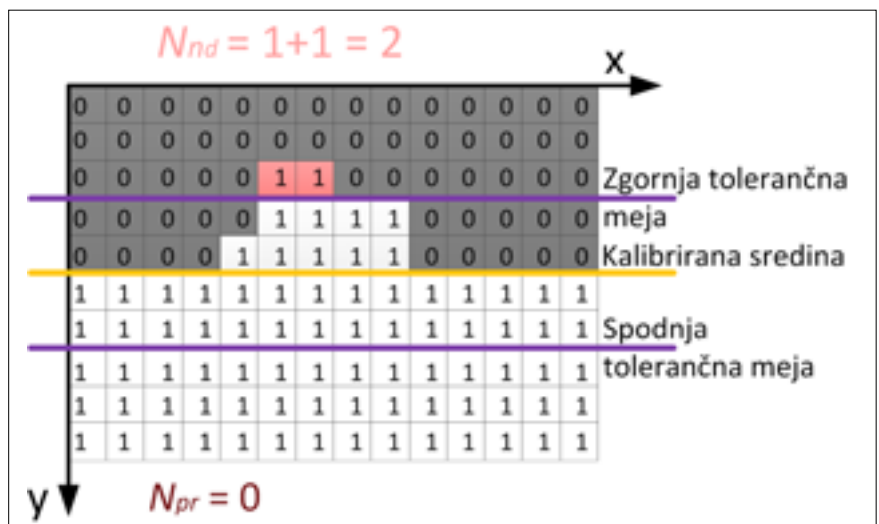
$x$  in  $y$  predstavljata koordinate piksla  $P$ ,  $P$  – vrednost piksla  $P$ ,  $lr$  –  $x$  koordinata zaznanega levega roba tulca,  $dr$  –  $x$  koordinata desnega roba tulca,  $n$  – višina polja za zaznavo napake (uporabili smo  $n = 200 px$ ),  $sm$  – spodnja meja tolerančnega polja v koordinati  $y$  in  $zm$  – zgornja meja tolerančnega polja v koordinati  $y$ .

Shematski prikaz zaznavanja nedolitiosti in prelitiosti je prikazan na slikah 6 in 7. Ker analiziramo binarno sliko, je na mestu, kjer se nahaja material zabrizganega tulca, vrednost piksla enaka 0 – črn piksel. Kjer pa tulca ni, je vrednost piksla

enaka 1, torej je piksel bele barve. Na ta način lahko seštevamo vrednosti pikslov, ki so zunaj tolerančnega polja. Za vsak stolpec pikslov se izračuna, koliko pikslov je šlo čez mejo. Če je kos tako prelit kot tudi nedolit, se sporočita obe napaki.



Slika 6. Zaznana prelitiost roba izdelka s skupnim seštevkom 7 pikslov



Slika 7. Zaznana nedolitiost roba izdelka s skupnim seštevkom 2 piksla

## 4 Komunikacija z robotsko roko

Naprava omogoča komunikacijo z robotom, ki lahko vstavlja tulce iz umetne mase v napravo, da se izmerijo, po končani meritvi pa jih odstrani na ustrezno mesto glede na to, ali je predmet ustrezen ali ne. Naprava robotu signalizira, kdaj je meritev končana (signal A = 1), ali je rob predmeta ustrezen (B = 0, C = 0), prelit (B = 1) ali nedolit (C = 1). Robot mora najprej poslati signal (R1), da naprava preveri, če je pripravljena, da se lahko vanjo vstavi tulec, potem pa pošlje signal, da je pripravljena (D = 1). Robot nato vstavi tulec v napravo. Naprava čaka na signal robota (R2), kdaj naj se začne meritev. Ta signal mora robot poslati, ko je tulec vstavljen v napravo. Blokovna shema programa naprave in komunikacijskih signalov je prikazana na *sliki 8*.

Na *sliki 9* je prikazan električni priključek naprave za digitalne signale. Priključek je tipa DE-9 M. Uporablja se napetost 24 V. Pomen digitalnih signalov je opisan na blokovni shemi algoritma na *sliki 8*. Za povezavo z robotom potrebujemo kabel s priključkom DE-9 Ž na eni strani, na drugi strani pa ustrezen kabel za priklop na krmilnik robota.

## 5 Zaključek

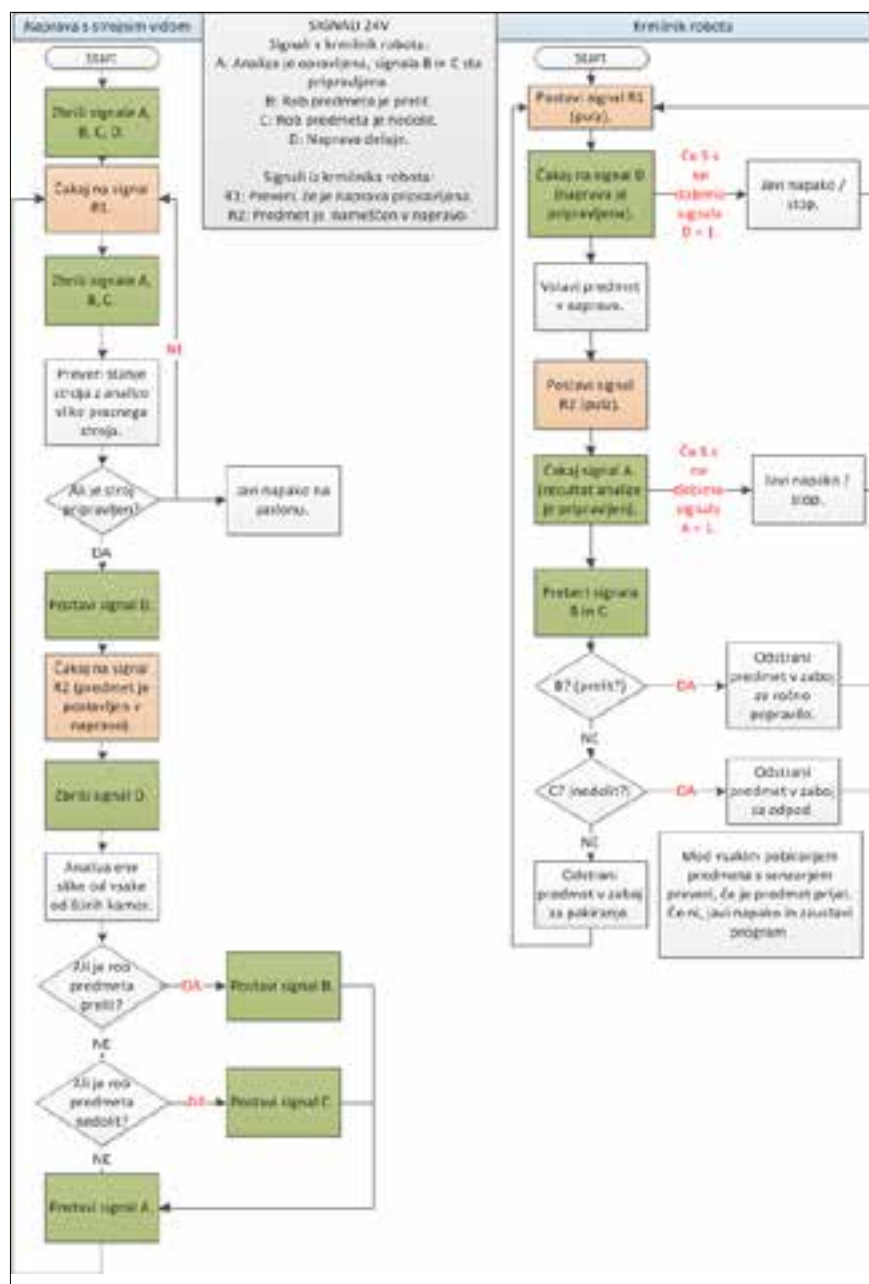
Raziskava in naprava za preverjanje kakovosti izdelkov s strojnimi vidom sta bili narejeni v laboratoriju LA-SIM za podjetje Polycom, d. o. o.

Napravo smo uspešno preizkusili s testno serijo tulcev, ki smo jih ročno vstavljali. Algoritem za zaznavanje napak je razvit z uporabo zaznave robov po tehniki Canny in nato določi robove in tolerance. Z analizo pikslov izven meja tolerančnega območja nato izračunamo, ali je izdelek prelit ali nedolit.

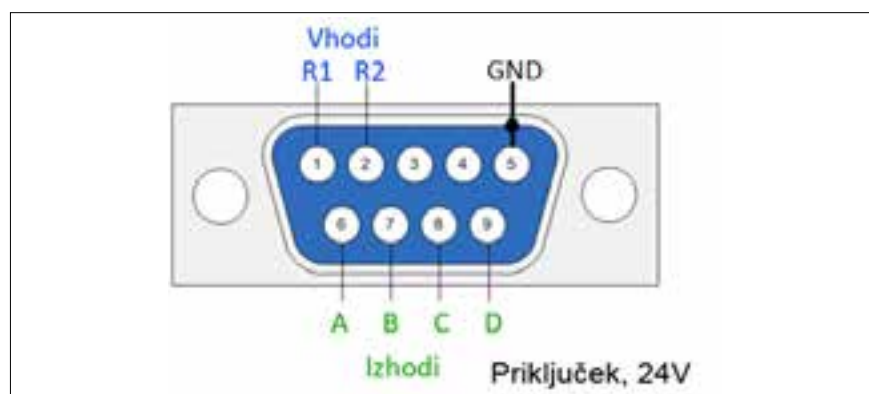
Temu je sledila umestitev naprave v proizvodno linijo. Testno obdobje naprave je bilo en mesec v dveh izmenah. Naprava je ves čas delovala brez napak in pravilno ločila vse tulce glede na zaznane napake.

Z implementacijo inovativnih pristopov in uporabo pametnih algoritmov za prilagajanje različnim vrstam

izdelkov ter zaznavanje napak dosežemo 100-odstotno kontrolo brez vpliva na proizvodne čase in takte.



Slika 8. Blokovna shema programa in komunikacijskih signalov



Slika 9. Priključek naprave, 24 V signali



## Viri

- [1] R. Davies, Computer and Machine Vision, 4th Edition Theory, Algorithms, Practicalities Opsyllum. 2012.
- [2] S. Nashat, a. Abdullah, and M. Z. Abdullah, "Machine vision for crack inspection of biscuits featuring pyramid detection scheme," J. Food Eng., vol. 120, no. 1, pp. 233–247, 2014.
- [3] The OpenCV Reference Manual. OpenCV Community. 2010.
- [4] R. C. González, R. E. Woods, and S. L. Eddins, Digital image processing using MATLAB. 2004.

### Detection over moulding/short shot of long moulded products with machine vision

**Abstract:** This paper presents a developed application for effective quality control of injection-moulded parts in the actual production process, where the identification is performed with machine vision. Achieving maximum length of injection moulded plastic tubes makes the injection moulding process unstable. Therefore, 100 % product quality control and sorting of good, short shot and over moulded parts is needed.

**Keywords:** machine vision, errors detections, injection moulding, long products, short shot, over moulding

Upoštevanje človeka  
je prvo pravilo robotike.



## Man and Machine

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

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

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

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

**DOMEL**  
Ustvarjamo gibanje

**STÄUBLI**

# 26. TEHNIŠKO POSVETOVANJE VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE

**PROIZVODNJA**

**VZDRŽEVANJE**



**DVS**

Otočec, 20. in 21. oktober 2016 | [www.tpvs.si](http://www.tpvs.si)



**... NI UČINKOVITE  
PROIZVODNJE**

**BREZ UČINKOVITEGA  
VZDRŽEVANJA ...**

# Hydraulic system for larger bailer press - design, production and commissioning

Aleš BIZJAK, Robert JURCA

**Abstract:** This article presents the project of a hydraulic system that drives a larger hydraulic bailer press. It describes all phases of the project from its design to its production, testing and commissioning.

The hydraulic system design follows strict demands in terms of machine productivity and reliability as well as the needs for compact design of hydraulic controls running at a fluid flow larger than 1500 L/min. Specific solutions have been chosen for the optimal utilization of available power to reach the highest possible actuator speed and force and also to assure a high level of energy efficiency.

Due to large fluid flow, hydraulic controls are designed with logic elements. But despite relatively complex schematics, all main control components are integrated into only one larger control manifold. This also nicely demonstrates the manifold design and production competences of Poclairn Hydraulics d.o.o. As it is usual for demanding machinery running in a more aggressive environment, more attention was paid to fluid cleanliness.

The complete hydraulic system was successfully delivered and commissioned. It is a result of our own competences in industrial hydraulic systems design as well as in the production and testing of complex control manifolds.

**Keywords:** bailer press, hydraulic system, design, production, commissioning

## 1 Introduction

Poclairn Hydraulics d.o.o. is a well-known and respected supplier with many years of experience and competences in industrial hydraulic systems design and production. Strong engineering and a production base located in Žiri, Slovenia, allow the implementation of projects for even most demanding customers.

Industrial hydraulic systems are usually built as open-loop stationary units driving industrial machinery. They can be designed as stand-alone units consisting of all

sub-systems except for actuators or with each sub-system as pump stations, hydraulic control manifolds and oil tank separately integrated into the machine.

Horizontal bailer presses are automatic machines used for compressing and packaging larger amounts of various materials. As high forces and long working strokes are needed



Figure 1. Poclairn Hydraulics d.o.o. plant in Žiri

Mag. Aleš Bizjak, univ. dipl. inž.,  
Robert Jurca, univ. dipl. inž.,  
both Poclairn Hydraulics d.o.o.,  
Žiri





**Figure 2.** Typical stand-alone design of hydraulic system

ded they are mostly hydraulically driven using one large main hydraulic cylinder which makes the compaction. They are built in different sizes with various options and adaptations to specific materials. Typically they are implemented into larger waste management facilities or near production lines generating a constant flow of waste material. Their productivity, efficiency and reliability play a crucial role for the users. That is why producers of bailer presses look for competent suppliers of hydraulic systems.

## ■ 2 Hydraulic system design

The hydraulic system is designed for flow exceeding 1500 L/min. It includes:

- pump unit with electronically controlled axial piston pump and additional fixed-displacement pump,
- main hydraulic control manifold driving main cylinder and pre-compression system,
- control manifolds for auxiliary functions,
- off-line filtration and cooling,
- oil tank with fluid control.

To fulfil the customer demands in terms of productivity and reliability at given power and space constraints, some specific engineering solutions were implemented:

- regenerative circuits for main cylinder and for pre-compressi-



**Figure 3.** Horizontal bailer press with feeding system

- on system – both differential, integration and connection of both regenerative circuits in one manifold to assure minimal dead stroke and return stroke time,
- counterbalance function implemented with logic elements,
- electronic p-Q control of input flow,
- soft shifting,
- cooling and filtration sub-system.

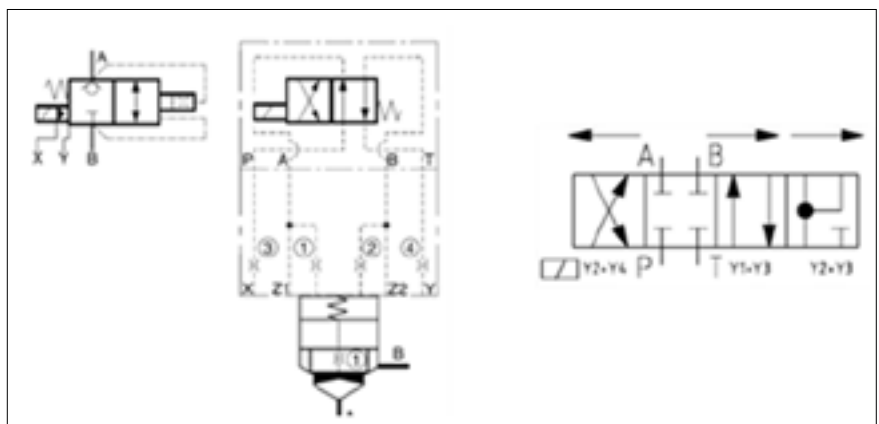
As some technical details are critical from the intellectual property standpoint, only general information about the hydraulic system and applied solutions will be presented in this article.

### ■ 2.1 Main hydraulic control manifold

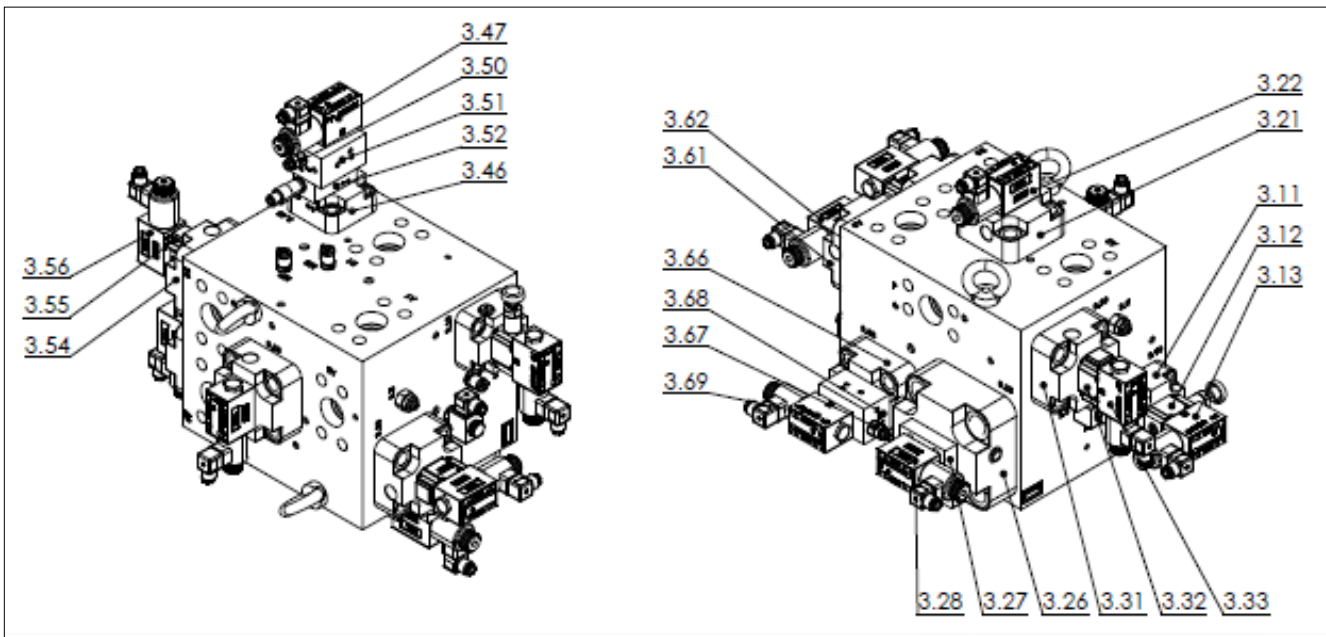
The main hydraulic manifold per-

forms the function of two regenerative directional control valves – one for the main cylinder and one for the pre-compression system. Both directional valves are interconnected to assure the fastest possible dead stroke and return stroke resulting in a very high flow exceeding 1500 L/min on one of the control edges. The benefit of the regenerative function is that it leads fluid from the cylinder outlet back to its inlet assuring a fast stroke at its given pump inlet flow. It is applicable with differential cylinders only during their dead stroke and return stroke at low pressure.

As the flow is too large for spool directional control, 2/2 solenoid controlled DIN slip-in cartridges are used as logic elements combined in the directional function.



**Figure 4.** 2/2 DIN slip-in cartridge and simplified symbol of regenerative directional



**Figure 5.** Main manifold design. Pilot valves are located on the surface of the block

Such a solution complicates the design as each port needs its own 2/2 valve but it also offers the possibility to align each valve size exactly to the flow. This is especially important at regenerative circuits where significantly different flows appear on different control edges.

The main hydraulic control block includes eight piloted logic functions in various sizes. While the main function is made of standard 2/2 DIN cartridges in various sizes their pilots are custom designed according to machine requirements.

■ **2.1.1 Counterbalance valve**

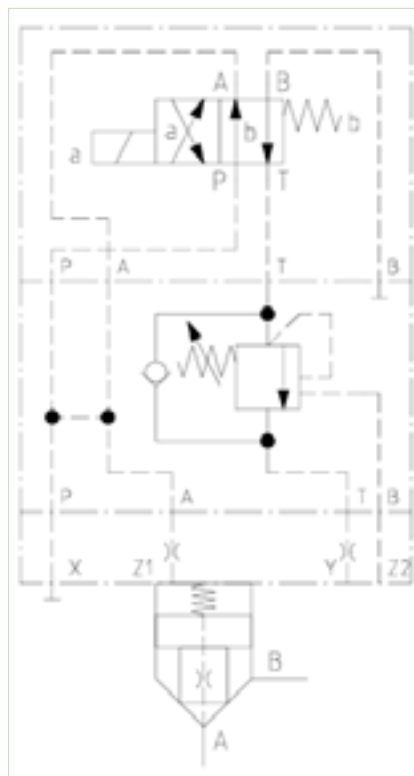
To achieve smooth operation of the pre-compression system cylinder it needs to be counterbalanced. Usually ready-available counterbalance valves are used but in our case due to large flow and potential simplification of control circuit, counterbalancing was achieved by specific upgrading of some of the existing DIN slip-in cartridges by adding counterbalance valve to their pilot assembly. This kind of solution was unique and needed careful testing and tuning before its implementation. The risk that the solution would

not prove correct was mitigated by preparing alternative solutions that could be used in case of failure although not being ideal. In-house tests and final commissioning have proven the solution and today, smoothly controlled operation of the pre-compression system is one of the machine's advantages.

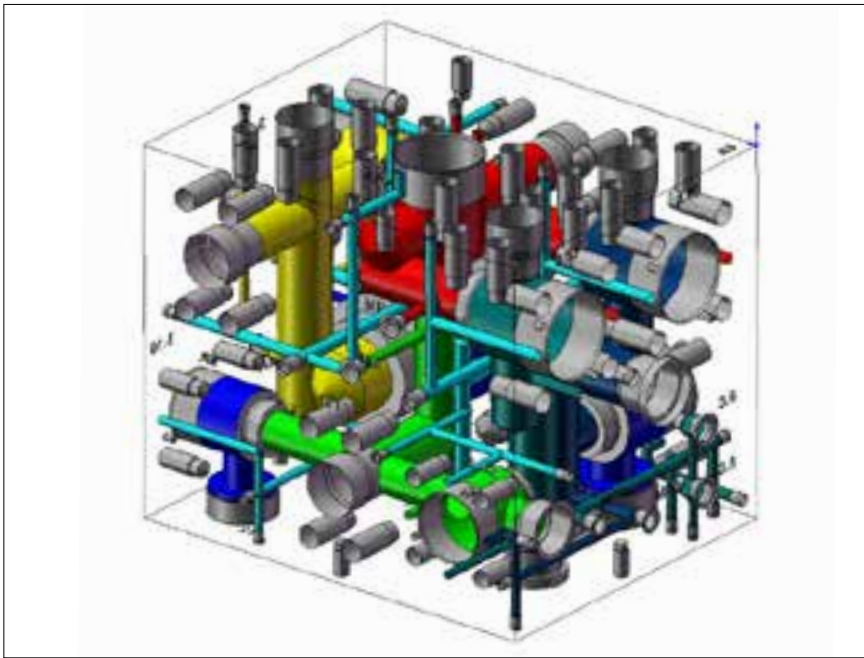
■ **2.1.2 Manifold machining, assembly and testing**

The hydraulic manifold was designed using 3D CAD modelling upgraded with a module for hydraulic manifolds design that supports the optimal CAD design in terms of compactness and machining optimization and also assures automatic CAM preparation for CNC machining. Poclairn Hydraulics d.o.o. in Žiri has a strong machining workshop and block machining is one of its core competences.

All hydraulic manifolds are tested before being installed into a system. The purpose of testing is to check for possible product failures as for instance wrong internal connections or integrated valve malfunction, as well as to check if their characteristics fit the project needs. As the function of manifolds can be very complex with size exceeding the available testing flow or power it is very difficult to simulate a real operational environment. Therefore the designer needs to prepare a testing procedure that checks critical performance as close to real operation as possible.



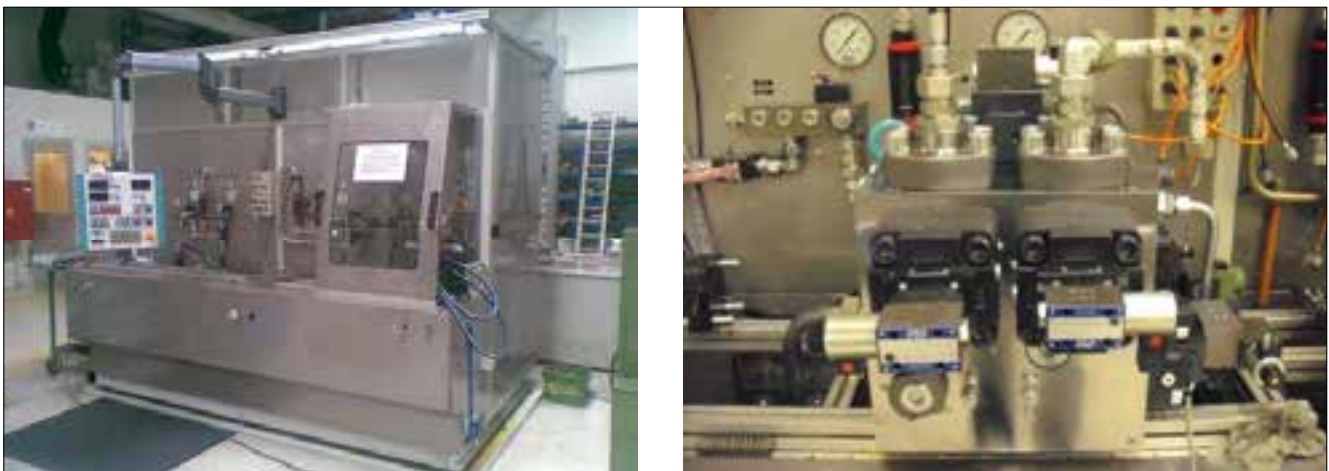
**Figure 6.** DIN slip-in cartridge piloted by counterbalance valve



**Figure 7.** 3D CAD model of machined block

The drawback of variable-displacement pumps is their cost which increases significantly with pump size especially if the flow needed exceeds the range that is frequently used. The solution is that variable displacement is used only in the flow range that needs to be regulated and the remaining flow is assured by a fixed-displacement pump. In our case, switching to high flow is needed for dead stroke and return stroke, which both happen at a lower pressure. Therefore a fixed-displacement pump can be simple and cost efficient.

One of the advantages of proportional flow control is also the possibility to support soft shifting of large cylinders. The main control manifold switches with on-off logic ele-



**Figure 8.** Test bench for manifolds and main hydraulic manifold during testing on test bench

## ■ 2.2 Pump unit

Assuring a high productivity of the bailer press also means that available energy needs to be efficiently consumed in order to perform a machine cycle that constantly switches between high forces needed to compact the material and high speed needed to make dead stroke and return stroke as fast as possible. Ideally, the combination of pressure and flow at a given moment needs to match exactly the cycle demands. This was achieved using an electronically regulated variable-displacement pump that proportionally sets the position on its  $p$ - $Q$  curve following machine electronics.



**Figure 9.** Variable-displacement pump with electronic  $p$ - $Q$  control and additional fixed-displacement pump



ments and this causes immediate blocking of the cylinder movement. At larger speeds and weights high pressure peaks can show up during the switching of movement with a devastating effect on the system's operating life. Some dampening can be achieved with specially shaped poppets, but its effect is limited. With an electronically controlled pump its flow can be decreased anytime in the cycle causing the slowing down of the cylinder. This slow-down can happen right before the switching of the control manifold. Decreased speed of the cylinder means less kinetic energy that has to be absorbed by the system when the control valves stop the load movement.

**2.3 Filtration and cooling of hydraulic fluid**

Poclain Hydraulics d.o.o. has many years of experience in fluid contamination management. A large part of it comes from projects built for demanding industrial applications. But deeper knowledge was created when fluid cleanliness was studied and monitored on hydraulic test benches in the company's production. This application is very interesting from the fluid cleanliness perspective as the demands for clean fluid are very high but the system suffers from constant pollution ingress from new parts. Proven solutions were then standardized and implemented also on hydraulic power units offered on the market.

Oil cleanliness is crucial for a reliable operation of hydraulic systems especially in applications where the system is heavily loaded in terms of system pressure, switching frequency and duty cycle. Good filtration and humidity removal used in air breathers, tight oil tank cover sealing and effective cylinder scrapper seals are critical to prevent external contamination ingress during operation.

Filtering using in-line or return-line filters was not recognized as optimal for such a bailer-press hydrau-

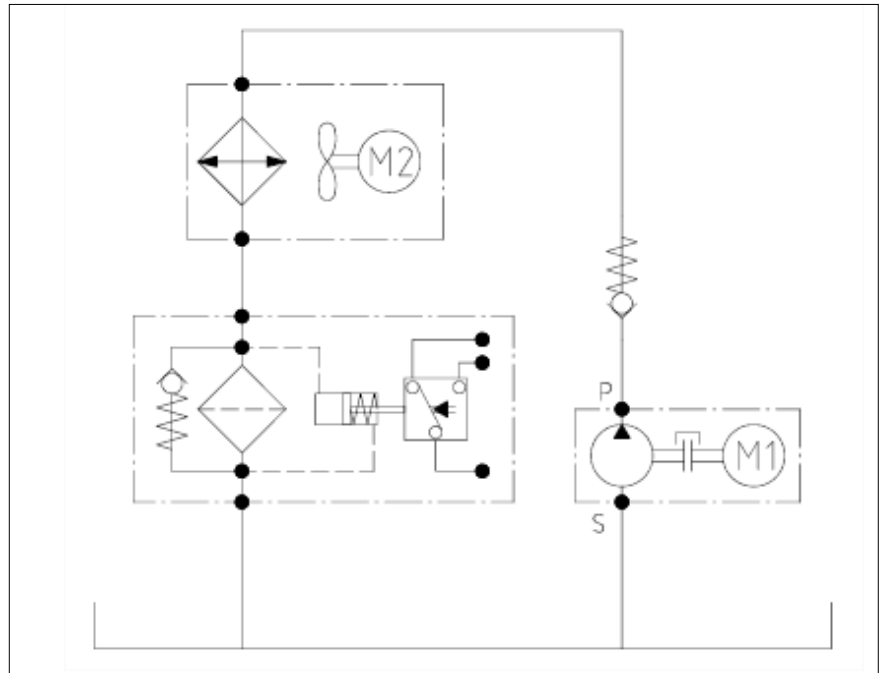


Figure 10. Offline circuit for filtration and cooling

lic system. In-line filters working at high flow and pressure are expensive and together with piping they can take a lot of space. Another problem is the high fluctuation of the flow rate which decreases the filtration effectiveness. This is even more obvious when return-line filters are used in combination with differential cylinders.

Offline filtration with constant fluid flow is used as the main and only filtration of fluid in the system. This means that a separate low-pressure circuit leads fluid through the filter and assures that dirt extraction in the filter is happening at a constant pressure

and flow. The filter has a fine filtration ratio of 5µm and is oversized considering the input flow in order to make sure that also the smallest particles are extracted by sticking on the filter fibres at very low fluid speed.

The offline filtration circuit is combined with an air-oil heat exchanger to maintain the fluid temperature in proper range. Fluid temperature is measured in the oil tank and the cooling fan is switched on and off by machine electronics. In such cases offline flow needs to be designed to optimally fit filtering and heat exchanging needs of the system.



Figure 10. Offline circuit for filtration and cooling

## ■ 2.4 Hydraulic system testing and commissioning on the machine

After production hydraulic systems are checked if they fit machine requirements.

Testing in the production is mainly focused on possible design and production mistakes, component malfunction and the main parameters of operation. Usually manifolds are the most complex sub-systems and are separately tested before being mounted into the system (see 2.1.2). Finally the complete system is tested and the real working parameters are simulated as much as possible.

Commissioning is done directly on the machine, if possible in its final

working environment. This was also the case in the bailer press project. The machine cycle is monitored by Poclain Hydraulics specialists and adjustments can be done in hydraulics and also electronics to optimize the operation considering the real loads and dynamics of the machine. Frequently such commissioning indicates possibilities for further development of the hydraulic system and respectively improvements of the machine itself.

## ■ 3 Conclusion

Every hydraulic system is somehow specific and challenges its designers to be innovative and to look for the best possible solutions. The bailer press hydraulic system project described in this article is interesting

as it demands solutions coping with high flow rates and dynamics assuring short machine cycle times. On the other hand it has to be compact, reliable, cost efficient and needs to consider the smallest possible power input. We can say that it shows an example of engineering and production competences that were systematically developed in Poclain Hydraulics d.o.o. and are today critical for the company's competitiveness in this product group.

The project built in close cooperation with the customer – the bailer press builder – is now put in place winning also considerable satisfaction from the final user of the machine and is a nice reference for future business.

## Hidravlični sistem za večje balirne stiskalnice – načrtovanje, izdelava in prvi zagon

**Razširjeni povzetek:** V prispevku je predstavljen projekt izvedbe hidravličnega sistema, ki je namenjen za pogon večjih balirnih stiskalnic. Opisane so vse faze projekta, od zasnove in proizvodnje do prvega zagona in testiranja sistema.

Zasnova hidravličnega sistema sledi strogim zahtevam glede produktivnosti in zanesljivosti stroja kot tudi potrebi po kompaktni izvedbi sistema, tudi pri pretočnih količinah, večjih od 1500 L/min. Za doseganje optimalne izrabe razpoložljivih moči so uporabljene posebne rešitve, ki omogočajo doseganje najvišjih možnih hitrosti pogona in sil kot tudi zagotavljanje visoke ravni energetske učinkovitosti.

Zaradi velikih pretočnih količin je hidravlično krmiljenje zasnovano in izvedeno z uporabo logičnih elementov (dvopotnih vgradnih ventilov). Kljub razmeroma zapleteni hidravlični shemi so vse glavne krmilne komponente integrirane zgolj v en večji ventilski blok. Ker hidravlični sistem balirne stiskalnice obratuje v relativno zahtevnem (grobem) okolju, je veliko pozornosti namenjene tudi zagotavljanju ustrezne stopnje čistoče tekočine.

Predstavljeni hidravlični sistem se je kot uspešen in učinkovit izkazal tudi v praksi, kar potrjuje kompetence podjetja Poclain Hydraulics, d. o. o., na področju hidravlične pogonske tehnike in sistemov. To ne velja samo za snovanje hidravličnih sistemov, temveč tudi glede njihove izdelave in praktične uporabe pri namenskih strojih s svojo specifikko.

**Ključne besede:** balirna stiskalnica, hidravlični sistem, načrtovanje, izvedba, zagon



# Mazalne lastnosti ionskih tekočin za hidravlične sisteme

Milan KAMBIČ, Roland KALB, Darko LOVREC

**Izvleček:** V sodobnih hidravličnih sistemih so mazalne lastnosti tekočine zaradi naraščajočih tlakov zelo pomembne, saj zagotavljajo dolgo uporabno dobo hidravličnih sestavin.

Med praktično neomejenim številom različnih ionskih tekočin smo želeli poiskati takšno, ki bi bila primerna za uporabo v hidravličnih sistemih, in predlagati bodoče alternative danes splošno uporabljanim hidravličnim tekočinam. V tem prispevku so podrobneje predstavljene le mazalne lastnosti testiranih ionskih tekočin, ki smo jih določali s standardno metodo na štirikrogelnem aparatu. Kot dodatek tej standardni metodi smo izmerili tudi Stribeckove krivulje nekaterih tekočin. V obeh primerih smo opravili primerjalne meritve nekaterih ionskih tekočin in mineralnega hidravličnega olja, ki so prikazane v rezultatih.

Vzorca ionskih tekočin IL-17PI045 in EMIM-EtSO<sub>4</sub> sta imela od doslej testiranih ionskih tekočin največ lastnosti, primerljivih z mineralnim hidravličnim oljem (viskoznost, indeks viskoznosti, korozijske lastnosti), mazalne lastnosti pa celo nekoliko boljše. Za končno oceno primernosti uporabe teh dveh tekočin v hidravličnih sistemih je potrebno opraviti nadaljnja testiranja.

**Ključne besede:** ionska tekočina, mazalne lastnosti, hidravlični sistem

## ■ 1 Ionske tekočine kot hidravlične tekočine

Medtem ko je bilo raziskav o možnosti uporabe ionskih tekočin za mazanje doslej že kar precej in bodo omenjene v točki 2, pa so bile doslej le redke raziskave, v katerih so proučevali možnosti uporabe ionskih tekočin v hidravličnih napravah. Poleg dobrih mazalnih lastnosti morajo ionske tekočine kot medij, primeren za uporabo v visokotlačnem hidravličnem sistemu, imeti tudi druge dobre lastnosti. Za široko komercialno uporabo morajo izpolnjevati številne posebne zahteve, na primer, da nimajo negativnega vpliva na zdravje ljudi, dobro termično in kemijsko stabil-

nost, nizko korozivnost na običajno uporabljane materiale industrijskih sestavin. Za uporabo v visokotlačnih aplikacijah morajo imeti nizko stisljivost in prilagodljivo topnost plinov. Kemijska in termična stabilnost ter nevnetljivost so ključne zahteve za obratovalne tekočine v procesnih napravah na splošno in še posebej v visokotlačnih hidravličnih strojih. Uporaba ionskih tekočin ima velik potencial, saj se štejejo za dokaj stabilne v širokem tekočem območju, kar je zelo pomembno za uporabo v visokotlačnih hidravličnih sistemih, ki obratujejo v različnih temperaturnih območjih. Zaradi tega so že bile uporabljene kot tekočine za prenos toplote v toplotnih izmenjevalnikih (ki so tudi del hidravlične pogonske enote). Z dinamičnega vidika hidravličnega sistema z vgrajeno ionsko tekočino je potrebno posebno pozornost nameniti stisljivosti uporabljene tekočine. Nizka stisljivost omogoča visok izkoristek in boljše odzive visokotlačne naprave. Na splošno veljajo ionske

tekočine za zelo nestisljiv medij -- stisljivost je nižja od standardnega hidravličnega mineralnega olja in celo nižja od vode ( $5 \cdot 10^{-10} \text{ Pa}^{-1}$ ). To pomeni, da so ionske tekočine zelo zanimive za hidravlične aplikacije, kot so membranska črpalka ali daljniki impulzov, ki se uporabljajo pri testih utrujanja materiala zaradi utripajočih obremenitev [1].

## ■ 2 Ionske tekočine kot napredna maziva

Ionske tekočine so zaradi številnih dobrih lastnosti, opisanih v številni literaturi, idealni kandidati za nova maziva, primerna za uporabo v težkih pogojih, kjer konvencionalna olja in masti ali trdna maziva odpovedo. Nekaj študij s tega področja je bilo doslej že opravljenih.

Izbira kationa in aniona v ionski tekočini ter oblikovanje stranskih verig iona določata osnovne lastnosti ionskih tekočin, kar omogoča kreiranje prilagojenih maziv in aditivov za maziva [2]. Prvič so bile

Dr. Milan Kambič, univ. dipl. inž., Olma, d. d., Ljubljana; mag. Roland Kalb, Proionic GmbH, Graz; izr. prof. dr. Darko Lovrec, univ. dipl. inž., Fakulteta za strojništvo, Maribor



ionske tekočine kot zelo obetavna visoko zmogljiva maziva omenjene leta 2001 [3], v zadnjih letih pa so na področju tribologije vzbudile veliko zanimanje. Velika večina raziskovanih kationov na tem področju so derivati 1,3-dialkilimidazolija z višjo alkilno skupino na imidazolijevem kationu, kar omogoča dobre mazalne lastnosti, vendar znižuje termično in oksidacijsko stabilnost. Hidrofobni anioni omogočajo dobre mazalne lastnosti ter dobro termično in oksidacijsko stabilnost [4].

Tribološke raziskave z večinoma ohrabrujočimi rezultati so zajemale naslednje pare materialov: aluminij-jeklo, jeklo-jeklo, jeklo-baker, jeklo-SiO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-SiO<sub>2</sub>. Med lahкими zlitinami so največkrat proučevali kombinacijo jeklo-aluminij, predvsem zaradi široke uporabnosti v drsnih kontaktih, še zlasti v avtomobilski industriji. Te in ostale raziskave so pokazale, da številne prednosti uporabe ionskih tekočin vključujejo:

- zmanjšanje parazitskih izgub energije zaradi zmanjšanja trenja,
- podaljšanje uporabne dobe in vzdrževalnih intervalov zaradi zmanjšanja obrabe,
- razširjeno visokotemperaturno območje uporabe maziv zaradi visoke termične stabilnosti,
- varnejši prevoz in skladiščenje zaradi nevetljivosti.

Dodatno ionske tekočine ne izpavajo kot večina ostalih tekočin, kar je še eden od razlogov za lepe obete glede njihove uporabe kot maziva. Študije so zajemale tako uporabo 100 % ionskih tekočin kot tudi uporabo ionskih tekočin kot aditivov. Nerazredčene ionske tekočine omogočajo večje znižanje trenja, medtem ko nizek delež ionskih tekočin v obliki aditiva na površini lahko tvori dovolj stabilne sloje, ki prav tako učinkovito zmanjšujejo obrabo [5]. Alkilimidazolij tetrafluoroborati so obetavna maziva za stike jeklo-jeklo, jeklo-aluminij, jeklo-baker, jeklo-SiO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/SiO<sub>2</sub>, jeklo-Si(100), jeklo-sialon keramika in Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/sialon keramika. Pokazalo se je, da odlično zmanjšujejo trenje,

imajo sposobnost zaščite pred obrabo in visoko nosilnost [6].

Raziskovali so tudi uporabnost nekaterih ionskih tekočin za mazanje stikov jeklo-aluminij pri nizkih in visokih temperaturah (-30 °C, 100 °C in 200 °C). Mazalne lastnosti so odvisne od termične stabilnosti, polarosti molekul, njihove sposobnosti tvorjenja urejenih adsorbiranih slojev in tribokorozijskih procesov v kontaktu. Konvencionalna maziva zaradi termične razgradnje odpovejo pri temperaturah nad 150 °C, daljše alkilne verige 1-heksil, 3-metilimidazolij tetrafluoroborator pa zagotavljajo učinkovito ločevanje površin pri vseh temperaturah. Pri -30 °C se pojavita večje trenje in obraba le ob prisotnosti vode, in sicer zaradi intenzivne abrazije [7].

Da bi našli primerno ionsko tekočino za uporabo v pogojih, kot so na primer visok vakuum, ekstremne temperature in visoki tlaki, je potrebno testirati veliko število ionskih tekočin pri različnih pogojih. Doslej so pri testiranjih pogosteje uporabljali reaktivne ionske tekočine kot aditiv, nerazredčene pa zaradi nevarnosti tribokorozije (predvsem v primeru ionskih tekočin z vsebnostjo fluora) redkeje. Sinergijski učinek in dolgoročno stabilnost teh zmesi je potrebno še raziskati [2].

Nekatere ionske tekočine so primerne tudi kot odlično mazivo v vakuumu. Trenutno uporabljana maziva v vesoljski tehniki temeljijo večinoma na super rafiniranih mineralnih oljih, polioli estrih, perfluoropolietrih (PFPE) in alkiliranih ciklopentanih. Njihova slabost je omejena uporabna doba v vakuumu, na primer katalitična degradacija PFPE na kovinskih površinah, visok parni tlak mineralnih olj pri visokih temperaturah, prekinjanje tankega filma pri alkiliranih ciklopentanih. Ugotovili so, da so alkilimidazolij tetrafluoroborati pri testiranju trenja in obrabe parov jeklo-jeklo na zraku in v vakuumu (1•10<sup>-3</sup> Pa) boljše maziva od omenjenih. Pri trenju ionske tekočine tvorijo zaščitni film, sestavljen pretežno iz FeF<sub>2</sub> in B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ki prispeva k nižjemu trenju in obrabi [8].

## ■ 2.1 Trenutno stanje razvoja ionskih tekočin kot maziv

Ionske tekočine z vsebnostjo halogenov kot maziva niso uporabne zaradi korozije, toksikoloških pomislekov in slabe hidrolitske stabilnosti. Nehalogenirane ionske tekočine z vsebnostjo fosforjevih ionov imajo prednost pred ostalimi, še zlasti kadar je fosfor prisoten tako v anionu kot v kationu. Fosfonijevi kationi so bolj stabilni kot amonijevi in imidazolijevi. Tri-heksil (tetradekil) fosfonijevi borati imajo obetavne lastnosti, a (pre)visoke viskoznosti. Ionske tekočine lahko uporabimo tudi kot aditiv v konvencionalnih oljih. Molekularni aditivi, kot trikrezil fosfat ali lauril poliglikol (3EO) eter fosfat, lahko izboljšajo tribološke lastnosti ionskih tekočin, prav tako tudi specialne ionske tekočine na osnovi dialkil tiofosfata ali na osnovi polimerov, kot so imidazolijevi in amonijevi polistiren sulfonati.

Kljub zelo hitremu naraščanju strokovnih prispevkov s področja ionskih tekočin pa v splošnem ne obstaja literatura, ki ne bi zajemala le posameznih lastnosti, temveč večino vidikov uporabljenih maziv, na primer obrabo, trenje, točko zavaritve, penjenje, ločevanje plinov, korozijo v tankem in debelem filmu, površinsko napetost, omočenje, termično stabilnost, kemijsko stabilnost, strižno stabilnost, reologijo, indeks viskoznosti, lastnosti pri visokih obremenitvah, plamenišče, specifično toplotno kapaciteto, toplotno prevodnost itd.

## ■ 3 Meritve mazalnih lastnosti

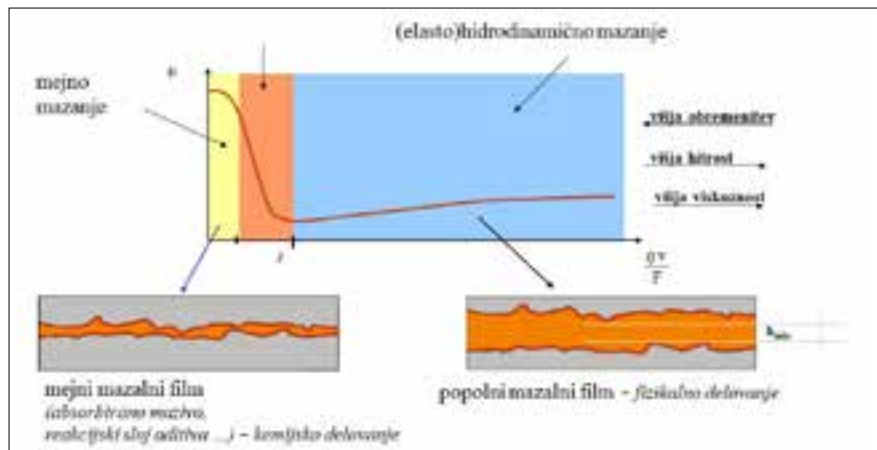
### ■ 3.1 Meritve Stribeckove krivulje

Večina triboloških sistemov vključuje mazivo, ki zmanjšuje trenje in obrabo. Kadar želimo predstaviti kvaliteto mazanja, to najlažje storimo s tako imenovano Stribeckovo krivuljo (*slika 1*), ki predstavlja koeficient trenja v odvisnosti od Stribeckovega parametra, ki vključuje viskoznost, relativno hitrost površin in obremenitev.

V osnovi se kvaliteta mazanja izboljšuje, ko se po horizontalni osi Stribeckove krivulje pomikamo desno. Kombinacija nizke hitrosti, nizke viskoznosti in visoke obremenitve bo povzročila mejno mazanje, za katero je značilna majhna količina maziva v prostoru med površinama in velika površina neposrednega kontakta.

Na Stribeckovi krivulji vidimo, da se to odraža z zelo visokim trenjem. V triboloških sistemih mejno mazanje nastopa ob zagonih in zaustavitvah. V tem območju mazivo deluje predvsem kemijsko in ima zelo velik vpliv. Z naraščanjem hitrosti in viskoznosti ali zmanjševanjem obremenitve postopno prihaja do ločevanja obeh površin in tvorjenja mazalnega filma, ki je sicer tanek in nepopoln, vendar že izboljša kvaliteto mazanja, kar se odraža s strmim zmanjševanjem koeficienta trenja. To območje imenujemo mešano mazanje. Ločevanje površin z naraščanjem hitrosti in viskoznosti ter zmanjševanjem obremenitve se nadaljuje, dokler se ne ustvari popoln mazalni film brez neposrednih kontaktov površin, zato se trenje zmanjša na minimum in preidemo v območje hidrodinamičnega mazanja, v katerem obrabe praktično ni. Mazivo v tem območju deluje predvsem fizikalno.

Meritev Stribeckove krivulje za mineralno hidravlično olje Hydrolubric VG 46 in ionski tekočini IL-17PI045 ter EMIM-EtSO<sub>4</sub> nam je opravil laboratorij za tribologijo in površinsko nanotehnologijo (TINT) na Fa-



**Slika 1.** Stribeckova krivulja in vplivne veličine na kvaliteto mazanja

kulteti za strojništvo v Ljubljani. Za ta namen je bila uporabljena naprava MTM (Mini Traction Machine).

MTM je naprava za merjenje trenja in debeline mazalnega filma s konfiguracijo kroglica-disk. Shema naprave prikazuje *slika 2*. Kroglica premera 19,05 mm (3/4 inča) s hrapavostjo Ra < 0,02 μm in trdoto 800 HV-920 HV pod obremenitvijo nalega na disk premera 46 mm s hrapavostjo Ra < 0,01 μm in trdoto 720 HV-780 HV. Oba sta iz enakega materiala DIN 100Cr6. Disk je v celoti potopljen v preizkušano tekočino, katere količina znaša približno 35 ml. Kroglica in disk sta gnana neodvisno drug od drugega, tako da se preizkus lahko izvaja z različnim razmerjem kotaljenje-dršenje. Torna sila med kroglico in diskom se meri s pretvornikom sile.

Pri Stribeckovem testu smo spreminjali hitrost pri konstantnem razmer-

ju drsenje-kotaljenje. Hitrost smo v 20 logaritemskih korakih zmanjševali od 2 m/s do 0,01 m/s pri razmerju drsenje-kotaljenje 50 %. S tem smo dosegli različne režime mazanja. Pritisna sila je znašala 35 N, kar pri dani geometriji kroglice in diska daje Herzev kontaktni tlak 1 GPa.

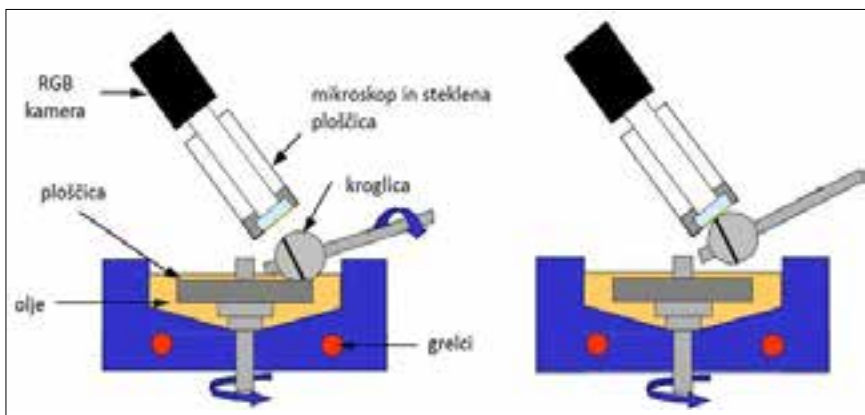
Razmerje drsenje-kotaljenje (Slide-to-Roll Ratio) je definirano z enačbo (1). Pri tem za posamezno razmerje naprava pri meritvi enkrat vrti hitreje disk, drugič pa hitreje kroglico.

$$SRR = \frac{U_{slid}}{U_{av}} = \frac{|U_{ball} - U_{pl}|}{(U_{ball} + U_{pl})/2} \cdot 100 \quad (1)$$

V enačbi 1 predstavlja  $U_{slid}$  [m/s] hitrost drsenja kroglice in diska,  $U_{av}$  [m/s] srednjo hitrost drsenja kroglice in diska,  $U_{ball}$  [m/s] hitrost kroglice in  $U_{pl}$  [m/s] hitrost diska.

### 3.2 Določanje točke zavaritve in premera obrabne kalote, IP 239-85

Mazalne lastnosti hidravličnih tekočin lahko merimo z določanjem točke zavaritve in obrabnim testom po standardiziranem postopku (npr. IP 239-85). Metoda temelji na obremenjevanju štirih standardiziranih jeklenih kroglic premera 12,7 mm. Zgornja rotirajoča kroglica drsi po spodnjih treh fiksnih kroglicah pri konstantni obremenitvi in s konstantno hitrostjo vrtenja 1440 min<sup>-1</sup> (*slika 3, levo*). Na istem aparatu lahko



**Slika 2.** MTM naprava: med testom (levo), fotografiranje kontaktne površine (desno)

opravljamo meritev točke zavaritve in obrabni test pri mazalnih oljih, emulzijah in masteh.

Točko zavaritve merimo pri določeni obremenitvi oz. pritisku zgornje kroglice v času 10 sekund. Zgornja jeklena kroglica rotira in s testno obremenitvijo pritiska ob spodnje tri nepremične kroglice, ki so potopljene v tekočino, ki jo testiramo. Rezultat meritve podajamo v kg in ga predstavljata dve števili (npr. 140/160). Prvo število podaja največjo obremenitev, pri kateri v času testa (10 s) ni prišlo do zavaritve kroglic. Drugo število podaja najmanjšo obremenitev, pri kateri je v času testa prišlo do popolne zavaritve jeklenih kroglic oziroma avtomatske izključitve naprave.

Obrabni test poteka mnogo dlje, in sicer 60 min ± 1 min, pri konstantni temperaturi in obremenitvi, ki pa sta odvisni od testirane hidravlične tekočine. Obraba kroglice je odvisna od obremenitve, hitrosti, časa trajanja poskusa in od lastnosti maziva, ki ga testiramo. Ker so vsi parametri, razen lastnosti maziva, konstantni, je rezultat oz. obraba kroglic odvisna le od mazalnih lastnosti testirane tekočine. Po končanem poskusu dobimo rezultat obrabnega testa s pomočjo meritve obrabe spodnjih treh jeklenih kroglic pod mikroskopom, kjer izmerimo premere obrabnih kotanj na treh nepremičnih kroglicah. Velikost obrabe je definirana kot srednji premer obrabe kroglic v znanih pogojih.

Analizi (določevanje točke zavaritve in obrabni test) smo izvajali po standardiziranem postopku IP 239 s štirikrogelnim aparatom Hansa Press, ki ga prikazuje slika 3 (desno).

#### ■ 4 Rezultati

Mazalne lastnosti smo določali s standardno testno metodo IP 239/85, opisano v točki 3.2. S to metodo določamo:

- premer obrabne kalote (test obrabe, kjer so kroglice obremenjene 60 minut pri temperaturi 75 °C),
- točko zavaritve.



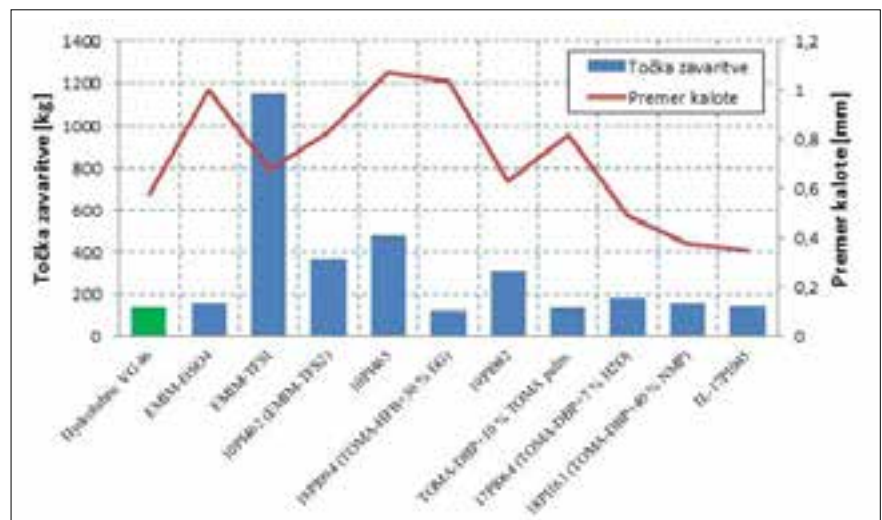
Slika 3. a), b) Princip meritve točke zavaritve, c) štirikrogelni aparat Hansa

Mazalne lastnosti nekaterih vzorcev ionskih tekočin so bistveno boljše kot pri mineralnem olju. Slika 4 prikazuje primerjavo točke zavaritve in premera obrabne kalote različnih ionskih tekočin v primerjavi z najpogosteje uporabljanim hidravličnim oljem na mineralni osnovi ISO VG 46.

Nekateri vzorci imajo izredno visoko točko zavaritve, tako na primer EMIM-TFSI kar 1150 kg, kar nakazuje na izjemne lastnosti pri visokih tlakih (Extreme Pressure – EP-lastnosti), vendar pa je zanimivo premer obrabne kalote celo večji kot pri mineralnem olju, kar pomeni,

da so protiobrabne lastnosti (tako imenovane lastnosti Anti-Wear – AW) slabše. Ker so pri hidravličnih oljih pomembnejše lastnosti AW, bi bila ta tekočina potencialno bolj primerna za uporabo v zobniških prenosnikih, morda tudi kot hladilno mazalna tekočina pri obdelavi kovin. Pri ostalih tekočinah z visoko točko zavaritve je omejitev predvsem slaba zaščita pred korozijo ob prisotnosti vlage ali pa neprimerna viskoznost za uporabo v hidravličnih sistemih.

Opravili smo dodatne meritve Striebeckove krivulje za mineralno hi-



Slika 4. Mazalne lastnosti ionskih tekočin v primerjavi z mineralnim oljem



dravlično olje Hydrolubric VG 46 in ionski tekočini IL 17PI045 in EMIM-EtSO<sub>4</sub>. Izmerjene Stribeckove krivulje za vse tri tekočine pri sobni temperaturi T<sub>0</sub> in pri 60 °C prikazuje slika 5.

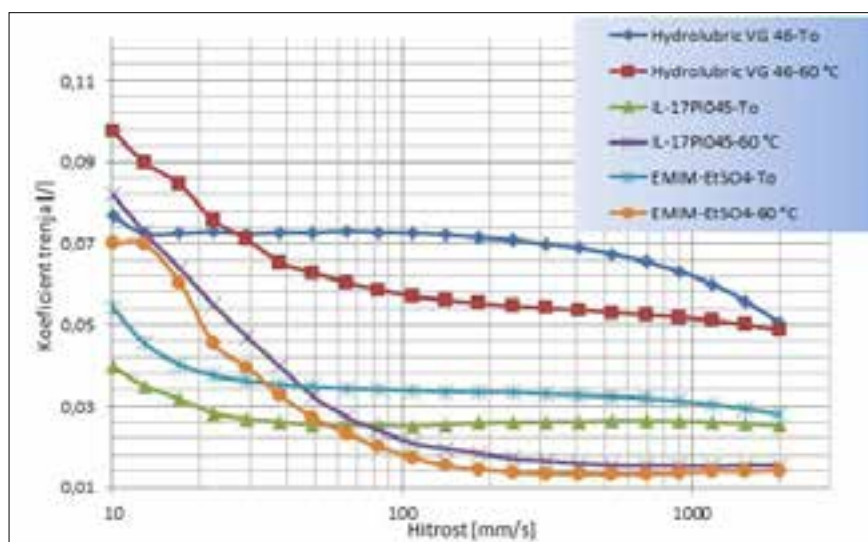
Vidimo, da je koeficient trenja mineralnega hidravličnega olja v celotnem območju bistveno višji kot pri obeh ionskih tekočinah. Ionski tekočini imata zelo podoben koeficient trenja v celotnem območju, pri čemer ima IL-17PI045 nekoliko nižjega pri sobni temperaturi, EMIM-EtSO<sub>4</sub> pa pri 60 °C. Pri vseh treh tekočinah je razlika med najnižjo in najvišjo izmerjeno vrednostjo veliko večja pri 60 °C kot pa pri sobni temperaturi. Prav tako je pri višji temperaturi koeficient trenja v področju mejnega in mešanega mazanja višji, v območju elastohidrodinamičnega mazanja pa nižji. Razlog je verjetno manjša debelina mazalnega filma pri višji temperaturi, ki ima za posledico več neposrednih kontaktov površine kroglice in diska v področju mejnega in mešanega mazanja.

Lahko zaključimo, da so mazalne lastnosti obeh ionskih tekočin s stališča koeficienta trenja bistveno boljše kot pri mineralnem hidravličnem olju.

## 5 Zaključek

Mazalne lastnosti hidravlične tekočine so v sodobnih hidravličnih sistemih zaradi naraščajočih tlakov zelo pomembne, saj omogočajo dolgo uporabno dobo hidravličnih sestavin. Nekatere ionske tekočine so se izkazale z izjemnimi mazalnimi lastnostmi pri visokih tlakih, vendar so njihove lastnosti pri nižjih obremenitvah slabše. Z meritvami točke zavaritve in premera obrabne kalote na štirikrogelnem aparatu in koeficienta trenja (Stribeckove krivulje) smo ugotovili, da imata IL-17PI045 in EMIM-EtSO<sub>4</sub> boljše mazalne lastnosti kot mineralno hidravlično olje.

Pri naših raziskavah se je pokazalo, da ima ionska tekočina IL-17PI045 največ lastnosti v območju mineralnih hidravličnih olj, in sicer visko-



Slika 5. Izmerjene Stribeckove krivulje

znost, indeks viskoznosti, sposobnost zaščite pred korozijo, dobre lastnosti penjenja in združljivost s sestavinami hidravličnega sistema (vse navedeno v tem prispevku ni opisano), mazalne lastnosti (višja točka zavaritve, manjši premer obrabne kalote, nižji koeficient trenja) pa so celo boljše kot pri mineralnem hidravličnem olju (sliki 4 in 5). Največje pomanjkljivosti te ionske tekočine so nizko vrelišče in plamenišče, kar je posledica vsebnosti topila in nezdržljivost z običajnimi barvnimi premazi rezervoarjev za olje, kar pomeni da ti pri praktični uporabi ne smejo biti lakirani.

Kljub nekaterim izrednim posebnim lastnostim je zelo težko poiskati ionsko tekočino, ki bi združevala večino dobrih lastnosti, pomembnih za uporabo v hidravličnih sistemih. Pri našem delu smo največ aktivnosti usmerili v iskanje možnih alternativ danes najpogosteje uporabljeni hidravlični tekočini, to je mineralno olje.

Kot potencialni hidravlični tekočini sta se tako najboljše izkazali ionski tekočini IL-17PI045 in EMIM-EtSO<sub>4</sub>.

## Literatura

[1] Lovrec Darko. Possible use of ionic liquids as a technical fluid. V: Kudlaček Jan (ur.), Pepelnjak Tomaž (ur.). International Conference on Innovative Technologies: proceedings IN-TECH

2011, 01.–03.september 2011, Bratislava, Slovakia, 2011, str. 100–103.

- [2] Pensado A.S., Comunas M. J. P., Fernandez J. The pressure-viscosity coefficient of several ionic liquids, *Tribology Letters* (2008), vol. 31, no. 2, str. 107–118.
- [3] Feng Zhou, Yongmin Liang, Weimin Liu. Ionic liquid lubricants: designed chemistry for engineering applications. *Chemical Society Reviews* (2009), vol. 9, no. 38, str. 2590–2599.
- [4] Minami Ichiro. Ionic liquids in tribology. *Molecules* (2009), vol. 14, str. 2286–2305.
- [5] Van Rensselaar Jean. Unleashing the potential of ionic liquids. *Tribology & Lubrication technology* (2010), vol. 66, no. 4, str. 24–31.
- [6] Chengfeng Ye, Weimin Liu, Yunxia Chen, Laigui Yu. Room-temperature ionic liquids: a novel versatile lubricant. *Chemical Communications* (2001), vol. 21, str. 2244–2245.
- [7] Jimenez Ana-Eva, Bermúdez María-Dolores. Ionic liquids as lubricants for steel aluminium contacts at low and elevated temperature. *Tribology Letters* (2007), vol. 26, str. 53–60.
- [8] Weimin Liu, Chengfeng Ye, Qingye Gong, Haizhong Wang, Peng Wang. Tribological performance of room-temperature ionic liquids as lubricant. *Tribology Letters* (2002), vol. 13, no. 2, str. 81–85.

## Lubricating properties of ionic liquids-hydraulic liquids/ionic liquids for hydraulic systems

**Abstract:** PIn modern hydraulic systems, the hydraulic liquid lubricating properties are very important because of increasing pressures as they guarantee a long lifetime of hydraulic components.

The aim of this work was to discover, from amongst a virtually unlimited number of different ionic liquids, an ionic liquid suitable for use with hydraulic equipment, and to suggest future alternatives to today's commonly used hydraulic fluids. The lubricating properties of ionic liquids are considered in detail for that reason.

**Keywords:** ionic liquid, lubricating properties, hydraulic systems



TEHNOLOŠKI PARK LJUBLJANA  
01

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

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

## Mednarodna konferenca o tesnjenju 2016

### 19th International Sealing Conference Stuttgart 2016

– 19th ISC – 19. mednarodna konferenca o tesnjenju bo 12. in 13. oktobra na Univerzi v Stuttgartu v organizaciji VDMA – skupina za fluidno tehniko, pod vodstvom prof. dr. ing. habil. Wernerja Haasa (haas@ima.uni-stuttgart.de) z Inštituta za strojne elemente.

Niti osebni avto, hidravlični valj, pametni telefon ali procesor za hrano – noben tehnični izdelek ne deluje brez tesnil.

Da bi tehnični izdelki postali bolj učinkoviti, tudi tesnilni sistemi postajajo zahtevnejši. Biti morajo energijsko bolj učinkoviti, trajnejši in zanesljivejši, kar ni mogoče brez inovativne tehnologije tesnjenja.

Zato bo moto konference 2016:

### Tehnologija tesnjenja – nujno potrebna!

Namen konference je predstaviti dosežke raziskav, rezultate razvoja in izkušnje uporabnikov ter izmenjati te izkušnje med vsemi zainteresiranimi udeleženci.

Vsi zainteresirani za predstavitev lahko dobijo navodila pod naslovom »Call for Papers« na spletnem naslovu [www.sealing-conference.com](http://www.sealing-conference.com) ali na tiskani verziji na naslovu [christian.geis@vdma.org](mailto:christian.geis@vdma.org).

Povzetki v nemškem ali angleškem jeziku morajo biti posredovani do 26. februarja 2016.

Na 19. ISC bodo obravnavane naslednje teme:

- statična tesnila,
- rotacijska gredna tesnila,
- sem-in-tjakajšnja tesnila (hidravlika in pnevmatika),
- osnove tehnologije tesnjenja,
- mehanska tesnila,
- materiali in površine,
- shranjevanje energije, trenje, obraba,
- simulacije,
- standardizacija, patenti, zakonodaja, postopki preskušanja,
- uporaba in izkušnje.

Ob konferenci se načrtuje priložnostna razstava.

### Informacije:

Fachverband Fluidtechnik im VDMA  
19th ISC

Dr. Christian Geis  
Postfach 71 08 64  
60 498 Frankfurt am Main, BDR  
Tel.: +49 (0) 69 66 03-13 18  
Faks: +49 (0) 69 6603-23 18  
e-pošta: [christian.geis@vdma.org](mailto:christian.geis@vdma.org)

**Vir:** Press release VDMA, Postfach 710864, 60498 Frankfurt am Main, BRD

# Senzor sile kot integrirana rešitev robotov Mitsubishi

Toni ACCETTO, Jan KRAMŽAR

**Izvleček:** Industrijski roboti se vedno pogosteje uporabljajo v aplikacijah, ki jih je mogoče realizirati le z uporabo naprednih senzorjev, kot je to senzor sile in momentov. Vključitev senzorja v krmilje robota je zahtevna, vendar omogoča številne možnosti uporabe. Podjetje Mitsubishi Electric je v ta namen razvilo produkt »Force Sense Function«.

**Ključne besede:** senzor sile in momentov, nadzor sile, kontrola kakovosti, industrijski roboti

## 1 Uvod

Industrijski roboti se vse pogosteje uporabljajo v kompleksnih montažnih procesih, v zadnjem času pa tudi pri kontrolnih procesih, kjer lahko preverjajo kakovost izdelkov. Tako vrsto naprednih del je navadno težko avtomatizirati, kar pomeni, da je potrebna gradnja naprednih sistemov, ki uporabljajo različne vrste senzorjev, kot so denimo strojni vid in senzorji sile.

Senzor sile in momentov – Force and Torque Sensor (FTS) – je naprava, s katero je mogoče pri industrijskih robotih pridobiti informacije o silah v treh koordinatnih oseh in momentih okrog teh osi. FTS je pritrjen na roko robota (slika 1). Na osnovi teh informacij lahko s pozicijskim prilagajanjem roboti avtomatsko uravnajo razmerje sil in uspešno izvajajo različna zahtevna opravila.

Vključitev tovrstnih senzorjev v želeno aplikacijo je kompleksno opravilo. Že pri uporabi običajnega samostojnega analognega senzorja, ki je pritrjen med prirobnico robotske roke in prijemalom, zanj navadno potrebujemo dodatni PLK in lastni

algoritem za preračunavanje signalov iz senzorja v ustrezne informacije o silah in navorih. Kasneje je potrebno vzpostaviti komunikacijo med PLK-jem in robotskim krmilnikom. Šele po vzpostavljeni komunikaciji lahko pričnemo z izdelavo procedure v robotskem programu za pravilno pozicijsko prilagajanje robotske roke glede na pridobljene informacije o silah.

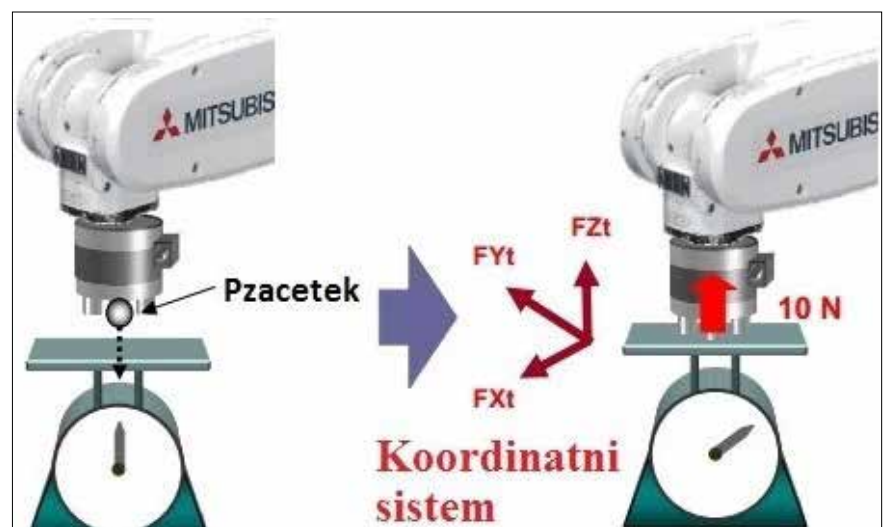
Da bi se temu izognili, ima Mitsubishi Electric razvit programski modul »Force Sense Function«, ki omogoča popolno integracijo senzorja v krmilje robotov. Prednost tega modula je popolna sistemska povezljivost senzorja in industrijskih ro-

botov serije RV in RH podjetja Mitsubishi. To pa zagotavlja enostavno montažo na roko robota in zanesljivo delovanje robota.

## 2 Značilnosti modula »Force Sense Function«

Modul v splošnem omogoča uporabo senzorja sile ( $F_x, F_y, F_z$ ) in momentov okrog vseh treh osi ( $T_x, T_y, T_z$ ), kar pomeni, da ima šest prostostnih stopenj. Informacije o silah in momentih so osnova za krmiljenje robotov.

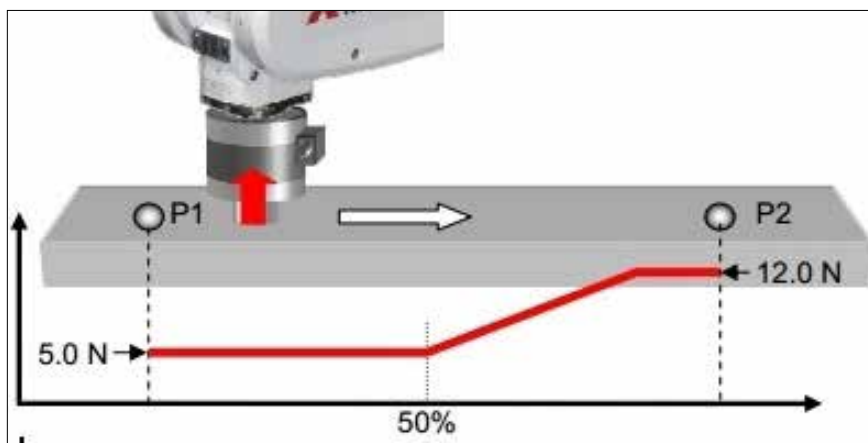
Robote je mogoče glede na pridobljene informacije enostavno krmiliti z naprednimi vgrajenimi funkcijami, kot so:



**Slika 1.** Robot se samodejno pomika navzdol v z-osi, dokler sila ne doseže vrednosti 10 N

Toni Accetto, dipl. inž., Jan Kramžar, dipl. inž., oba Inea Rbt, d. o. o., Ljubljana





**Slika 2.** Nadzor sile ob pomikanju robota iz točke P1 v točko P2 in hkratni spremembi želene sile [1]

- krmiljenje robota v odvisnosti od sile,
- nadzor togosti,
- zaznavanje sile.

Poleg omenjenih funkcij imamo na voljo tudi funkcijo beleženja vseh sil in navorov.

### ■ 2.1 Krmiljenje robota v odvisnosti od sile (Force Control)

Protokol za krmiljenje robota v odvisnosti od sile omogoča, da se robot samodejno premika v izbrani smeri, dokler sila na primer v z-osi ne doseže nastavljene vrednosti (slika 1).

Ista funkcija omogoča, da je mogoče krmiliti robot pri gibanju v odvisnosti od nastavljene sile. Robot se pomika naprej po določeni trajektoriji in hkrati deluje na površino z nastavljeno silo. Silo potiskanja je mogoče krmiliti in spreminjati tako, kot je to prikazano na sliki 2.

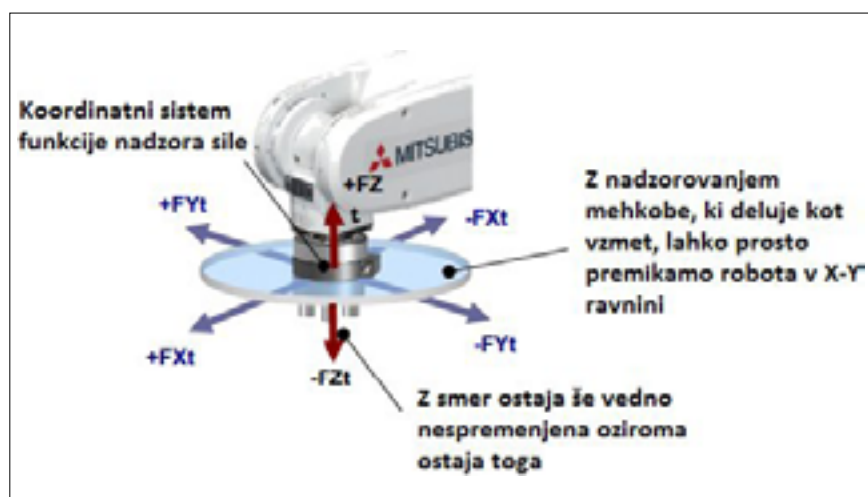
### ■ 2.2 Nadzor togosti (Stiffness Control)

Nadzor togosti je funkcija, ki omogoča, da se robotska roka prilagaja zunanji sili, ki deluje na prijema. Z drugimi besedami: robot se samodejno pomika v smeri, ki omogoča pobeg pred zunanjo silo, če naraste čez nastavljeno vrednost. Tako izkazuje vzmetne lastnosti (slika 3). S takim načinom krmiljenja lahko na primer pri montažnih pro-

cesih prevzemamo sile, ki delujejo na obdelovanec med vstavljanjem v luknjo.

### ■ 2.3 Zaznavanje sile (Force Sense Detection)

Funkcija zaznavanja sile omogoča enostavno izdelavo lastnih programskih procedur za pozicijske korekcije robota. Uporablja se takrat, ko oba predhodno prikazana primera uporabe ne ustrežata in je treba izdelati lastne prilagojene načine uporabe kontrole sil in momentov ter krmiljenja robotov.



**Slika 3.** Nadzora togosti v x- in y-koordinatah [1]



**Slika 4.** Grafični prikaz podatkov senzorja sile v programskem okolju RTTool-Box2 [1]

## ■ 2.4 Funkcija dnevnik sil (Force Sense Log)

S funkcijo dnevnik sil samodejno zajemamo podatke o delujočih silah med samim delovanjem robota. Podatke o poteku sil lahko pregledujemo v obliki grafa z uporabo programskega orodja za programiranje robotov Mitsubishi, imenovanim RTToolBox2. Funkcija pa prav tako omogoča prenašanje podatkov preko ftp-strežnika za nadaljnjo analizo informacij v proizvodnji (slika 4). To v zadnjem času v industriji omogoča vse bolj pogosto robotsko kontrolo kakovosti izdelkov.

## ■ 3 Uporaba senzorja v praksi za kontrolo kakovosti

Senzor sile in »Force Sense Function« sta uspešno uporabljena v procesu avtomatiziranega sestavljanja avtomobilskih obvolanskih ročic. Za popolno avtomatizacijo je ključno preverjanje kakovosti končnega sestava. Tako robot v kombinaciji s senzorjem preverja togost ročic (slika 5). Robot z namenskim prijemalom manipulira z vsako ročico posamezno in pomika ročice v vse potrebne položaje. Med manipuliranjem se preverjajo vse potrebne sile in navori za premike ročic med različnimi položaji, s pomočjo funkcije dnevnika sil pa se preko ftp-strežnika posredujejo namenskim napravam za dodatno analizo. Poleg togosti ročic se sočasno opravlja tudi električna kontrola, pri kateri se med premiki ročic preverja ustreznost signalov,



**Slika 5.** Robotizacija preverjanja kakovosti končnega sestava obvolanskih ročic v kombinaciji s senzorjem sile

npr. ali se pri premiku ustrezne ročice v zgornji položaj vklopi signal za desni ali levi smerokaz.

## ■ 4 Zaključek

Rešitev podjetja Mitsubishi je enostavna za namestitvev. Ker je popolnoma sistemsko integrirana, jo robot dobro programsko podpira. Programske funkcije in nastavitve senzorja opravljamo kar v sistemskih nastavitvah robota. Prednost tega je tudi integracija diagnostike senzorja v diagnostiko robota. To pomeni, da imamo v primeru napake na senzorju ali prekinitve komunikacije, vse potrebne informacije na robotu.

Glede na opisane funkcionalnosti senzorja lahko hitro in preprosto realiziramo aplikacije, kot so bru-

šenje, poliranje ter visoko precizna vstavljanja. Senzor se lahko uporabi tudi v množici industrijskih aplikacij, kjer ne moremo zagotoviti popolne geometrijske točnosti in stabilnosti sestavnih delov ter lahko tudi poenostavimo prehod industrijskih robotov iz montažnih v kontrolne procese.

## Literatura

- [1] Mitsubishi electric, CR750/CR751 Controller Instruction Manual, Force Sense Function, Document ID: BFP-A8947, October 2012.
- [2] K. Murata, Force Sense Control System for Industrial Robots, Mitsubishi Electric ADVANCE, June 2013.
- [3] J. Kramžar, Senzor sile, IRT3000, april 2015.

### Force sensor as an integrated solution for Mitsubishi robots

**Abstract:** Industrial robots are frequently used in applications which can be realized only by using advanced sensors like force and torque sensors. Sensor integration into robot control is demanding, but numerous applications are possible. For this purpose, the company Mitsubishi Electric developed the product »Force Sense Function«.

**Keywords:** Force and torque sensor, force control, quality control, industrial robots

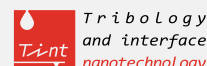
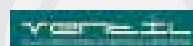
2. mednarodna konferenca o  
TRIBOLOGIJU POLIMEROV

# PolyTrib 2016



1. marec 2016	Sprejem povzetkov
20. marec 2016	Obvestilo o sprejemu
4. april 2016	Druga najava
1. junij 2016	Okvirni program
20. junij 2016	Sprejem člankov
19. avgust 2016	Rok za predčasno prijavo
1. september 2016	Končni program
15. – 16. september 2016	Konferenca

### Sponzorji



### KONTAKT

15. – 16. september 2016  
Grand Hotel Union  
Ljubljana

 Tribologija  
in površinska  
nanotehnologija



#### SLOVENSKO DRUŠTVO ZA TRIBOLOGIJU

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

Bogišičeva 8  
1000 Ljubljana  
Slovenija

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

E-mail: [polytrib@tint.fs.uni-lj.si](mailto:polytrib@tint.fs.uni-lj.si)  
Web: [www.tint-polytrib.com](http://www.tint-polytrib.com)





# Robert Krajnc, direktor Letališča

## Portorož

Aleksander ČIČEROV

Letališče je neločljiv del letalstva. Piloti, ki pristajajo in vzletajo z njega, ga morajo dobro poznati. Veseli nas, da smo tokrat dobili odličnega sogovornika, ki nam predstavlja Letališče Portorož, ki ga vsi poznamo, vprašanje je le, kako dobro ga poznamo in kaj nam pomeni. Letališče Portorož je eno od treh mednarodnih letališč, ki jih imamo v Sloveniji, in upamo lahko, da bo še dolgo zračna vrata v Slovenijo in iz nje.

**Ventil:** Kaj vas je privabilo v letalske vode? Nam lahko na kratko predstavite vašo poklicno pot do direktorja Letališča Portorož.

**Robert Krajnc:** Letalstvo me je zelo privlačilo že od otroštva. Kot otrok sem rad sestavljal modele letal oz. helikopterjev. Kasneje smo prijatelji iz otroštva izdelovali tudi radijsko vodene letalske modele, s katerimi smo na domačih planjavah v Šmartnem pri Litiji, kjer sem odraščal, veliko leteli. Seveda smo pri tem tudi marsikatero »ušpičili«, da so nam zaradi tega starši navijali ušesa.

Žal svoje poklicne poti nisem začel v letalstvu, čeprav sem razmišljal o šolanju na tedanjih vojaških šolah, povezanih z letalstvom, ampak v slovenski policiji oziroma tedaj še milici. V slovenski policiji sem delal na različnih delovnih področjih, nazadnje v Upravi kriminalistične policije pri Generalni policijski upravi.

Na portoroškem letališču sem pričel delati konec julija leta 2008.

**Ventil:** Ali nam lahko predstavite Letališče Portorož (mednarodni oznaki IATA: POW, ICAO: LJPZ), njegovo umestitev v krog slovenskih mednarodnih letališč, njegove prednosti in slabosti, težave, s katerimi se srečujete.

**Robert Krajnc:** Družba Aerodrom Portorož, d. o. o., je upravljavec tretjega mednarodnega letališča v Sloveniji, letališča Portorož. Vzle-

tno-pristajalna steza na dveh metrih nadmorske višine meri v dolžino 1.200 metrov in širino 30 metrov. Opremljena je s svetlobnonavigacijskim sistemom in sredstvi VOR DMI (ang.: very high frequency omnidirectional range – visokofrekvenčni vesmerni radijski oddajnik) in NDB (ang.: omnidirectional radio beacon – neusmerjeni radijski svetilnik).

Dejavnost družbe obsega naslednje storitve:

- sprejem in odprava zrakoplovov splošnega in civilnega letalstva,
- sprejem in odprava potnikov in prtljage,
- oskrba zrakoplovov z gorivi in mazivi,
- posredovanje pri najemu poslovnih in drugih letov,

- letališka šola,
- hramba zrakoplovov, vozil in plovil,
- oddaja poslovnih prostorov in manevrskih površin v najem ter
- prodaja trgovskega blaga.

V okviru letališča Portorož se izvajajo tudi druge dejavnosti in storitve v sodelovanju s poslovnimi partnerji:

- panoramski in poslovni leti,
- letalska šola in dva letalska kluba,
- padalska šola s padalskimi in tandemskimi skoki,
- kulinarična ponudba v restavraciji Aviator,
- travel free trgovina,
- najem vozil in koles,
- poštna storitve,
- zavarovalniške storitve.



Letalstvo me je privlačilo že od otroštva

Vizija letališča Portorož je usmerjena k statusu enega od vodilnih letališč za splošno letalstvo v jugovzhodni Evropi ter vzpostavitvi javnega prometa v sodelovanju s turističnim gospodarstvom v regiji.

Tehnične lastnosti letališča so trenutno dokaj neprimerne predvsem zaradi prekratke vzletno-pristajalne steze, ki ne omogoča pristankov komercialno upravičenih letal (trenutno lahko pristajajo/vzletajo letala nekje do okoli 70–80 sedežev, seveda v optimalnih vremenskih razmerah), ki so zanimiva tudi za turoperatorje in turistično gospodarstvo v regiji. Za uspešnejše trženje turistične destinacije bi bilo potrebno podaljšati vzletno-pristajalno stezo, vključno z obračališčem, povečati letališko ploščad ter urediti varovane parkirne prostore za osebna vozila pred terminalom. Premalo je tudi površin za shranjevanje letal generalnega letalstva, po katerih je veliko povpraševanje.

Priprava dokumentacije v zvezi za podaljšanje vzletno-pristajalne steze in obnovo ostale infrastrukture je v teku, vendar so postopki zelo dolgotrajni zaradi zelo velike togosti slovenske birokracije, ki jo je zelo težko razumeti!

Pomembno je upoštevati tudi dejstvo, da je vključevanje privatnega in javnega sektorja ključnega pomena. Le tako sodelovanje lahko prinese spodbudne rezultate. Pravi pa so gonilo pri oblikovanju in sestavi gospodarskega združenja, katerega glavna funkcija je pospeševanje letalskega prometa na Letališču Portorož.

Letališče Portorož je v splošnem letalstvu v sosednjih državah poznano kot zelo gostoljubno in domače. Hkrati pa ne glede na svojo majhnost slovi po storitvah oskrbe potnikov in letal na zelo profesionalnem nivoju.

**Ventil:** *Vlada Republike Slovenije je potrdila novega direktorja Javne agencije za civilno letalstvo. Hkrati se pripravljajo tudi spremembe in dopolnitve Zakona o letalstvu in*



*Letališče Portorož*

*Sklepa o ustanovitvi Javne agencije za civilno letalstvo. Kakšna so vaša pričakovanja?*

**Robert Krajnc:** Osebnost sem zadovoljen, da je Vlada RS končno imenovala direktorja CAA s polnim mandatom, saj se je s tem (upam vsaj!) končala agonija hitrih menjav direktorjev na tako odgovornem mestu, kot je direktor Javne agencije za civilno letalstvo!

Glede sprememb ZLet-a (Zakon o letalstvu Republike Slovenije) sem bil eden od pobudnikov ustanovitve posebne delovne skupine, ki smo jo sestavljali predstavniki vseh treh osrednjih slovenskih letališč in zunanji ugledni letalski strokovnjaki. V sklopu delovne skupine smo pripravili pisno pobudo za spremembo Pravilnika o letališčih, ki je v določenih delih tako tog oziroma napisan v nasprotju z veljavno svetovno in evropsko letalsko zakonodajo. V nadaljevanju smo na pristojno ministrstvo z namenom, da se portoroško letališče začne čim prej razvijati, podali zelo konkretne predloge in rešitve, takšne seveda, ki jih v tujini že dolgo poznajo. V mislih imam predvsem predlog spremembe 97. člena ZLet-a z dodatkom temu členu, ki bi nam nemudoma omogočil podaljšanje vzletno-pristajalne steze za dobrih 200 metrov, še preden bi bil dokončan državni prostorski načrt, kar na žalost poteka prepočasi.

Žal se tudi glede predlaganih sprememb Pravilnika in Zlet-a stvari premikajo tipično birokratsko počasi oz. prav po polžje.

Da pa ne bom samo kritičen, moram povedati, da sem v zadnjem obdobju zaznal pozitivne namige o proaktivnem razmišljanju kako portoroško letališče razvijati hitreje ravno pri resornem ministru dr. Petru Gašperšiču in njegovem ožjem vodstvu, ko sem se z njimi že nekajkrat srečal na sestankih. Upam, da moje zaznavanje ni bilo napačno. V zvezi s tem si v letu 2016 želim, da se energija, ki je bila v preteklosti v veliki meri usmerjena v dokončno primopredajo mariborskega letališča in njegove infrastrukture tamkajšnjemu upravljavcu, sedaj preusmeri v Portorož.

Glede Sklepa, ki ga omenjate, upam, da bo zadeva tekla v smeri zmanjšanja birokracije in da se bodo dejavniki v slovenskem letalstvu v prihodnje manj odločali za selitev svojih poslovnih aktivnosti v tujino, ker bo mogoč normalen poslovno-gospodarski razvoj v Sloveniji.

**Ventil:** *Kakšno je vaše stališče glede uporabe dronov, ki naj bi jo v kratkem urejal poseben pravilnik?*

**Robert Krajnc:** Zagotovo je potrebno področje dronov urediti na primeren način, seveda predvsem



Pred poletom replike Ede5

z varnostnega vidika, saj menim, da mora biti varnost v zračnem prometu na prvem mestu! Pozdravljam idejo, da se to področje uredi, in upam, da bo razprava glede pravilnika v nastajanju strokovna in argumentirana.

**Ventil:** Svet se sooča z letalskim terorizmom. Kako gledate na ta pojav in kaj bi po vašem mnenju veljalo storiti tako v okviru ICAO kot tudi v Organizaciji združenih narodov, da bi to nadlogo odpravili?

**Robert Krajnc:** Terorizem je vsak dan bolj pereča bolezen, ki se razvija hitreje kot pravo zdravilo, ki bi terorizem zadušilo, če se izrazim nekoliko v prisposobi. Dejstvo je, da se ICAO, OZN in druge institucije, ki lahko pripomorejo v boju zoper ta svetovni fenomen, odzivajo solidno. Vsekakor pa bo potrebno na tem področju storiti še marsikaj, da bo letalski promet še varnejši. Žal glede na vedenje, ki ga imam iz preteklih delovnih izkušenj, menim, da te nadloge ne bo mogoče prav hitro izkoreniniti. Če sploh kdaj! In da je temu tako, zagotovo kažejo tudi zadnji dogodki, povezani s terorizmom.

**Ventil:** Ste morda razmišljali o poimenovanju Letališča Portorož po enem od slovenskih letalcev? Kaj sicer menite o poimenovanju brniškega in mariborskega letališča?

**Robert Krajnc:** V preteklosti smo razmišljali o preimenovanju letališča v Portorožu, imeli smo v mislih ime »očeta« portoroškega letališča in turistične infrastrukture v Občini Piran, in sicer Antona Spinellija, ki je med drugim tudi častni občan Občine Piran. Ta zamisel še ni zamrla.

Glede imen ostalih dveh letališč predlagatelji verjetno vedo, zakaj so jih predlagali. Sam ne bi želel javno komentirati, katero ime je pravo oz. nepravo.

**Ventil:** Slovenci smo zelo ponosni na brata Rusjan. Kje vidite vzrok, da ju ne najdemo niti v enem od svetovnih almanahov pionirjev letalstva?

**Robert Krajnc:** Nisem prepričan, da ju ne najdemo v svetovnih almanahih. Če je temu tako, potem je to zares žalostno in bi bilo verjetno o tem potrebno povprašati

naše zgodovinarje oz. tiste, ki se ukvarjajo s preteklostjo.<sup>1</sup>

Na portoroškem letališču dajemo bratoma Rusjan kar velik pomen. Nenazadnje smo v okviru dneva odprtih vrat letališča v preteklosti gostili pilota Tomaža Mezeta z redizajnom letala Eda5. Ime bratov Rusjan pa je takrat s svojo prisotnostjo na našem letališču počastila tudi njuna potomka ga. Grazia Rusjan. V glavnem potniškem terminalu letališča imamo razstavljene tudi slike iz časa bratov Rusjan.

**Ventil:** Kako je nastalo Letališče Portorož?

**Robert Krajnc:** Začetki letalstva na obali so povezani z razvojem turizma in družino Cosulich, ki je po prvi svetovni vojni v bernardinškem zalivu postavila hangar in s hidroplani izvajala turistične in panoramske polete, šolanje pilotov, letalski servis in uvedla nove potniške linije.

Vojna je terjala svoj davek, zato so po drugi svetovni vojni na območju Portoroža in Pirana začeli s ponovnim vlaganjem v turizem, kamor je spadala tudi gradnja kopnega letališča. Prvi zametki segajo v začetke šestdesetih let, ko je g. Drago Gabrijel pripravil prvo skico letališča s travnato vzletno-pristajalno stezo, leta 1962 pa je bilo športno letališče Portorož tudi uradno potrjeno. Slavnostna otvoritev letališča z letalskim mitingom je potekala leta 1963. Leta 1971 je bila potrjena in odobrena gradnja 700-metrskasfaltne steze, kmalu zatem je bila ta podaljšana na 850 metrov, zgradili pa so tudi letališko ploščad in prvi del terminala. Leta 1980 je Letališče Portorož pridobilo status mednarodnega letališča, zgradilo servis za letalsko gorivo ter pričelo s prvimi čarterskimi poleti. Leta 1984 je bilo izvedeno zadnje podaljšanje vzletno-pristajalne steze na

<sup>1</sup> Pri pregledu 'The Complete Encyclopedia of Flight, 1848 – 1939' avtorjev J. Batchelorja in M. V. Lowea, Rebo Publisher, Second Edition, 2006, ki je prav gotovo referenčen za ta primer, žal nismo našli navedbe o bratih Rusjan. Opomba avtorja.





Začetki gradnje Letališča Portorož

1200 metrov. Do devetdesetih let sta se končali gradnja hangarjev in nadgradnja vzletno-pristajalne steze s svetlobnonavigacijskim sistemom. Leta 2004 je prišlo do privatizacije in dokapitalizacije družbe. Sledile so razne obnove infrastrukture, med njimi najodmevnejša – preplastitev manevrskih površin leta 2006. Leta 2010 je Vlada RS sprejela sklep o začetku priprave državnega prostorskega načrta, v katerega sklopu bo letališče pridobilo nove hangarje, povečanje terminala in ploščadi ter podaljšanje vzletno-pristajalne steze za 200 metrov.

Več o zgodovini letalstva na obali boste bralci lahko izvedeli iz dokumentarnega filma »V zraku nad morjem«, ki ga kmalu pričakujemo na nacionalni televiziji. Dokumentarni film je zagotovo velik prispevek k ohranitvi zgodovine in pomena slovenskega letalstva z velikim poudarkom na prvih zametkih letalstva na slovenski obali. Dokumentarec bo vsekakor vreden ogleda!

**Ventil:** Kako vidite Letališče Portorož v bližnji prihodnosti?

**Robert Krajnc:** Mislim, da je o tem veliko povedanega že v prejšnjih odgovorih. Vsekakor pa se bo moralo v prihodnosti portoroško

letališče predvsem infrastrukturno hitreje razvijati, saj glede na potencial in lego lahko predstavlja okno v svet oz. vstopna vrata v slovensko Istro. Nadaljnji razvoj je vsekakor povezan z državno birokracijo, ki lahko z malo dobre volje pospeši in poenostavi postopke!

**Ventil:** Sodelovanje z drugimi regionalnimi letališči v Evropi. Kakšne so vaše izkušnje?

**Robert Krajnc:** Sodelovanje je zadovoljivo, lahko pa bi bilo boljše. Žal tudi na tem področju prihaja do različnih trenj, kot je npr. konkurenca in boj za vsako letalo, da pristane na določenem letališču. V Portorožu ne razmišljamo tako, ampak poskušamo z manjšimi regionalnimi letališči iskati simbiozo, nenazadnje tudi pri prijavih na določene evropske projekte, financirane iz sredstev EU.

**Ventil:** Zahvaljujemo se vam za odgovore in vam v novem letu 2016 želimo veliko osebnega zadovoljstva in uspešen razvoj Letališča Portorož.

**Robert Krajnc:** Hvala, tudi jaz želim vam, vašim bralkam in bralcem srečo in zdravje v letošnjem letu.

Mag. Aleksander Čičerov,  
univ. dipl. prav.



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



Brüsseler Allee 2  
41812 Erkelenz  
NEMČIJA

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

info@sunhydraulik.de

[www.sunhydraulik.de](http://www.sunhydraulik.de)

## Ventilski otok VTUG

Plug-in ventilski otok VTUG podjetja FESTO bo s svojimi lastnostmi zadovoljil še tako zahtevne uporabnike. Njegove konkurenčne prednosti so cena, veliki pretoki in majhne dimenzije kakor tudi idealne priključne možnosti.

Ima 24 priključnih mest za ventile v fiksnem rastru. Z uporabo potnih ventilov 2 x 3/2 je mogoče zagotoviti 48 funkcij. Na istem otoku so združene cone podtlaka in cone nadtlaka, mogoče so tudi različne tlačne cone na istem otoku. Ventilski otok je primeren tudi za nizkotlačna območja: z zunanjim krmilnim tokom zraka za področje vakuuma in skupnim krmilnim tokom zraka za vse ventile.

Ventilski otok deluje pri temperaturah do 60 oC. Zahvaljujoč vložkom je maksimalni tlak do 10 bar.



Ventilski otok VTUG je idealen za vgradnjo v omare

Serijsko ima vgrajen ročni pomožni vklop/izklop za enostavni preskus delovanja pri zagonu.

Enostavni nosilec oznak zagotavlja varnost in hitro dobro preglednost, omogoča uporabniško označevanje vsakega posameznega ventila.

Zaradi filozofije enostavne vgradnje je mogoče ventilski otok hitro in enostavno montirati in spraviti v delovanje.

Je energijsko učinkovit, pritezni tok HSA je znižan na 0,35 W moči. Ima



Ventilski otok VTUG ima številne pnevmatične in električne pozitivne značilnosti

vgrajene LED za hitre in zanesljive diagnoste.

Električna priključna letev je za različne priključke Feldbus. Tudi sprememba od multipola na Feldbus je enostavna in hitra.

Tehnični podatki:

- funkcije ventilov: 5/2, 5/3, 2 x 3/2,

- priključki: M5, M7, G 1/8,
- delovni priključki: QS 3, 4, 6, 8,
- pretoki: 100 do 780 l/min,
- tlak: podtlak do 0,9 bar, nadtlak do 10 bar.

**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](mailto:info_si@festo.com), <http://www.festo.com>, g. Bogdan Opaškar



# Arduino

## Programirajmo z lahkoto

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

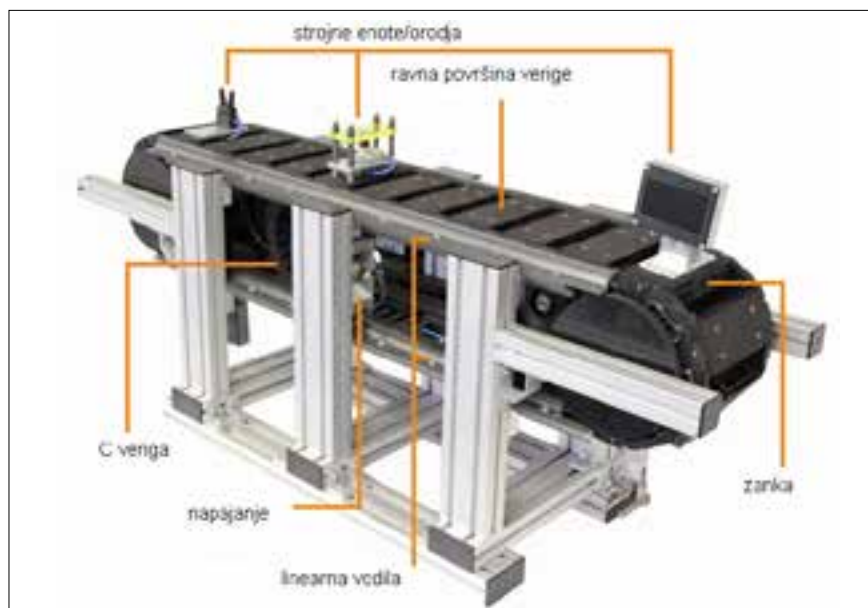
## Inteligentna transportna veriga

Podjetje Igus je razvilo inovativno »inteligentno« transportno verigo, namenjeno graditeljem strojev in manipulatorjev, imenovano »Pick-Chain«. To je nenehno vrteča se veriga z vgrajeno celovito oskrbo z energijo in podatki, ki močno skrajša čase, potrebne za operacije pobiranja in odlaganja (pick and place).

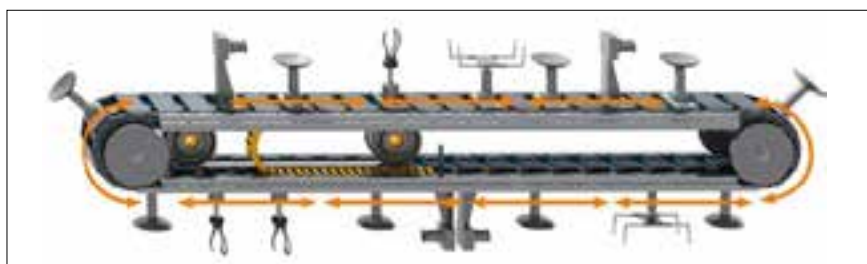
Transportna veriga podjetja Igus – »PickChain« – je bila prvič predstavljena na sejmu v Hannoveru. Veriga vključuje plastične drsne elemente, ki so vodeni v posebnih vodilih in imajo različna prijemala, orodja, kamere, krmiljena pa je samostojno in neodvisno od ostalih naprav. Veriga se lahko namesti na robote in na montažne stroje povsod tam, kjer so potrebni hitro dodajanje sestavnih delov, urejanje in podobno. Lahko se namesti v horizontalnem ali vertikalnem položaju.

Napajanje in prenos signalov do posameznih naprav na verigi potekata po energijski verigi, ki zagotavlja dovolj prostora za kable in cevi za pogon, podatke in ostale medije. V ta namen so v transportni verigi kanali za vodenje. Veriga je čvrsta in odporna na obrabo, kabli so odporni na upogibanje, vodila pa ne potrebujejo mazanja in so odporna na obrabo.

Verišni transporter se premika gladko in brez nihanj s stalno hitrostjo med 2 in 3 m/s. Stabilno transportno verigo poganja dvojni zobati jermen. Vzdrževanje ni potrebno, delovni hodi so lahko 30 m in več, krožno gibanje je varno pred izpadom. Vsak člen transportne verige je lahko posamično krmiljen, vsaka delovna enota ali orodje se lahko z uporabo sodobne tehnologije obravnava samostojno in posa-



*Inovativna »inteligentna« transportna veriga, nova možnost za proizvajalce strojev*



*Veriga z raznovrstnimi prijemali*

mično krmili. Ta omogoča, da transport, obdelava in nadzor potekajo v enem hodu. Smer gibanja in čase ciklov lahko določa uporabnik sam.

Dovoljena obremenitev transportnega člana verige je okoli 5 kg.

Področja uporabe so roboti pick & place, podajalniki, pakirni stroji, orodja in stroji za obdelavo lesa, stroji za izdelavo polprevodnikov in solarno industrijo. Enoto je mogoče uporabiti pri nakladanju in razkladanju, zlaganju, lepljenju, vpenjanju, struženju, vrtanju in po-

dobnem. Prvi uporabniki tega inovativnega transportnega sistema so bili z njim po šestmesečni uporabi zelo zadovoljni.

Naprava odpira nova obzorja razvojnim inženirjem in kaže nove smernice pri strojogradnji.

**Viri:** dokumentacija podjetja Igus

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





## Tehnične cevi

Podjetje SMC ima kot vodilni proizvajalec opreme za avtomatizacijo procesov v različnih segmentih industrije v prodajni ponudbi širok nabor tehničnih cevi.

V splošnem se delijo na cevi za standardne medije, kot so komprimirani zrak, inertni plini in zrak z negativnim tlakom glede na tlak okolice (vakuum), ter za zahtevnejše medije, med njimi so nafta, natrijev hidroksid, zavorno olje, deionizirana voda, kisline, lugi in podobno. Mediji, ki se pretakajo po ceveh, lahko negativno vplivajo na osnovni material cevi. Negativno pa na cevi deluje tudi okolje, ki je lahko zelo agresivno.

Tehnične cevi morajo biti primerne tudi za uporabo v prostorih visoke čistosti, pri procesih varjenja, pri transportu različnih tekočin, odporne morajo biti na agresivne



*Polyurethane standardne cevi SMC TU*

medije in čistilna sredstva, obstojne pri visokih temperaturah (do 260 °C), tam, kjer je potreben odvod statične elektrike oz. je zahtevano antistatično delovanje, in v energetskih verigah z visoko obrabno odpornostjo in nizkim torznim koeficientom.

Z upoštevanjem medijev in okolja, v katerem se tehnične cevi uporabljajo, je nabor materialov za izdelavo zelo širok. Najpogosteje se uporabljajo materiali, kot so polyurethane PU, polyamide PA12, fluoropolymeri PTFE oz. PFA in FEP (Fluorinated Ethylene Propylene Resin) ali polyolefini polyethylene PE LD.

Pri izbiri tehničnih cevi so odločilni želeni minimalni pretok, vrsta medija, tlak v sistemu in temperaturno območje uporabe cevi. Pred izbiro je potrebno preveriti parametre s pomočjo tehničnih listov z odčitavanjem diagramov sprememb dovoljenih tlačnih obremenitev v odvisnosti od temperature, saj maksimalni dovoljeni tlak v cevi pada z višanjem temperaturnega območja.

**Tabela 1.** Splošna uporaba – standardni mediji zrak in voda

Oznaka in material	Značilnice	Temperatura	Tlak bar
TFU* Polyurethane PU	ravna cev, namenjena za enostaven razvod, premer 4,6 mm – 8-cevna, premer 8 mm – 6-cevna, premer 10 mm – 4-cevna, premer 12 – 3-cevna	–20 do 60 °C komprimirani zrak	8
PU TCU* Polyurethane	spiralna cev – enojna, dvojna ali trojna – premer 4 in 6 mm – 3-cevna, premer 8 in 10 mm – 2-cevna, premer 12 in 16 mm – 1-cevna	–20 do 60 °C komprimirani zrak	8
TUH Hard Polyurethane	višji delovni tlak kot standardna PU-cev, večji pretok zaradi večjega notranjega premera kot standardna PU-cev, dobra fleksibilnost	–20 do 60 °C komprimirani zrak	8
TU* Polyurethane PU	standardna PU-cev v 29 barvnih variantah, izredno dobra fleksibilnost	–20 do 60 °C komprimirani zrak, voda od 0 do 40 °C	8
TU- X214 Polyurethane PU	dobra fleksibilnost, na razpolago v dveh barvah	–20 do 60 °C komprimirani zrak, voda	8
TUS Soft Polyurethane	odlična fleksibilnost	–20 do 60 °C komprimirani zrak	6
PEAPP Low density Polyethylene LDPE	dobra odpornost na topila, čistilna sredstva, dobra UV-odpornost	–45 do 60 °C komprimirani zrak, voda	8
T Nylon (polyamid) PA12	primerna za višje tlake, dobra odpornost na topila, čistilna sredstva	–40 do 100 °C komprimirani zrak, voda od 0 do 70 °C	20
TS Soft Nylon PA12	dobra fleksibilnost	–40 do 100 °C komprimirani zrak, voda od 0 do 50 °C	20

\* Cevi z možnostjo uporabe v čistih prostorih: 10-TFU, 10-TCU, 10-TU.

*Cevi za čiste prostore:*

- THP – polyolefin PE, z dobro fleksibilnostjo, za komprimirani zrak, N<sub>2</sub>, deionizirana voda, topila, premeri cevi od 4 do 12 mm, tlak 10 bar in temperaturno območje za zrak in N<sub>2</sub> –20 do 80 °C, deionizirana voda 5 do 80 °C,
- TPS – soft polyolefin PE, z odlično fleksibilnostjo, za komprimirani zrak, N<sub>2</sub>, deionizirana voda, topila, premeri cevi od 4 do 12 mm, tlak 7 bar in temperaturno območje za zrak in N<sub>2</sub> –20 do 80 °C, deionizirana voda 5 do 80 °C.

*Cevi za varilne naprave:*

- TRS – Soft Nylon – odpornost na obrizge (skladna z UL-94 Standard V-0), dobra fleksibilnost, premeri cevi od 4 do 12 mm, tlak 12 bar in temperaturno območje za zrak –20 do 80 °C, za vodo 5 do 60 °C;
- TRB – notranja cev: Nylon; zunanji sloj: PVC, odpornost na obrizge (skladna z UL-94 Standard V-0), dvoplaščna izvedba, zrak od –20 do 60 °C, voda od 0 do 60 °C, premeri 6 do 12 mm;
- TRBU – notranja cev: Polyurethane; zunanji sloj: Polyolefin – odpornost na obrizge (skladna z UL-94 Standard V-0), dvoplaščna izvedba, dobra fleksibilnost, zrak od –20 do 60 °C, voda od 0 do 40 °C, premeri 4 do 12 mm;
- TRTU – notranja cev: Polyurethane; vmesni sloj: Aluminium laminated film; zunanji sloj: Polyolefin, odpornost na obrizge (skladna z UL-94 Standard V-0), 3-plaščna izvedba, dobra fleksibilnost, zrak od –20 do 60 °C, voda od 0 do 40 °C, premeri 6 do 12 mm.

*Cevi, odporne na kemikalije in visoke temperature:*

- TD – Soft Fluoropolymer (PTFE), odlična odpornost na kemikalije in visoke temperature, visoka fleksibilnost, tem-

perature do 260°, komprimirani zrak, deionizirana voda, agresivne snovi, tlaki do 16 bar, premeri 4 do 12 mm;

- TLM – Fluoropolymer (PFA), odlična odpornost na kemikalije in visoke temperature, splošna industrija, vključno s sončnimi celicami, tekočimi kristali, medicino in prehrabno industrijo, temperature do 260 °C, komprimirani zrak, deionizirana voda, agresivne snovi, tlaki do 17 bar, premeri 4 do 12 mm;
- TL – Fluoropolymer (Super PFA), odlična odpornost na kemikalije in visoke temperature, v glavnem uporaba v polprevodniški industriji, temperature do 260 °C, komprimirani zrak, deionizirana voda, agresivne snovi, tlaki do 10 bar, premeri 4 do 12 mm;
- TH – FEP (Fluorinated Ethylene Propylene Resin), TH-cev, izdelana iz FEP, dobra odpornost na kemikalije in visoke temperature, uporaba v prehrabni, polprevodniški, farmacevtski, avtomobilski industriji oziroma tam, kjer je potrebna dobra fleksibilnost, komprimirani zrak, inertni plini, temperature od –20 do 200 °C, deionizirana voda, agresivne snovi, temperature od 0 do 100 °C, tlaki do 23 bar, premeri 4 do 12 mm.

*Cevi za transport tekočin:*

- TQ – notranja cev: Special fluoropolymer; zunanji sloj: Special Nylon, mehka, transparentna cev, odporna na abrazijo, zelo fleksibilna (v primerjavi s TL-cevjo), namenjena različnim medijem: zrak, inertni plini, temperature od –20 do 100 °C, voda, olje, nafta, alkoholi, ostali ustrezni mediji, temperature od 0 do 70 °C, tlaki do 20 bar.

*Antistatične cevi:*

- TAS – Soft Nylon, antistatična cev, dodan aditiv za izboljšanje površinske upornosti in barvilo, premeri od 3 do 12



*Specialna cev za uporabo v energetskih verigah SMC TUZ*

mm, temperaturno območje od 0 do 40 °C, tlak do 12 bar, za komprimirani zrak;

- TAU – Conductive polyurethane, antistatična cev, premeri od 3 do 12 mm, temperaturno območje od 0 do 40 °C, tlak do 9 bar, za komprimirani zrak.

*Cevi za energetske verige:*

- TUZ – Special polyurethane TUZ, cev je izdelana iz specialnega polyurethana, razvitega za uporabo cevi v energetskih verigah (zmanjšano trenje cevi), temperaturno območje za komprimirani zrak od –20 do 60 °C in za vodo od 0 do 40 °C, premeri od 2 do 16 mm in tlake do 8 bar.

Za vse tehnične podrobnosti je na voljo spletna stran [www.smc.si](http://www.smc.si). si oziroma tehnična podpora na sedežu podjetja SMC INDUSTRIJSKA AVTOMATIKA, d. o. o., v Trebnjem.

*Vir:*

SMC Industrijska Avtomatika, d. o. o., Mirnska cesta 7 T, 8210 Trebnje, tel.: +386 7 3885 421 M.: +386 40 471 006, faks: +386 7 3885 415, e-pošta: [p.jarc@smc.si](mailto:p.jarc@smc.si), internet: [www.smc.si](http://www.smc.si)

## Svetlobne varnostne zavese OMRON F3SG-R

OMRON predstavlja nove varnostne svetlobne zavese serije F3SG-R. So enostavne za namestitev in vzdrževanje in preproste za uporabo. Združujejo torzijsko odporno konstrukcijo, prikazovalnik s QR-kodo, ki pomaga pri odpravi morebitnih težav, in enostavno montažo z novimi montažnimi elementi in priključki. Da ugotovi zahtevam širokega kroga uporabnikov, so svetlobne zavese na voljo v dveh različicah, in sicer osnovna F3SG-RE za splošne in F3SG-RA za naprednejše in zahtevnejše varnostne rešitve (slika 1).



**Slika 1.** Svetlobni zavese F3SG-RE in F3SG-RA

Obe različici (osnovna in naprednejša) svetlobnih zavese F3SG-RE imata vnaprej pripravljene priključke, kar zmanjša čas ožičenja, in jasno LED-indikacijo. Ponašata se z robustnim ohišjem z zaščito IP67, ki je primerno za spiranje z vodo in montažo v prašnih okoljih. Enostavnejša F3SG-RE ponuja zanesljivo in stroškovno učinkovito rešitev za enostavnejše aplikacije,

medtem ko naprednejša F3SG-RA izpolnjuje dodatne zahteve, kot je recimo kaskadna vezava do treh parov zavese in široka paleta dodatnih funkcij. Te vključujejo funkcijo plavajočega temnjenja žarkov, kar je zelo praktično pri linijah, pri katerih se produkti pomikajo v nevarnem območju ali izven njega skozi zaveso, pre-reset funkcijo, kar preprečuje neželeno delovanje stroja, ko je oseba še vedno v nevarnem območju, na voljo so trije načini izvedbe »muting« funkcije z dodatnimi zavesami ali senzorji ...

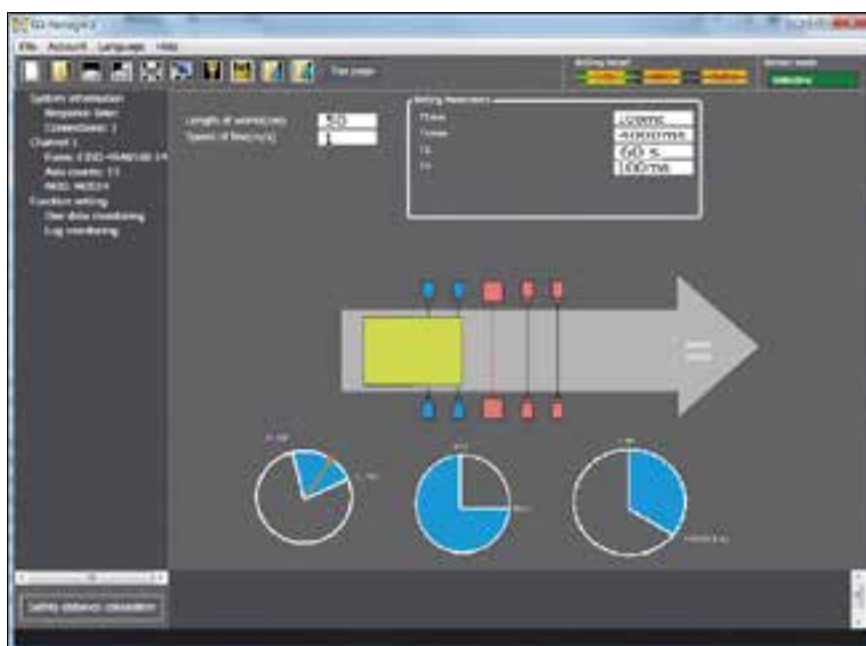
Obe različici sta dobavljivi s 14-milimetrsko ali 30-milimetrsko ločljivostjo žarkov. Različice s 14-milimetrsko ločljivostjo so na voljo z varovalnimi višinami do 2080 mm in imajo delovno razdaljo do 10 m, različice s 30-milimetrsko ločljivostjo pa so na voljo z varovalnimi višinami do 2510 mm, z delovno razdaljo do 20 m. Zavesa F3SG-R imajo izjemno togo konstrukcijo, kar odpravlja probleme zaradi zvižanja ohišja pri montaži, prav tako pa so manj občutljive na vibracije med delovnim procesom. Par zaves se sinhronizira s pomočjo optične sinhronizacije, tako da ni po-

trebno ožičenje med oddajnikom in sprejemnikom.

Zanimiva in uporabna novost je prikaz QR-kode, ki se pojavi v primeru morebitnih težav pri nastavljanju ali med delovanjem. Po skeniranju s pametnim telefonom ali tabličnim računalnikom se odpre spletna stran, kjer sta na voljo informacija in opis odprave težave. Pomoč je na voljo v 8 jezikih. Nastavljanje in spremljanje delovanja varnostnih zavese je možno s pomočjo konfiguracijskega orodja Configuration Tool SD Manager2 (slika 2).

Novi priključki Smartclick M12 zahtevajo le osmino obrata, da se zaskočijo, in kljub temu zagotavljajo zanesljivo zaščito IP67. Na voljo so še dodatne zaščite, ki varujejo zaveso pred mehanskimi poškodbami in praskami. Posebni montažni elementi omogočajo enostavno poravnavo žarkov med zavesama, tudi ko je ta že montirana.

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



**Slika 2.** Programsko orodje Configuration Tool SD Manager2



## Nov hidravlični blok za stiskalnice – Parker PPCC



Podjetje Parker Hannifin, divizija HCDE (Hydraulic Controls Division Europe), je predstavilo novo generacijo hidravličnih blokov za

stiskalnice. Serija PPCC s pilotno krmiljenimi potnimi ventili ponuja kompaktno zasnovo krmilnega bloka z modularno konstrukcijo za večjo fleksibilnost in različnimi funkcijami, ki se lahko izvajajo brez uporabe dodatnih blokov. V primerjavi z uspešnim predhodnikom serija PPCC omogoča manjši padec tlaka in znatno povečanje energijske učinkovitosti.

Novi hidravlični blok PPCC je na voljo v nominalnih velikostih NG10, NG16 in NG25, zato je primeren za skoraj vse vrste hidravličnih stiskalnic.

Serija PPCC ohranja uveljavljen varnostni koncept svojega predhodnika v skladu z DIN EN 693 in že izpolnjuje zahteve novega DIN EN ISO 16092. Prav tako je v skladu z DIN EN 289, s pravilno uporabo pa lahko doseže nivo zmogljivosti po DIN EN ISO 13849-1.

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

## Integracija komunikacijskega vmesnika POWERLINK v robotski krmilnik DX200

Podjetje Yaskawa je v najnovejši robotski krmilnik DX200 vključilo komunikacijski vmesnik POWERLINK. Programsko orodje MotoLogix tako omogoča enostavno in hitro integracijo robotov Motoman v avtomatizirano okolje B & R, Rockwell in drugih uporabnikov vmesnika POWERLINK.

»Yaskawa ponuja veliko več kot samo možnost povezave robotskega krmilnika preko komunikacijskega vmesnika POWERLINK. MotoLogix omogoča programiranje in izdelavo uporabniško usmerjenih aplikacij v okolju IEC61131,« je dejal Stefan Schönegger, direktor Ethernet Standardization Group EPSG. Čas zagona robotske celice se močno skrajša, doseže pa se visoka stopnja sinhronizacije.

Programsko orodje MotoLogix združuje prednosti dveh visoko produktivnih sistemov: robotsko programiranje se izvaja neposredno iz industrijskega krmilnika (PLC) in vključuje natančnost robotskega krmilnika (DX200). Roboti Motoman se programirajo v okolju IEC 61131. Dvosmerna komunika-

cijska povezava vseh povezanih enot nudi veliko fleksibilnost, saj jih poveže v skupen avtomatiziran sistem. Vsi podatki, potrebni za krmiljenje, nadzor in diagnostiko avtomatiziranega sistema, so dostopni na skupnem nadzornem terminalu. Posebni nadzorni in krmilniški terminali za robota, ki bi jih uporabili pri klasični integraciji, postanejo s povezavo preko Powerlinka popolnoma nepotrebni.

»Ponosni smo, da lahko vsem uporabnikom POWERLINKA-a ponudimo enostaven način za integracijo robotov Motoman v njihove sisteme,« je povedal Bruno Schneckburger, direktor robotske divizije Yaskawa Europe, ter poudaril: »To združuje priročno programiranje s PLC in visoko stopnjo linearne natančnosti ter nadzora. Roboti Motoman so bili vedno sinonim za zanesljivost.«

Robotski krmilnik DX200 s povezljivostjo POWERLINK se ponaša z novim BUS-sistemom in integriranim varnostnim krmilnikom (functional safety control (FSC) of Category 3). Varnostni krmilnik omogoča določiti



Visokozmogljiv robotski krmilnik DX200

tež 32 varnostnih delovnih območij in 16 različnih robotskih prijemal ter hkratno izvajanje več podprocesov za istočasen nadzor nad več skupnimi delovnimi območji človek-robot. Vedno so zagotovljeni tudi varnostni standardi za dotik. Z integracijo realnočasnega Ethernet POWERLINK-a pa je zagotovljena povezljivost s stroji s standardnimi protokoli izmenjave podatkov.

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

# Sodelujoči robot z nosilnostjo 35 kg

Matjaž DRENIK

Za avtomatizacijo procesov in strege se je že dalj časa iskal sodelavec – robot, ki bi v proizvodnji varno opravljal svoje delo brez obveznih in neizogibnih varnostnih protokolov. V preteklosti so roboti potrebovali varnostne sisteme, kot so klasična zaščitna ograja z varnostnimi stikali, varnostnimi zavesami, senzorji za zaznavanje bližine objekta in podobno. Tako si ni bilo mogoče zamisliti, da bi robot lahko v neposredni bližini strojev in naprav deloval brez ustrezne zaščite. Zaščita stroja oziroma robota je zagotavljala varno delo operaterjev, ki so svoje delo opravljali brez strahu pred morebitnimi poškodbami, invalidnostjo in v skrajnem primeru smrtjo.

Razvoj sodelujočih robotov je rezultat številnih raziskav sodelovanja med človekom in robotom, kar se pogosto označuje kot HRI (Human-Robot Interaction). Sodelovanje človek-robot je multidisciplinarno področje, ki združuje znanje s področij sodelovanja človek-računalnik, umetne inteligence, robotike, razumevanja narave jezika in družbenih ved. Rezultat teh raziskav so številni primeri uporabe robotov tam, kjer v delovno območje posegata tako človek kot robot [1].



Fanuc CR-35i

Veliko podjetij je želelo olajšati delo operaterjem, v proizvodnji uvesti prijazno okolje in olajšati prenašanje težkih bremen. Ta izziv je sprejelo podjetje FANUC iz Japonske, ki je razvilo sodelujoči robot za težka bremena. Robot CR-35iA lahko prenaša bremena do mase 35 kg in ne zahteva običajnih varnostnih ukrepov. Robot CR-35iA je tako imenovan sodelujoči robot, ki je brez običajnih varnostnih sistemov varen za bližnjo okolico in operaterje ter zadošča vsem varnostnim predpi-

certifikacijske hiše TUV [2].

Osnovni tehnični podatki CR-35iA:

- doseg: 1813 mm,
- montaža: na tla,
- maksimalna obremenitev: 35 kg,
- maksimalna hitrost: 250 (opcija 750) mm/s,
- ponovljivost:  $\pm 0,08$  mm,
- masa robota: 990 kg,
- temperatura okolice: 0 do 45° C.

Glede na namen uporabe je robotu prigraven tudi senzor vida. Izbirati je



Uporaba robota CR-35iA v avtomobilski industriji

Matjaž Drenik, Fanuc Adria, d. o. o., Celje

som. Njegova varna uporaba je bila potrjena z varnostnim certifikatom

mogoče med FANUC iR Vision ali FANUC 3D Area Sensor. S slednjim



Robotu je prigraven tudi senzor vida

lahko robot iz zaboja celo pobere naključen izdelek in ga dvigne ter poda naprej. Robot bo deloval tudi s programsko opremo drugih proizvajalcev strojnega vida.

Robot CR-35iA je izdelan za to, da pomaga pri težkih in ponavljajočih se opravilih v panogah, kot so avtomobilska industrija, pakiranje, distribucija in obdelovanje kovin. Omogoča proste roke operaterjem za bolj tehnično zapletena opravila in varuje pred naprezanjem in poškodbami pri delu. Skupno delo operaterja in robota bo uspelo povečati storilnost, izboljšati zdravstveno stanje in varnost delovne sile, s čimer se bo izboljšala tudi konkurenčnost podjetja.

Z integracijo sodelujočega robota CR-35iA se spreminjajo tudi postopki v proizvodnih procesih kakor tudi avtomatizacija procesov. Vsekakor pa to pomeni spremembo v logističnih procesih proizvodnje in s tem racionalizacijo prostora in časa, kar pa je razumljivo zelo zaželeno pri vseh podjetjih, odprtih za inovativne rešitve.

#### Literatura

- [1] Internet Wikipedia 2015
- [2] FANUC Database & Datasheets 2015



## Android Programirajmo v BASIC programu

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



# Petdeset metrov brez vodil

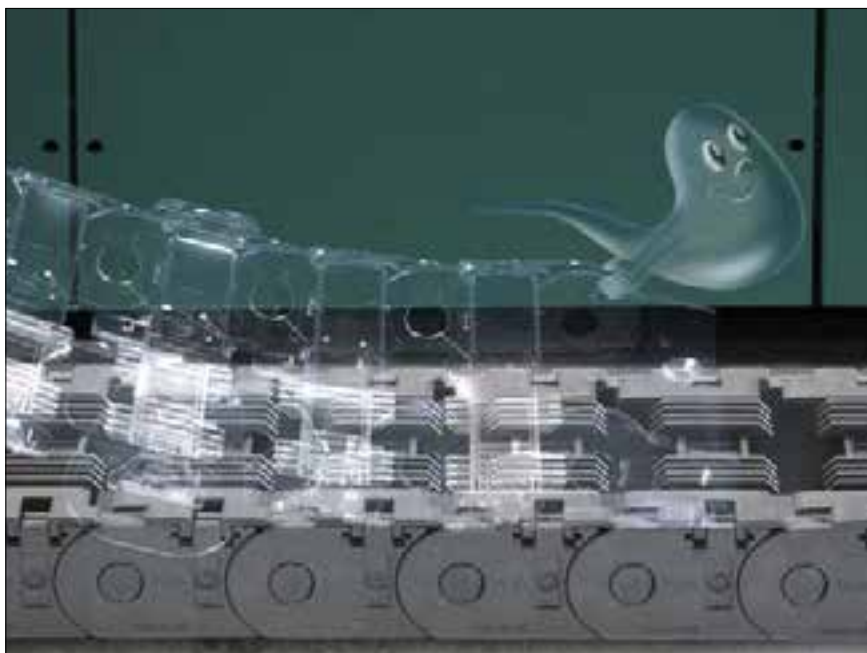
Stojan DROBNIČ

Dolgi hodi so poseben izziv za izdelavo in uporabo energijskih verig. Energijske verige običajno vodijo vodila, ki preprečujejo njihovo iztirjenje ali pa preveliko obrabo ob neenakomernem drsenju. Kadar pa vodil ni, mora zgornji del verige drseti po drsnikih na spodnjem delu ali pa kar po spodnjem delu verige. V ta namen je podjetje Igus razvilo nekaj uspešnih in že velikokrat preizkušenih rešitev.

Energijske verige serije E2/000 se odpirajo na levi in desni za enostavno namestitev kabla, lahko tudi na notranjem ali zunanjem radiju. Izdelujejo se v veliko različicah, npr. kot odprta veriga, polovično odprta veriga ali popolnoma zaprta cev. Na voljo so tudi kot samodrsne različice za dolge hode, cenovno so zelo ugodne, saj ne potrebuje vodil za svoje delovanje.

Če vodila ovirajo delovanje verige, kar je pogosto pri notranjih žerjavih, pri manipulatorjih in transportnih sistemih, ali če so položena čez dvorane ali delavnice, npr. za delovanje viličarjev in ostalih procesov, in ni več prostih poti, se lahko uporabijo samodrsne različice energijske verige serije E2/000. Ta različica drsi varno, brez vodil tudi do 50 m pri hitrosti do 1,5 m/s. Ta zanimiva rešitev omogoča uporabnikom prihranek pri stroških materiala in vgradnje.

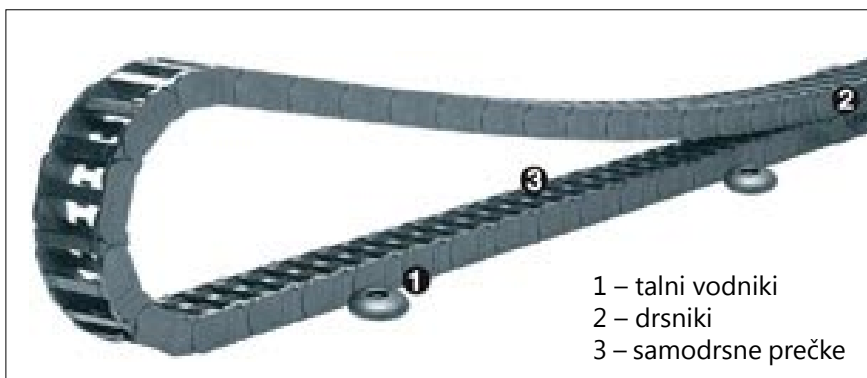
Z samodrsnim mehanizmom – v različnih patentiranih različicah – je drsenje zgornjega dela energijske verige po spodnjem delu varno vodeno s posebnimi »drsnimi glavniki«. Vodenje verige z drsnimi glavniki je mogoče po notranjem radiju verige; drsni glavniki pa so oblikovani za verige serije E2/000. Novi samodrsni glavniki imajo večje površine za drsenje, kar še dodatno povečuje življenjsko dobo sistema energijskih verig. Poleg



Samodrsni sistem omogoča hode do 50 m brez uporabe vodil

tega zaskočno »vodilno krilo« zagotavlja varno delovanje v prvih nekaj metrih hoda. To vodilno krilo je potrebno samo na začetku spodnjega dela teka. Zaskočno vodilno krilo se preprosto vtisne na člen. Obstajajo tudi talni vodniki v obliki polobel. Glede na velikosti

verige se uporaba takih vodnikov priporoča pri hodih, daljših od 15 m. Te poloble so pritrjene na tla v parih na razdalji 2 m in obdržijo smer spodnje energijske verige v zahtevani liniji. Industrijski viličarji lahko brez težav vozijo nad temi poloblami.



Samodrsna veriga

Stojan Drobnič,  
Hennlich, d. o. o., Podnart

Energijske verige serije E2/000 združujejo trdnost z enostavno namestitvijo in vsestransko visoko stabilnost s tihim delovanjem in dolgo življenjsko dobo vgrajenih kablov v verigo. Verige je mogoče zelo hitro odpreti s pomočjo prečke na tečajih – tako na levo kot na desno in na notranjem in zunanjem radiju, lahko se zavrti tudi za 180 °. Pri odpiranju je potreben le izvijač ali pred kratkim razvit odpiralč energijskih verig, ki občutno skrajša čas montaže. Pomembna značilnost prečk so tudi zelo velike odpiralne sile – do 700 N, odvisno od velikosti in tipa verige.

**Viri**

- [1] tehnična dokumentacija podjetja Hennlich,
- [2] tehnična dokumentacija podjetja Igus.



*Novi samodrsni glavniki imajo večje površine za drsenje*

## Radarski merilnik nivoja Magnetrol ECLIPSE 706



- natančno in zanesljivo merjenje nivoja tudi v težkih pogojih (ekstremne temperature, vrenje, penjenje, ...)
- brez gibljivih delov, brez kalibracije
- napredna diagnostika z enostavno uporabo
- LCD prikazovalnik s štirimi upravljalnimi tipkami

Za več informacij obiščite [www.hennlich.si/706](http://www.hennlich.si/706) ali pa pokličite 04 532 06 02.



HENNLICH d.o.o., Podnart 33, 4244 Podnart

# Merilna oprema za analizo delovanja kompresorskih postaj

V podjetju Omega Air d.o.o. Ljubljana, smo na osnovi različnih projektov spoznali resnično ceno stisnjene zraka kot medija za prenos energije. Za izboljšanje energijske učinkovitosti postrojenja kompresorske postaje uporabnikom ponujamo sistem za pridobivanje vseh relevantnih informacij o delovanju njihove opreme.

V našem proizvodnem programu imamo na voljo širok nabor merilne opreme za uporabo v kompresorski tehniki. Ker je kompresor glavni porabnik energije v kompresorskem sistemu, je ključno, da poznamo parametre delovanja, saj le tako lahko sprejemamo odločitve o optimizaciji delovanja. V ta namen smo razvili celostno rešitev, ki vključuje tipalo OS 430 (slika 1), merilnik porabe OS 110 (slika 2), komunikacijsko enoto OS 330 z zapisovalnikom podatkov OS 331 (slika 3) in uporabniški vmesnik (slika 4).



Slika 1. Tipalo OS 430

**Tipalo OS 430 je v naši ponudbi najnovejši. Na enem mestu hkrati meri:**

- standardni pretok in porabo,
- dejansko hitrost zraka,
- tlak,
- temperaturo.

Z integracijo merilnikov štirih veličin v eno tipalo zmanjšamo potrebno število merilnih mest, čas namestitve in kompleksnost ožičenja.

**Glavne lastnosti tipala:**

- primeren tudi za visoke relativne vlažnosti,
- za velik masni pretok ali pri veliki hitrosti,
- za visoke temperature merilnega medija (200 °C),
- meri v ceveh premera od 1" do 10",
- namestitev z vstavitvijo v kroglični ventil,
- brez delov, ki bi se obrabili,
- iz nerjavnega jekla,
- zanka 4–20 mA,
- z digitalni serijskim izhodom,
- modbus.

Tipalo OS 430 je primeren za meritve v mediju z visoko relativno vlažnostjo, velikim masnim pretokom ali veliko hitrostjo medija in pri visokih temperaturah. Omogoča meritve takoj za izhodom kompresorja.

Meritve v ceveh različnih premerov in namestitev skozi kroglični ventil omogočajo fleksibilnost in enostavnost.

Vsi deli, ki so v stiku z merjenim medijem, so izdelani iz nerjavnega jekla in niso podvrženi obrabam, kar zagotavlja korozijsko odpornost in nizke stroške vzdrževanja. Prav tako na delovanje ne vplivajo trdni delci v merjenem mediju.

Tipalo tlaka meri na principu Pitotove cevi, kar zagotavlja izjemno dolgotrajno stabilnost merilnih rezultatov in široko merilno območje.

Izhod preko digitalnega serijskega izhoda omogoča priklop na zaslone in prikazovalnike ali zapisovalnike podatkov Omega Air. Izhod preko 4–20 mA ali protokola Modbus pa priklop na širok nabor industrijske elektronike in krmilnikov.



Slika 2. Merilnik porabe OS 110

**Glavne lastnosti merilnika porabe OS 110:**

- dejanska moč in poraba v kW in kWh,
- tok, napetost, faktor moči,
- DIN-namestitev,
- stenska namestitev,
- prenosna izvedba,
- merilno območje do 690 kW,
- 200 A, 500 A ali 1000 A (merilno območje tokovnih klešč).

Merilnik meri dejansko moč in porabo trifaznega bremena. Hkratno merjenje napetosti in toka preko tokovnih klešč omogoča realne rezultate tudi pri frekvenčno krmiljenih kompresorjih. Uporabnik ima tako dostop do podatkov o izmerjeni napetosti, toku in faktorju moči na vseh treh fazah.

Merilnik je na voljo v treh različnih ohišjih za namestitev na DIN-letev,





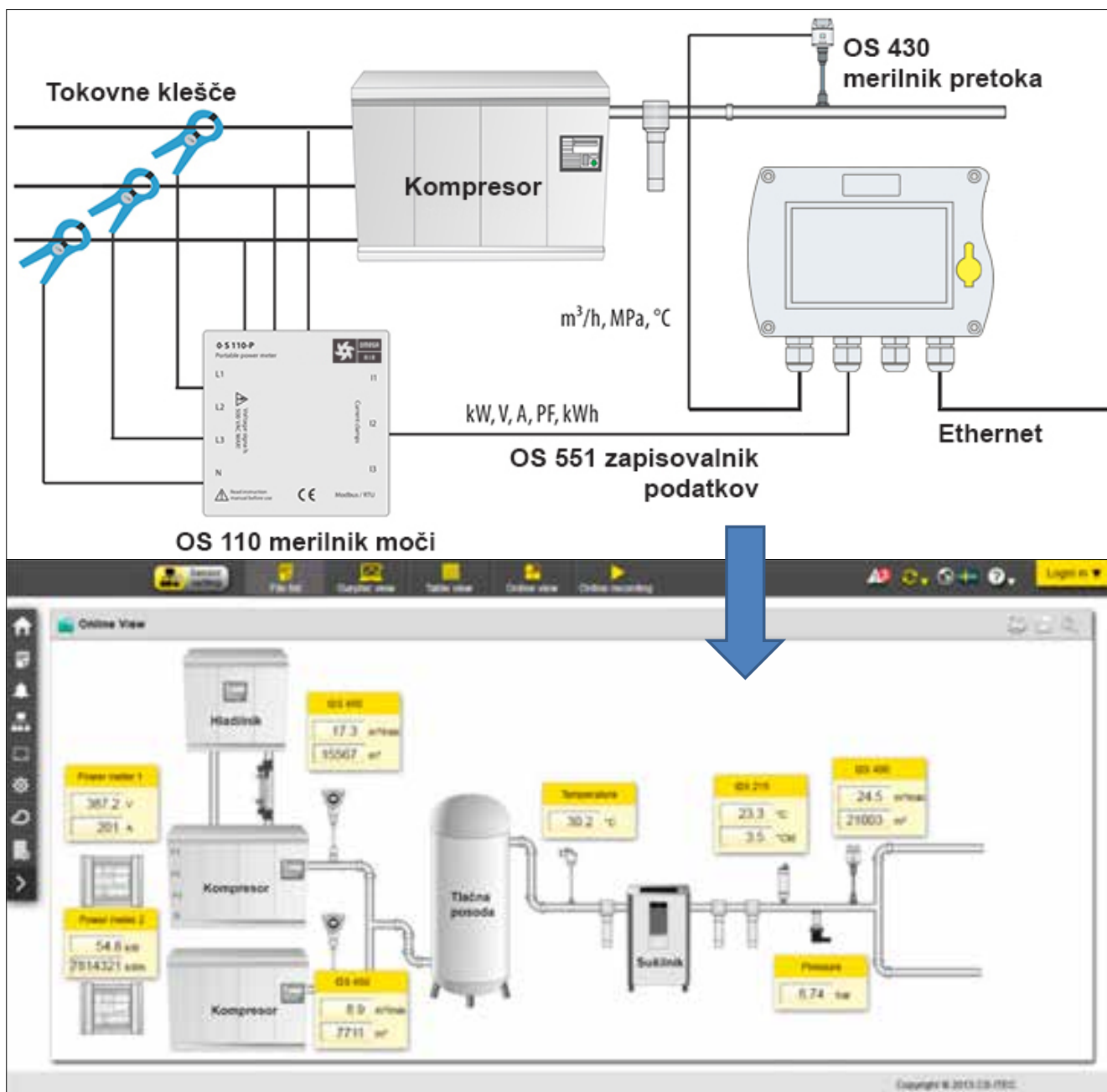
Slika 3. Zapisovalnik podatkov OS 331

za montažo na steno in kot prenosna izvedba.

Oba merilnika se odlično integrirata v celosten merilni sistem, katerega osrednji del je komunikacijska enota OS 330.

**Glavne značilnosti komunikacijske enote OS 330:**

- 5" zaslon z visoko ločljivostjo,
- vmesnik z zaslonom na dotik,
- prikazovalnik vrednosti,
- zapisovalnik vrednosti (do 100 milijonov vrednosti),
- Izhodi USB, Ethernet, RS485



Slika 4. Uporabniški vmesnik

# OMEGA AIR

## Better air



Zasloni/Zapisovalniki podatkov



Prenosni merilni inštrumenti



Tipala pretoka, točke rosišča in tlaka



Prenosna tipala



Slika 5. Izris vrednosti na OS 331 v realnem času

- (Modbus),
- do 16 vhodov,
- napajanje tipal,
- alarm z 2 relejskima izhodoma,
- vgrajen spletni strežnik za oddaljeno komunikacijo.

### Glavne lastnosti uporabniškega vmesnika:

- zajemanje podatkov neomejenega števila tipal,
- prikazovanje podatkov tipal v realnem času,
- izvoz in tiskanje podatkov,
- funkcija alarm na zaslonu, preko releja ali SMS,
- baza SQL s shranjenimi podatki lokalno na računalniku,
- strežnik na osebni računalniku z Windows
- WEB-dostop preko brskalnika (neodvisno od arhitekture: Windows, Android, iOS, ...)
- oddaljen dostop,
- možnosti razširitve,
- komunikacija MODBUS z ostalimi napravami na terenu.

CSM-2G je programska oprema, ki se namesti na osebni računalnik in deluje kot spletni strežnik. Preko njega se pretakajo informacije iz oddaljenih naprav po protokolu Modbus, USB ali Ethernet ostalim

uporabnikom v mreži. Uporabnikom ni potrebno nameščati dodatne programske opreme, saj je dostop do informacij preko WEB-strežnika dostopen vsaki napravi z nameščenim spletnim brskalnikom. Preko grafičnega vmesnika imamo na voljo hkraten prikaz štirih različnih veličin v enem grafu, shematski prikaz pa prikazuje senzorje v sklopu celotne inštalacije stisnjene zraka, kar nam daje široko sliko o delovanju kompresorske postaje in nas sproti obveščja o spremembah in opozarja na presežene mejne vrednosti.

### Naša ekipa iz programa Kompresorji in tehnika izvaja tudi energijske preglede kompresorskih postaj, ki vključujejo:

- meritve vseh parametrov stisnjene zraka (pretok, tlak, porabljena moč, točka rosišča, temperatura, RV, prisotnost oljnih delcev),
- odkrivanje puščanja,
- izračun izgub,
- vrednotenje stroškov (strošek stisnjene zraka, stroški puščanja),
- energijske analize,
- izdelavo poročil meritev.



OMEGA AIR d. o. o. Ljubljana

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

OMEGA

info@omega-air.si

AIR

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

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

# **INTRONIKA**

**25.-27.01.2017**  
**Celje, Slovenija**

**Mednarodni strokovni sejem za industrijsko, profesionalno elektroniko in elektrotehniko**

**International Trade Fair for Industrial, professional electronic and elektrotehnics**

**icmw**

PASSION FOR PERFECTION

[www.icm.si](http://www.icm.si), e-mail: [intronika@icm.si](mailto:intronika@icm.si)





# iTRAK<sup>®</sup> – transportni sistem

## prihodnosti

Žiga PETRIČ

Rockwell Automation je nedavno predstavil inovativen sistem linearnih prenosnih sistemov iTRAK, ki nadomešča tradicionalne rešitve premikanja s pogonskimi verigami, jermeni in prenosi kot tudi rotacijskimi servomotorji.

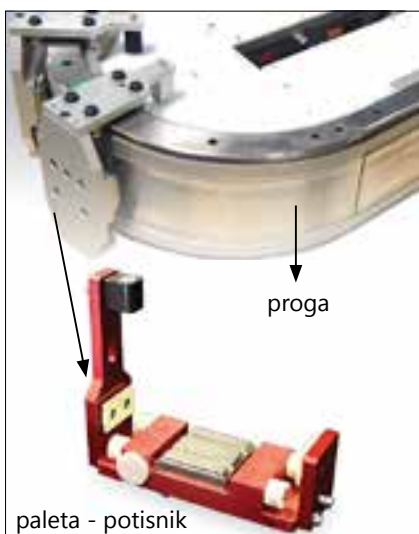
iTRAK je modularni sistem linearnih elektromotorjev, ki omogočajo neodvisno gibanje palet po liniji ali krožnici. Osnovni sestavni deli so linearni in krožni odseki proge z aktivnim električnim pogonom ter palete oziroma potisniki (»mover«), ki so edini premikajoči se del (slika 2). Število posameznih linearnih in krožnih odsekov je odvisno od zahtevanih dimenzij transportnega sistema. Na progi se lahko namesti in premika poljubno število palet. Vse električne povezave so znotraj proge, palete so brez ožičenja in se prosto premikajo po vodilih proge.



Slika 1. Transportni sistem iTRAK

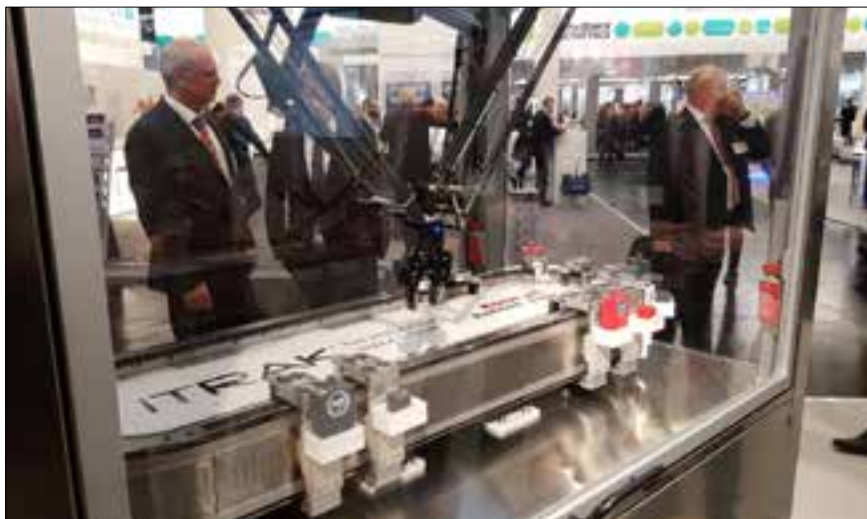
Paleta se izdelujejo v širinah 50, 100 in 150 mm in se po progi lahko gibljejo s hitrostjo do 5 m/s in vlečno silo 800 N (na posamezno paleto). Vsak odsek proge vsebuje linearni servomotor z absolutnim dajalnikom pozicije, poseben vmesnik pa skrbi, da celotna proga deluje kot usklajen sistem. Posamezne palete

se premikajo neodvisno in so krmiljene s standardnimi funkcijami za krmiljenje gibanja (Motion Control). Dodatne programske funkcije omogočajo enakomerno razvrščanje (med gibanjem ali v mirovanju) in medsebojno sinhronizacijo hitrosti palet. Vmesnik krmili vodilo Ethernet/IP.



Slika 2. Proga in premična paleta (potisnik)

Žiga Petrič, univ. dipl. inž.,  
Tehna, d. o. o., Ljubljana



Slika 3. Uporaba linearnega transporterja iTRAK v robotizirani celici

iTRAK je namenjen inovativnim izdelovalcem strojev, ki iščejo nove rešitve v konkurenčni bitki in želijo trgu ponuditi stroje naslednje generacije.

Področja uporabe so:

- pakirni stroji,
- strega in montaža,
- farmacevtska industrija,
- polnilne linije,
- manipulacija občutljivih izdelkov,
- papirna in kartonažna industrija.

Ključne prednosti transportnih sistemov iTRAK so:

- večja hitrost gibanja,
- izjemna fleksibilnost, menjava dimenzij izdelkov brez zaustavljanja stroja in mehanskih nastavitev («On the fly»),
- večja zanesljivost – manj sestavnih in premikajočih se delov,
- manj potrebnega vzdrževanja,
- manjša poraba energije,



Slika 4. TPredstavitev iTRAK sistema na sejm

- manjše dimenzije strojev,
- hitrejša načrtovanje in izdelava strojev.

#### Viri

- [1] <http://www.rockwellautomation.com/global/solutions-ser->

[vices/capabilities/motion/itrak.page?](http://www.rockwellautomation.com/global/solutions-services/capabilities/motion/itrak.page?)

- [2] [http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/br/motion-br007\\_-en-p.pdf](http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/br/motion-br007_-en-p.pdf)



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



## Nove knjige

[1] Avtorski kolektiv: **O + P Report 2016** – posebna izdaja revije Ölhydraulik und Pneumatik, glasilo Raziskovalnega sklada za fluidno tehniko pri Nemškem združenju strojne industrije – VDMA, na 60 straneh predstavlja najnovejši izbor sestavin in enot fluidne tehnike nemškega porekla. Predstavitve so razdeljene v pet skupin izdelkov, in sicer:

- *črpalke in črpalni agregati* (aksialne batne, membranske in radialne batne črpalke, hidravlični agregati);
- *pogoni* (hidravlični in pnevmatični valji; hidravlični motorji; pnevmatični zasučni in vrtljivi pogoni; pozicionirani pogoni);
- *krmilja in regulatorji* (tlačni, zapirni, tokovni in potni ventili; proporcionalni in regulacijski ventili; vložni ventili, krmilni bloki, ventilski otoki; elektronski krmilni in regulacijski ventili);
- *merilna tehnika* (merilne in nadzorne naprave za: zasučni kot, tlak, nivo, nagib, temperaturo, prostorninski tok in pot);
- *pomožne sestavine in enote* (adapterji, tesnilke, filtri in filtrirni sistemi, hladilniki, gredne vezi in sklopke, standardni deli, preskuševališča; cevovodi in cevni priključki).

Posamezna sestavina ali enota je predstavljena s fotografijo, opisom v obsegu okoli 110 besed in navedbo spletnega naslova dobavitelja. Skupaj je predstavljenih okoli 150 sestavin in enot ter 24 integralnih dobavnih listov najbolj poznanih dobaviteljev. *Zal.:* Vereinigte Fachverlage GmbH, Lise-Meitner-Strasse 2, 55120 Mainz, Postfach 100465 Mainz, *tel.:* +06131/992-0, *e-pošta:* info@engineering.news.net, *internet:* www.engineering.news.net; 2015 vol. 59.

[2] Helduser, S.: **Grundlagen elektrohydraulischer Antriebe und Steuerungen** – osnove elektrohidravličnih pogonov in krmilij. "Knjiga z nazorno in uporabniško usmerjeno predstavitvijo omogoča razumevanje zanimivega področja elektrohidravličnega pogona in krmiljenja, vključno s fizikalnimi in matematičnimi osnovami njihovega delovanja. *Zal.:* Vereinigte Fachverlage GmbH, Lise-Meitner-Strasse 2, 55120 Mainz, Postfach 100465 Mainz, *tel.:* +06131/992-0, *e-pošta:* info@engineering.news.net, *internet:* www.engineering.news.net, *ISBN:* 978-3-7830-0387-1, *obseg:* 380 strani, *cena:* 32,00 EUR.

## Oglaševalci

AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana	62, 69
CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	17
DOMEL, d. d., Železniki	39
DVS, Ljubljana	40
EVROPSKI FORUM ROBOTIKE, Ljubljana	21
FANUC ADRIA d.o.o., Celje	1
FESTO, d. o. o., Trzin	1, 80
HENNLICH, d. o. o., Podnart	71
ICM, d. o. o., Celje	19, 75, 79
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.) NORGRN, Lesce	1
INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija	25
JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	27
MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	1
OLMA, d. d., Ljubljana	1
OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana	1, 74
OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o, Trzin	1
PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	1
POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o, Žiri	1, 2
PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	16
PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	29, 31
STROJNISTVO.COM, Ljubljana	47
SUN Hydraulik, Erkelenz, Nemčija	61
TEHNA, d. o. o., Ljubljana	77
TEHNOLOŠKI PARK Ljubljana	53
UL, Fakulteta za elektrotehniko - DIR 2016	4
UL, Fakulteta za strojništvo	16, 57
VISTA HIDRAVLIKA, d. o. o., Žiri	1
YASKAWA SLOVENIJA, d. o. o., Ribnica	9

## Zanimivosti na spletnih straneh

**Povezovalna tehnika STAUFF – [www.stauffconnect.com](http://www.stauffconnect.com)** – 24° cevni priključki in jeklen pribor predstavljajo obsežen program sestavin in delov firme *Stauff* za fluidno tehniko. Vse iz lastnega razvoja in izdelave. S pazljivo izbiro materiala in postopkov izdelave ustrezajo zahtevam standardov DIN-ISO glede tlačne zdržljivosti, visokovredna cink-nikljeva površinska zaščita pa izpolnjuje nova merila glede protikorozijske zaščite.

Prepričajte se o visoki kakovosti večje obratovalne varnosti vaših strojev in naprav in izkoristite prednosti hidravlike, opremljene s cevovodno opremo renomiranega izdelovalca.





# IFAM

international trade fair of  
**automation & mechatronic**



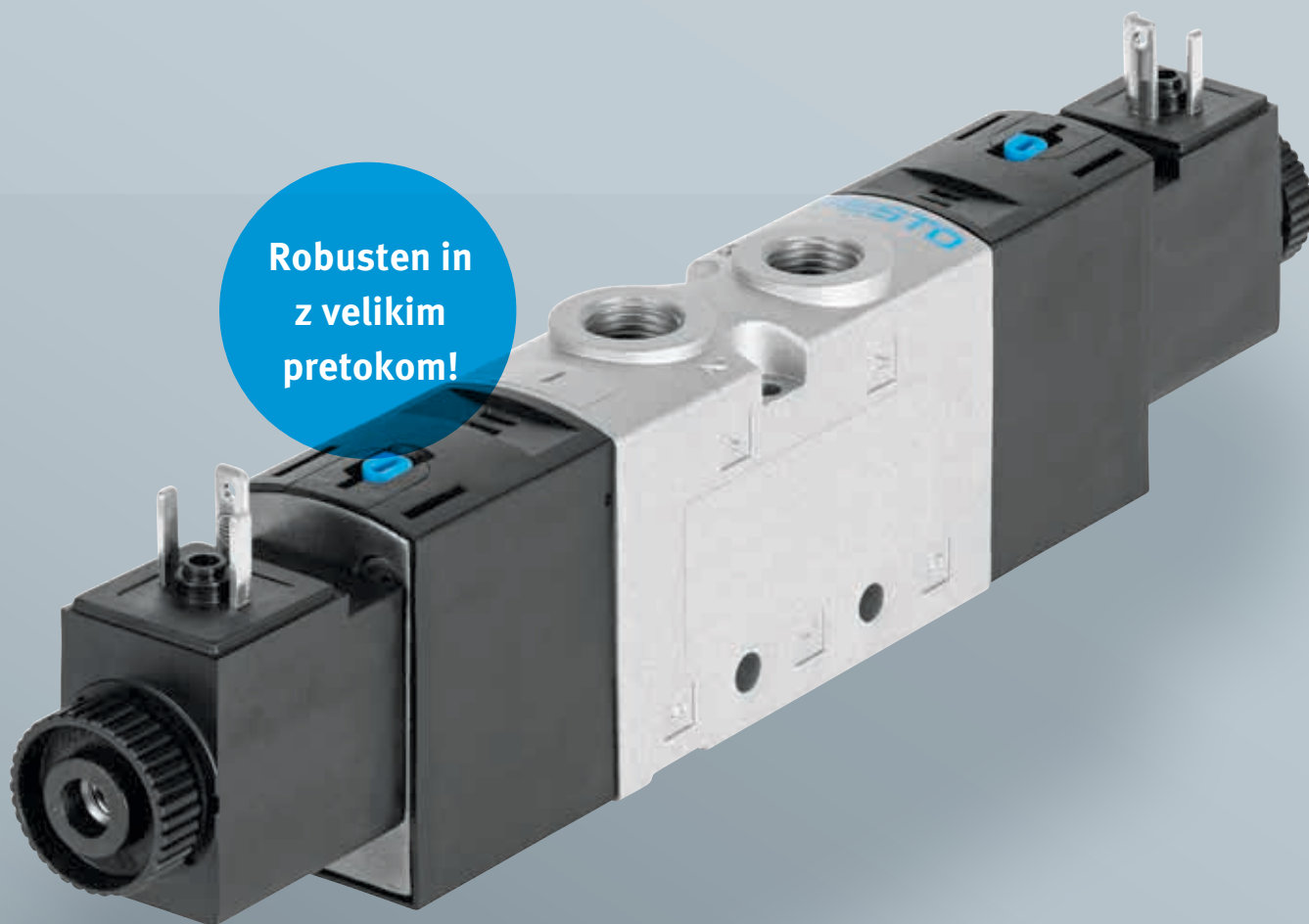
Mednarodni sejem za avtomatiko, robotiko, mehatroniko ...  
*International Trade Fair for Automation, Robotics, Mechatronic ...*



**25.-27.01.2017**

**Celje, Slovenija**  
Hala L & L1, [www.icm.si](http://www.icm.si)

**FESTO**



**Robusten in  
z velikim  
pretokom!**

**Iščete cenovno ugoden in popoln ventil.  
Želite velike pretoke in zanesljivost.  
Mi smo strokovnjaki za ventile.**

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

**VUVS: vaš novi popoln ventil.**

Popoln za večino vaših vsakodnevnih namenov uporabe. Robustna kakovost. Odlične lastnosti. Enostaven za uporabo. Širok izbor dodatkov v zelo jasno strukturirani seriji izdelkov. Atraktivna cena. Je vse to, kar morajo biti ventili danes!

**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