



# OPL

# FESTO

# POCLAIN HYDRAULICS PH

Podain Driving Values for the Future

# OLMA LUBRICANTS

# Parker

# NORGREN

# SICK

Sensor Intelligence.

# MIEL

OMRON DISTRIBUTOR  
Elementi in sistemi za industrijsko avtomatizacijo

# MAPRO

HYDRAULIC MOVEMENT

# FANUC

ROBOTICS EUROPE

# VISTA

HIDRAVLIKA

# IAM

international trade fair of  
automation & mechatronics  
SLOVENIA

- Intervju
- Produktivnost procesne industrije
- Ventil na obisku
- Nov hidravlični rotator
- Testiranje malih gospodinjskih aparatov
- Izobraževanje v industriji
- Nepravilna uporaba merskih enot
- Podjetja predstavljajo

### Elektronske rešitve

# SMARTDRIVE™

*Za hidrostatični pogon, ki opravlja  
natančno tisto, kar zahtevate...*

KRMILNA PALICA



ARMATURNNA PLOŠČA

- smer
- vožnja/delo
- način dela/hitrost motorja
- parkirna zavora
- krmiljenje vožnje
- nadzor spodrsavanja

KRMILNIK  
SD Premier



PROTIZDRSNI VENTIL

ZAVORNI VENTIL  
- zaznavalo tlaka

TANDEM ČRPALKA  
z SA krmiljem  
- krmiljenje iztisnine  
- potenciometer povratne zveze  
- zaznavalo hitrosti  
- zaznavalo omejevalnika moči

MOTOR

ZAZNAVALO  
HITROSTI

SPREMINJANJE  
HITROSTI

PROTIZDRSNI  
VENTIL

# POCLAIN HYDRAULICS PH

Podain Driving Values for the Future

[www.poclain-hydraulics.com](http://www.poclain-hydraulics.com)



# ZAGOTAVLJAMO POPOLNO GIBANJE



Hidravlični cilindri: MD18ME-300/220x3200-350 bar

**Naše poslanstvo je zagotavljati popolno in zanesljivo gibanje hidravličnih naprav.**

Podjetje Mapro d. o. o., proizvaja in prodaja hidravlične cilindre, kromirane batnice/palice, cevi, tesnila in druge sestavne dele za proizvodnjo hidravličnih cilindrov. Paleta izdelkov obsega od preprostejših izvedb do najbolj zahtevnih visokotehnoloških cilindrov in hidravličnih komponent. Izdelke odlikuje vrhunski dizajn, visoka stopnja varnosti in 100 % testiranje. Po zaslugi najsodobnejše opreme lahko v najkrajšem možnem času izdelamo izdelke v skladu z najbolj zahtevnimi željami naročnikov.

Kataloge izdelkov dobite na spletu [www.mapro.si](http://www.mapro.si), lahko pa vam jih pošljemo tudi po pošti.



**MAPRO**  
HYDRAULIC MOVEMENT

MAPRO d.o.o., Industrijska ulica 12, 4226 Žiri, Slovenija, [T ▶ +386 4 510 50 90](tel:+38645105090), [F ▶ +386 4 510 50 91](tel:+38645105091), [E ▶ info@mapro.si](mailto:info@mapro.si), [I ▶ www.mapro.si](http://www.mapro.si)





## Très chic: Designerski agregat.

Je lahko hidravlični agregat sploh lep? Mi mislimo, da celo mora biti. Zato smo naš novi kompaktni agregat KA oblikovali tako, da ugaja očem. Ampak to še ni vse. K popolnem agregatu spadajo tudi številne možnosti uporabe. V aplikacijah kot so obdelovalni stroji, dvižne platforme in hidravlika orodja razvije KA svojo polno moč in 700 bar delovnega tlaka. Mobilna ali stacionarna enota je lahko vgrajena stoje ali leže, z eno ali tri faznim napajanjem – odločitev je vaša! Usklajeni motorji, ventili in dodatna oprema iz obsežnega modularnega sistema omogočajo, da agregat KA izpolni vsa vaša pričakovanja. Za več informacij HAWE Hidravlika d.o.o., tel. 03 7134 880.

Solutions for a World under Pressure

**HAWE**  
HYDRAULIK

Cenite zmanjšanje stroškov?  
Cenite zanesljive rešitve?  
Potem imamo pravo nastavitev za vas.

→ WE ARE THE ENGINEERS  
OF PRODUCTIVITY.

**FESTO**



7.–10. Oktober 2013  
Neue Messe Stuttgart  
Halle 3, Stand 3303

**Zanesljivost | Enostavnost | Učinkovitost | Kompetentnost**

Naši normirani valji s PPS: vedno točno nastavljeni, tudi pri spremenljivih masah in hitrostih. Samonastavljivo pnevmatično končno dušenje – PPS, bistveno skrajšuje čase zaustavitev in inštalacije. S tem večja predvsem eno, to je vašo produktivnost.

**Festo, d.o.o. Ljubljana**  
Blatnica 8  
SI-1236 Trzin  
Telefon: 01/ 530-21-00  
Telefax: 01/ 530-21-25  
Hot line: 031/766947  
info\_si@festo.com  
www.festo.si

Impresum	253
Beseda uredništva	253
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	266
■ NOVICE – ZANIMIVOSTI	270
Seznam oglaševalcev	318
Znanstvene in strokovne prireditve	269

**Naslovna stran:**

OPL Avtomatizacija, d. o. o. BOSCH Automation Koncesionar za Slovenijo IOC Trzin, Dobrave 2 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)1 560 22 40 Fax: + (0)1 562 12 50	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	Atlas Copco, d. o. o. Peske 7, 1236 Trzin tel.: +386 (0)1 56 00 710 fax: +386 (0)1 56 00 724 www.atlascopco.si
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	MAPRO d.o.o. Industrijska ulica 12, 4226 Žiri Tel.: 04 510 50 90 Faks: 04 510 50 91 www.mapro.si
Poclain Hydraulics, d.o.o. Industrijska ulica 2, 4226 Žiri Tel.: +386 (04) 51 59 100 Fax: +386 (04) 51 59 122 e-mail: info-slovenia@poclain-hydraulics.com internet: www.poclain-hydraulics.com	FANUC Robotics Czech s.r.o. U. Pekarky 1A/484 180 00 Praha – Liberi, CZECH REPUBLIC Tel.: +420 23 40 72 900 Fax: +420 23 40 72 910 www.fanucrobotics.si
PARKER HANNIFIN Corporation Podružnica v Novem mestu Velika Bučna vas 7 8000 Novo mesto Tel.: + (0)7 337 66 50 Fax: + (0)7 337 66 51	VISTA Hidravlika, d. o. o. Kosovelova ulica 14, 4226 Žiri Tel.: 04 5050 600 Faks: 04 5191 900 www.vista-hidravlika.si
IMI INTERNATIONAL, d. o. o. (P.E.) NORGRN HERION Alpska cesta 37B 4248 Lesce Tel.: + (0)4 531 75 50 Fax: + (0)4 531 75 55	ICM d.o.o. Trnovljška cesta 56 SI - 3000 Celje Tel.: +386 (0)41 668 222 Fax: +386 (0)3 620 07 02 http: www.icm.si
SICK, d. o. o. Cesta dveh cesarjev 403 0000 Maribor Tel.: + (0)1 47 69 990 Fax: + (0)1 47 69 946 e-mail: office@sick.si www.sick.si	

## ■ INTERVJU

Intervju – dr. Jože Pezdarnik 254

## ■ PROCESNA AVTOMATIZACIJA

*Tomaž PERME:* Doseganje novih razsežnosti v produktivnosti procesne industrije 260

## ■ VENTIL NA OBISKU

FANUC – podjetje za proizvodnjo CNC-krmilij in robotov 268

## ■ HIDRAVLIČNI ROTATOR

*Franc MAJDIČ, Rafko VOJE, Alen LJOKI:* Nov hidravlični rotator »modularis drive« nosilnosti 5 in 10 ton 282

## ■ DIAGNOSTIKA NAPAK

*Janez POGORELC, Darjan LESKOVAR:* Naprava za testiranje malih gospodinjstkih aparatov v proizvodnji 288

## ■ IZOBRAŽEVANJE V INDUSTRIJI

*Andreja ROJKO, Helena MIŠ ŠMALC, David ROZMAN, Janez ŠKRLEC:* Enovit pristop za usposabljanje strokovnjakov iz elektromehanske industrije 294

## ■ MERJENJE

*Dušanka ŠKRBIČ, Dominika ROZONIČNIK:* Nepravilna uporaba merskih enot lahko usodno vpliva na naše zdravje in življenje 304

## ■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Dajalnik pozicije za vgradnjo v T-utore SDAT-MHS (FESTO) 310

## ■ NOVOSTI NA TRGU

Optični senzorji S15 (FBS Elektronik) 312

Napredni laserski senzor OMRON serije E3NC-L in E3NC-S (MIEL Elektronika) 311

Srednjetačni oljni filter GMF iprotect® (PARKER HANNIFIN) 311

Merjenje nivoja z LFP cubic (SICK) 312

Ionizatorji IZS40, IZS41 in IZS42 (SMC) 313

## ■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO

*Tomaž JUREJEVIČ:* Kaj pomeni »razvoj izdelka« v Helli Saturnus? (HELLA SATURNUS) 314

**VENTIL**  
REVUIJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO  
ISSN 1518-7281 | AVGUST 19 / 2013 / 4

- Intervju
- Produktivnost procesne industrije
- Ventili na obisku
- Nov hidravlični rotator
- Testiranje malih gospodinjstkih aparatov
- Izobraževanje v industriji
- Nepravilna uporaba merskih enot
- Podjetja predstavljajo

**Elektronske rešitve SMARTDRIVE™**  
Za hidrostatični pogon. Ni upravljevalni sistem. Kar zahtevate...

**POCLAIN HYDRAULICS**  
Poclain Hydraulics is a leader in the field of hydraulic systems for the future.

# USTVARJENI, DA ZABLESTIJO V VAŠI PROIZVODNJI



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

Povečajte produktivnost. Zmanjšajte napake. Prihranite čas.

© Ventil 19 (2013) 4, Tiskano v Sloveniji.  
Vse pravice pridržane.  
© Ventil 19 (2013) 4, Printed in Slovenia.  
All rights reserved.

## Impresum

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

e-mail:  
[ventil@fs.uni-lj.si](mailto: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	19	Volume
Letnica	2013	Year
Številka	4	Number

*Revija je skupno glasilo Slovenskega društva za fluidno tehniko in Fluidne tehnike pri Združenju kovinske industrije 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:

izr. prof. dr. Maja ATANASJEVIČ-KUNC, FE Ljubljana  
izr. prof. dr. Ivan BAJSIČ, FS Ljubljana  
doc. dr. Andrej BOMBAC, FS Ljubljana  
prof. dr. Peter BUTALA, FS Ljubljana  
prof. dr. Alexander CZINKI, Fachhochschule Aschaffenburg, ZR Nemčija  
doc. dr. Edvard DETIČEK, FS Maribor  
prof. dr. Janez DIACI, FS Ljubljana  
prof. dr. Jože DUHOVNIK, FS Ljubljana  
izr. prof. dr. Niko HERAKOVIČ, FS Ljubljana  
mag. Franc JEROMEN, GZS – ZKI-FT  
izr. prof. dr. Roman KAMNIK, FE Ljubljana  
prof. dr. Peter KOPACEK, TU Dunaj, Avstrija  
mag. Milan KOPAC, KLADIVAR Žiri  
doc. dr. Darko LOVREC, FS Maribor  
izr. prof. dr. Santiago T. PUENTE MÉNDEZ, University of Alicante, Španija  
doc. dr. Franc MAJDIČ, FS Ljubljana  
prof. dr. Hubertus MURRENHÖFF, RWTH Aachen, ZR Nemčija  
prof. dr. Gojko NIKOLIĆ, Univerza v Zagrebu, Hrvaška  
izr. prof. dr. Dragica NOE, FS Ljubljana  
dr. Jože PEZDIRNIK, FS Ljubljana  
Martin PIVK, univ. dipl. inž., Šola za strojništvo, Škofja Loka  
prof. dr. Alojz SLUGA, FS Ljubljana  
prof. dr. Brane ŠIROK, FS Ljubljana  
izr. prof. dr. Željko ŠITUM, Fakultet strojarstva i brodogradnje Zagreb, Hrvaška  
prof. dr. Janez TUŠEK, FS Ljubljana  
prof. dr. Hironao YAMADA, Gifu University, Japonska

Oblikovanje naslovnice:  
Miloš NAROBÉ

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

Lektoriranje:  
Marjeta HUMAR, prof., dr. Paul McGUINNESS

Računalniška obdelava in grafična priprava za tisk:  
grafex agencija | tiskarna d.o.o., Izlake

Tisk:  
LITTERA PICTA, d. o. o., Ljubljana

Marketing in distribucija:  
Roman PUTRIH

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

Naklada:  
1500 izvodov

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

Revijo financira Javna agencija za knjigo Republike Slovenije (JAKRS).

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.

## Beg možganov



Povsod po svetu in tudi pri nas je bila emigracija delovne sile v zgodovini večja v času krize kot v času konjunktore. Podobno je zdaj. Če so v preteklosti, v celotnem prejšnjem stoletju, iz Slovenije odhajali predvsem neizobraženi ljudje, mogoče so bila izjemna šestdeseta leta prejšnjega stoletja, ko so Nemčija in njene sosede privabile iz Slovenije veliko strojniško kvalificiranega kadra, je situacija danes povsem drugačna. Danes se iz Slovenije izseljujejo predvsem visoko izobraženi ljudje. In da je katastrofa še večja:

odhajajo sposobni in tehnično ter naravoslovno najbolj izobraženi mladi ljudje, v katere smo za njihovo izobraževanje vložili kar nekaj sredstev.

Pri tem se postavljata dve vprašanji: zakaj odhajajo in zakaj tujina nima ustreznega kadra? Pri iskanju odgovorov se ponovno srečamo z vprašanjem, ali imamo pri nas preveč izobraženega kadra in ali imamo neustrezno izobražene mlade ljudi?

Koliko je resničnih odhodov mladih izobraženih ljudi iz naše države, ne ve nihče. Nekateri pišejo, da se je v letih 2008–2011 odselilo 20.298 državljanov, leta 2012 preko 8.000. Toda to so podatki statističnega urada. V tej številki je verjetno zelo veliko delavcev iz bivših jugoslovanskih republik, ki so izgubili delo v naših gradbenih podjetjih in so se odselili nazaj v domače kraje. Koliko je med njimi oseb z visoko izobrazbo, magisterijem ali celo doktoratom, pa ne ve nihče. Dokaj zanesljiv je podatek Zdravniške zbornice, ki je v letih 2010–2012 izdala 169 potrdil o dobrem imenu, ki jih zdravniki potrebujejo za zaposlitev v tujini. Posebna študija, ki so jo opravili na Ekonomski fakulteti v Ljubljani o odlivih mladih raziskovalcev iz Slovenije v tujino, pa je pokazala, da je ta odliv zanemarljivo majhen.

Čeprav ni zanesljivih podatkov, se pri nas o begu možganov kot o resnem problemu veliko govori in veliko piše. Predsednik Slovenske akademije znanosti in umetnosti (SAZU) prof. dr. Jože Trontelj je prejšnjemu ministru za izobraževanje, znanost, kulturo in šport predlagal: »Kot enega od možnih ukrepov smo akademiki svetovali pripravo sistema, ki bi ohranjal povezavo med mladimi znanstveniki in gostiteljskimi ustanovami v tujini na eni strani ter njihovimi prvotnimi mentorji in matičnimi ustanovami v domovini. Prav bi bilo sprejeti zavezo, da bomo po letih uspešnega dela ali izpopolnjevanja v tujini zanje poiskali zaposlitev doma.« Predlog je sicer zanimiv, a spet nastopi težava, da v slovenskem prostoru izrečene in tudi zapisane zaveze nič ne veljajo.

Če sami nekoliko pobrskamo po spletu po prostih delovnih mestih v Evropi, pridemo do zanimivih ugotovitev. V Nemčiji trenutno iščejo 7.500 varilcev, 2.100 diplomiranih inženirjev strojništva in le 300 pravnikov in okoli 1000 tajnic. Podobno je v drugih državah. Praktično v vseh industrijsko razvitih državah iščejo tehnični kader vseh stopenj izobrazbe.

In kje je rešitev? Prav veliko jih ni. Prav gotovo bi se pri izobraževanju tehničnega kadra morali mnogo bolj kot sedaj povezati izobraževalne ustanove in podjetja. Ta povezanost bi morala biti na področju izobraževalnih vsebin, raziskovalno-razvojne dejavnosti in izobraževalnega kadra. Samo tesna povezanost med obema omenjenima dejavnikoma bi po eni strani prinesla primerno izobražen kader. Podjetja bi že v času študija spoznala bodoče sodelavce, na razvojno-raziskovalnih problemih podjetij pa bi sodelovali profesorji, študentje in zaposleni v podjetjih.

Naj tu samo navedem primer. Slovenski matematik, ki je po diplomu na ljubljanski univerzi in po podiplomskem študiju v Ameriki postal profesor na znani ameriški univerzi, je dobil povabilo avstralskega podjetja za sodelovanje. Prav v tem poletju predava njihovim zaposlenim v Avstraliji o novih dognanjih s področja, ki ga pokriva, in to cela dva meseca. Kaj bi se moralo zgoditi, da bi slovensko podjetje za več kot en dan povabilo profesorja slovenske univerze, da bi pri njih predaval o razvojnih dosežkih. Verjetno bi to šteli že med čudeže.

Janez Tušek

# Intervju – dr. Jože Pezdirnik

Janez TUŠEK

Spoštovani dr. Pezdirnik, ob vašem odhodu v pokoj vam v imenu revije Ventil iskreno čestitamo in vam želimo veliko zdravja, zadovoljstva pri delu in plodnega sodelovanja z našo revijo tudi v bodoče.

Ob tej priliki bi vam radi zastavili nekaj vprašanj, da naši bralci bolje spoznajo vaše bogato znanstveno, strokovno in drugo delo.

**Ventil:** Prosim, da na kratko opišite vaša mlada leta in okoliščine, ki so pogojevale odločitev za poklic v strojniški dejavnosti. Za katere srednje šole in za kateri študij so se vaši vrstniki takrat najpogosteje odločali?

**Dr. Pezdirnik:** Rojen sem bil l. 1947, osnovno šolo sem obiskoval najprej 4 leta na Dovjem in nato še 4 leta v Kranjski Gori, šolanje pa nadaljeval na Gimnaziji Jesenice. Ker doma ni bilo denarja, sem za nadaljnji študij nujno potreboval štipendijo. V Železarni Jesenice so mi povedali, da bom zanesljivo dobil štipendijo za študij strojništva, za katerokoli od ostalih področij pa najbrž ne. Ker, podobno kot velik del današnje mladine, ne bi imel od česa živeti v Lju-

bljani, sem se odločil za strojništvo. Matematika mi v gimnaziji ni delala težav, fiziko pa sem sploh imel rad in sem jo tudi kot izbirni predmet pri maturi opravil z odliko. Nisem pa bil izrazito tehnično usmerjen in bi zelo verjetno diplomiral tudi na skoraj katerikoli drugi fakulteti, le medicina me je odbijala. Odločilna je bila možnost pridobitve štipendije.

Takrat se je po končani osnovni šoli mnogo manj vrstnikov odločilo za nadaljevanje v srednji šoli, kot je to dandanes. Tisti, ki so se, pa so se večinoma vpisali na Gimnazijo Jesenice ali na Tehnično srednjo šolo strojne ali metalurške smeri na Jesenicah. Jeseniška občina je bila tedaj večja kot danes, štela je približno 30.000

prebivalcev. Le redki so se odločili za srednjo šolo izven občine; to so bila področja elektrostroke, ekonomije, pedagogike, medicine, ...

Z Gimnazije Jesenice smo takrat, leta 1966, od približno 70 maturantov trije šli na Fakulteto za strojništvo v Ljubljani in vsi trije brez paveziranja »prišli skozi«. Sošolci so se odločali tudi za študij metalurgije, elektrotehnike, prava, arhitekture, za pedagoške poklice itd. Takrat se nas je za tehnične študije, posebno strojništvo, odločalo relativno več kot dandanes. Bil pa je v tistih časih diplomirani inženir tehničnih strok v »jeseniškem koncu« ugleдна osebnost z vidno nadpovprečnim življenjskim standardom.

**Ventil:** Kakšen je bil takrat študij strojništva? Ali se je močno razlikoval od današnjih študijskih vsebin?

**Dr. Pezdirnik:** Študij strojništva je takrat veljal za zelo zahteven, težak. Študijske vsebine so bile po mojem in po mnenju številnih (večine ?!) mojih kolegov bolj aplikativne. Takratni predavatelji – profesorji – so vsi, ali vsaj velika večina, prišli na ta delovna mesta iz gospodarstva. Niso bili tako »SCI oziroma znanstveno ugledni«, kot so današnji, kljub temu pa nas je diplomante strojništva gospodarstvo z veseljem zaposlovalo in smo se tam dobro »uigrali«.

**Ventil:** Kako hitro so znanja, ki ste jih pridobili v času študija, zastarala?

**Dr. Pezdirnik:** Znanja zagotovo niso tako hitro zastarala kot zadnja



Predstavitev razvojnega dela v Laboratoriju za pogonsko krmilno hidravliko na FS Ljubljana



desetletja. Znano pa je, tudi med študenti, da se tudi dandanes predavajo nekatere zastarele tematike in aplikacije, ki so v industrijskih okoljih že zgodovina. Nekaterih tehnično-fizikalnih osnov, ki veljajo in »živijo« v sodobnih industrijskih okoljih že desetletja, pa študenti ne poznajo, a so temelj naj sodobnejših sistemov v pogonsko-krmilni hidravliki; govorim o tem področju, kjer sem bolj »doma«.

**Ventil:** *Kako je bilo s prvo službo, katera znanja, ki ste jih pridobili v času študija, so vam pri opravljanju prve službe prišla prav, katera nekoliko manj in katera sploh ne?*

**Dr. Pezdirnik:** Petim letom študija na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani je sledila zaposlitev za 10 mesecev v Železarni Jesenice, nato pa sem bil za eno leto vpoklican v jugoslovansko vojsko.

Po odsluženem vojaškem roku so me v Železarni novembra 1973 postavili za vodjo »vzdrževalnega oddelka« z 18 ljudmi za področje vzdrževanja hidravlike in pnevmatike po celotni Železarni Jesenice. Imenovan je bil oddelek HiP (hidravlika in pnevmatika), vsa leta znan po vsej Železarni. Mislil sem, da me bo zadela kap, ker nisem znal niti brati simbolov. Simbolično risanje funkcijskih shem, ki so osnovni dokumenti projektov fluidne tehnike in osnovna dokumentacija za njeno vzdrževanje že desetletja, mi je bilo popolnoma neznan. To področje se tedaj na Fakulteti za strojništvo ni skoraj nič predavalo, pa še vpisan sem bil na »napačno smer«. Ta nujnost prekvalifikacije tudi danes doleti številne mlade inženirje. Iskal sem drugo službo, a ker v enem letu nisem dobil nobene (nihče me ni hotel zaposliti brez izkušenj v praksi), sem tako celo življenje ostal »hidravlikar«.

Oddelek HiP je bil ustanovljen leta 1970 kot najmlajši oddelek v obratu strojnega vzdrževanja v Železarni Jesenice. Vodstvo Železarne je zgodaj spoznalo potrebo po specializiranih kadrih za področje pogonsko-krmilne hidravlike (PKH). Hidravlika



*Vodno-oljno preskuševališče v LPKH, FS Ljubljana*

je že takrat opravljala delovne gibe na najpomembnejših strojih in postrojenjih v proizvodnji (predvsem obe elektropeči, valjarna Blooming, valjarna Steckel, brusilna postrojenja, celotna nova hladna valjarna). Obrat strojnega vzdrževanja je tedaj štel preko 500 ljudi. Oddelek HiP je imel svojo delavnico s pripadajočim orodjem in stroji za izdelavo rezervnih delov ter za popravila in obnove sestavin fluidne tehnike, poleg tega je bil »padalska enota« za hitre intervencije na področju celotne Železarne na strojih in postrojenjih, opremljenih s hidravliko in pnevmatiko. Železarna Jesenice je tedaj štele preko 7000 zaposlenih, raztezala pa se je po dolini v dolžini približno 7 km. Stroški vsake ure izpada proizvodnje v železarstvu so bili že tedaj enormno visoki, prav hidravlika pa je ob neustreznem vzdrževanju zelo podvržena izpadom delovanja. Zato je tedanje vodstvo dajalo poseben poudarek vzdrževanju hidravlike.

Moj »predhodnik«, prav tako diplomant Fakultete za strojništvo v Ljubljani, je odšel na vodenje gradnje nove hladne valjarne na Koroški Beli (l. 2015 bo praznovala 40-letnico obratovanja), mene pa je vodstvo Železarne, po dogovoru z njim, postavilo na to delovno mesto.

Znanja, pridobljena pri večini tedanjih študijskih predmetov, so mi

koristila na tem delovnem mestu, le znanja s področja jeklenih konstrukcij so bila preobsežna. Diplomiral sem namreč pri prof. Kovačcu iz problematike livne žerjavne proge v jeklarni Železarne Jesenice za žerjave do 125 ton. Pri tem sem prišel do nekaj zanimivih ugotovitev in tudi rešitev ter na področju jeklenih konstrukcij diplomiral leta 1972 kot že redno zaposlen v Železarni.

No, potem pa me »vržejo v hidravliko«! Področje pnevmatike je bilo v Železarni, ker je to pač takšna industrija, precej postransko. Čeprav sem v Železarni poleg vzdrževanja naredil tri pnevmatične projekte, ki so dobro delovali, mi je bila pnevmatika vse življenje nekako bolj »zoprna«.

Po 8 letih vodenja sem oddelek HiP prepustil svojemu asistentu, prav tako diplomantu Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani, in znotraj Železarne Jesenice odšel za 6 let na delovno mesto najprej strokovnega sodelavca na Oddelku za tehnične izboljšave delovnih naprav (TIDN). Oddelek je imel do 20 zaposlenih, od tega 6 do 7 inženirjev strojne in elektrostroje. Po dveh letih, takoj po upokojitvi vodje TIDN-a, sem prevzel vodenje tega oddelka, kjer smo delali tudi projekte strojev in manjših postrojenj za železarstvo.

Tudi po prevzemu vodenja, ki mi je jemalo zelo malo časa, sem večinoma delal na področju hidravlike pri večjih investicijskih projektih v Železarni in na projektih, ki smo jih izvajali v okviru oddelka TIDN. Projektiral sem nove in/ali dopolnjeval obstoječe hidravlične sisteme in vodil delo oddelka. Na tem delovnem mestu sem, seveda s študijem ob delu, leta 1984 magistriral. V teh 6 letih sem naredil večje število projektov pogonsko-krmilne hidravlike, od katerih je bila približno polovica realizirana in so delovali več let, nekateri še danes. Te z veseljem »srečam« ob svojih obiskih v Acroniju, ki je »naslednik« Železarne Jesenice. V teh 6 letih sem se naučil projektirati sisteme pogonsko-krmilne hidravlike za železarstvo in podobno industrijo.

**Ventil:** *Kaj je bilo odločujoče, da ste se podali na področje pnevmatike in hidravlike?*

**Dr. Pezdirnik:** Kot sem povedal že v odgovoru na prejšnje vprašanje, je bila odločujoča poteza vodstva Železarne, da me postavi na to delovno mesto, kjer so izrecno zahtevali diplomiranega inženirja strojništva, čeprav so imeli tedaj vodje ostalih 9 oddelkov vsi, razen enega, srednjo tehnično šolo. Ne pozabimo: to se je dogajalo pred 40 leti.

**Ventil:** *Kar nekaj let ste službovali v podjetjih, ki so delovala na trgu in so bila in so še vedno izpostavljena močni konkurenci. Katera dela ste opravljali v teh podjetjih? Katera so ta podjetja in kako so vam praktične izkušnje služile kasneje pri pedagoškem in raziskovalno-razvojnem delu?*

**Dr. Pezdirnik:** Svoje 14-letno delo v Železarni Jesenice sem že dokaj podrobno opisal, potem pa me je »splet okoliščin« vodil dalje. V Železarni je bilo nekaj let v osemdesetih letih preteklega stoletja razmeroma slabo, apatično vzdušje; številni strokovni kadri so jo tedaj zapuščali. Podjetje Merkur, npr., se je tedaj »napolnilo z železarskim strokovnim kadrom«. To je tudi mene »zvabilo«, da sem po 14 letih dela v Železarni

na povabilo vodstva podjetja Veriga Lesce odšel jeseni 1987 tja za tehničnega direktorja, po reorganizaciji pa sem bil direktor razvoja v Verigi. Zaradi preobilice sestankovanja in odrezanosti od pogonsko-krmilne hidravlike, ki sem jo močno pogrešal, sem se po dobrih dveh letih 1. januarja 1990 zaposlil (po predhodnem dogovoru tam) v podjetju Kladivar Žiri na mestu samostojnega raziskovalca. Delo je bilo »umirjeno«, strokovno-znanstveno, pa sem začel razmišljati o doktoratu, nisem pa nikakor ne razmišljal o tem, da bi po doktoriranju (če bom uspel) odšel v službo na fakulteto, a dejansko življenje kroji usode po svoje.

Ko je, predvsem zaradi finančne krize v letu 1991, podjetje Kladivar prodalo svoje delovne prostore v treh pritličnih stanovanjih v Škofji Loki in ta del raziskovalne enote preselilo v Žiri, sem se znašel v »škripcih«. Pot v približno 90 km oddaljeno službo je bila, kakršna je pač bila, skoraj nemogoča. Da bi pa stanoval v Žireh, je bilo ob na novo zgrajeni in leta 1987 vseljeni novi hiši in 4-članski družini tudi nesprejemljivo. Zato sem poleti 1991 iskal novo službo. Dobil sem jo v litostrojski Tovarni viličarjev, kjer je bil takrat generalni direktor prof. dr. Duhovnik. Delal sem na projektiranju in razvoju hidravličnih sistemov za viličarje. Področja mobilne hidravlike prej nisem poznal, zato je bilo dodatno izobraževanje oz. dopolnjevanje znanja na tem področju zame dobrodošlo. V čast si štejem, da sta hidravliki 25- in 42-tonskega viličarja izključno moje delo, ne pa kopiji kakšnih drugih.

Na prvem in drugem delovnem mestu v Železarni Jesenice sem ob sodelovanju na številnih in velikih investicijskih projektih v železarstvu dodobra spoznal pogonsko-krmilno hidravliko v težki industriji v razvitem svetu. Oprema je bila nekako do leta 1980 večinoma iz ZDA, potem pa pretežno iz evropskih dežel, prevladovala je nemška. Ob tem sodelovanju in dodatnem, predvsem individualnem izobraževanju sem pridobil obsežna znanja na področju hidravlike. Dopolnjeval sem jih z

vsakodnevnim delom na vzdrževanju in nato še projektiranju. V času devizne krize v takratni Jugoslaviji je bil uvoz zelo težaven. Tedaj je nekatere projekte hidravličnih sistemov za Železarno Jesenice izdelala Prva petoletka iz Trstenika v Srbiji, vendar po naši projektni dokumentaciji. Vse te izkušnje sem kasneje s pridom izkoristil pri pedagoškem delu na področju fluidne tehnike in vzdrževanja. Vsa leta dela na Fakulteti za strojništvo sem bil namreč nosilec številnih predmetov za področje vzdrževanja. Prav ta predavanja in vaje so mi bile v veliko veselje, za aplikacije sem uporabil številne primere iz svoje prakse v Železarni Jesenice, v Kladivarju in Tovarni viličarjev. Že pri delu na magistrski nalogi z naslovom Prehodni pojavi pri hidravličnih napravah v železarstvu (mentor doc. mag. Stuček) sem se dodobra spoznal s problematiko, ki je v železarstvu še posebno pereča. Raziskovalno-razvojno sem na tem delal še dolga leta na Fakulteti za strojništvo. Uspel sem izdelati za uporabo v praksi dokaj enostaven matematični model, ki projektantom z zadovoljivo natančnostjo vnaprej prikaže, ko je projekt še »na papirju«, amplitude in frekvence nihanj tlaka in hidravličnega toka v sistemih, predvsem obremenjenih izvršilnih sestavin za predvidene rešitve. Prispevki s to tematiko so bili sprejeti tudi na aachenskih in dresdskih kolokvijih. Ta model sem podal tudi študentom pri predavanjih in vajah iz fluidne tehnike ter hidravlike in pnevmatike.

Izkušnje in spoznanja, pridobljena na mestu samostojnega raziskovalca v Kladivarju, sem razen pri pedagoškem delu v zelo veliki meri uporabil tudi pri razvojno-raziskovalnem delu. V Kladivarju sem se spoznal s številnimi specifičnostmi, ki jih ni niti v katalogih niti v literaturi. Izdatno so mi koristila že pri delu za doktorat in nato vsa leta pri razvojno-raziskovalnem delu. Veliko teh znanj in spoznanj sem posredoval študentom.

V Tovarni viličarjev sem se dodobra spoznal z mobilno hidravliko in ta spoznanja prenesel predvsem na študente pri predavanjih in vajah.



Izgled dela notranjosti LPKH

**Ventil:** Katerega leta ste prišli v službo na Fakulteto za strojništvo v Ljubljano in kaj je pogojevalo to vašo odločitev?

**Dr. Pezdirnik:** Po treh letih moje zaposlitve v Tovarni viličarjev se je govorilo, da bo šla tovarna v stečaj, ker, kot so bile informacije, ni bilo sredstev za obratovanje. Takrat sem se začel zanimati za drugo službo. Znanci, ki so ravno takrat na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani sodelovali pri ustanavljanju Visoke strokovne šole, so mi ponudili, da lahko s svojimi skoraj 20-letnimi izkušnjami in magisterijem pridem predavat na Fakulteto za strojništvo kot višji predavatelj. Sprejel sem in nisem dalje iskal nove službe. Na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani sem tako nastopil službo 1. novembra 1994.

**Ventil:** Kako se spominjate prvih let službovanja na Fakulteti za strojništvo? S kakšnimi problemi ste se srečevali in kako ste jih reševali?

**Dr. Pezdirnik:** Mislil sem, da mi bo na fakulteti lepše kot v industriji, vendar sem v nekaj tednih spoznal, da sem se motil. Bilo mi je žal, da sem zapustil industrijo, vendar so bile leta 1994 možnosti za zaposlovanje inženirjev v industriji slabe. Z veseljem bi šel nazaj v Acroni, a sem »dobil signale«, da so možnosti za

zaposlitev zelo slabe. Zato sem ostal na fakulteti in se novemu okolju nekako, oziroma deloma, prilagodil.

Kot sem že omenil, sem že leta 1991 razmišljal o doktoratu, kaj dosti dlje od razmišljanja pa dve do tri leta nisem prišel. Ko sem se zaposlil na Fakulteti za strojništvo, mi je predstojnik katedre kaj kmalu povedal, da bom moral doktorirati, sicer bom najbrž v kratkem času ob službo. Obvestilo sem vzel resno, zato sem tik pred svojim »abrahamom« (poleti 1997) doktoriral. Tako sem bil na Fakulteti za strojništvo najprej višji predavatelj, od leta 2000 dalje pa docent.

Kolegi iz industrije so me pogosto spraševali, če je problem delati s študenti. Vedno sem jim odgovoril, da so, vsaj zame, študenti na Fakulteti za strojništvo najmanjši problem. Kot mlad inženir sem honorarno do 11 ur tedensko poučeval na tehnični srednji šoli (TSS) strojne in metalurške stroke na Jesenicah in tudi tam mi je bilo to delo všeč. Ta srednja šola je bila tedaj nekako »železarska«, pa smo skoraj vse strokovne predmete poučevali inženirji iz Železarne Jesenice. Dolga leta je bil glede tega nek dogovor med šolo in Železarno; vodstvo Železarne je takšno honorarno delo podpiralo. Številni moji dijaki so mi kasneje, po

diplomi na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani, kot sodelavci v Železarni pogosto povedali, da s strokovnimi predmeti na Fakulteti za strojništvo niso imeli težav. Sodelovanje med Železarno in TSS je bilo očitno dobro in učinkovito. Očitno so tudi te zgodnje izkušnje pripomogle, da mi je bilo pedagoško delo na Fakulteti za strojništvo všeč.

Medsebojni odnosi na Fakulteti za strojništvo pa mi niso bili »po godu«; že od samega začetka ne. Do 1. novembra 1994 sem torej delal v industriji v štirih različnih podjetjih na petih delovnih mestih. Predvsem v Železarni Jesenice smo vseh 14 let mojega dela medsebojno zelo dobro (to sem spoznal šele kasneje) sodelovali tako na področju vzdrževanja kot tudi pri izboljšavah ter rekonstrukcijah strojev in postrojenj, pa tudi pri projektiranju in zagonu novih. Tedaj se ni kaj prida uporabljala termin *timsko delo*, a smo ga kljub temu dobro izvajali. Odnosi so bili (tudi to sem spoznal šele kasneje) dokaj iskreni, medsebojno smo si pomagali, izmenjevali mnenja itd., skratka, reklo bi se, tovariški. Vse to sem po prihodu na Fakulteto za strojništvo zelo pogrešal. Kako sem to reševal? Pretežno tako, da sem se čim manj vključeval v »igrice«.

**Ventil:** Ste velik strokovnjak predvsem za hidravliko. Kakšno je stanje v slovenski strojni in drugi industriji na tem področju v primerjavi z industrijsko najbolj razvitimi državami?

**Dr. Pezdirnik:** Razen s hidravliko se praktično vse življenje, od vključno prvega delovnega mesta dalje, ukvarjam z vzdrževanjem s poudarkom na vzdrževanju pogonsko-krmilne hidravlike. To področje me zanima, predmete s tega področja sem tudi predaval. Mislim, da sem študentom dal mnogo, ker sem znanje iz knjig dopolnjeval in strukturiral, predvsem pa sem se oziral na to, kaj smo v prejšnjih desetletjih na tem področju delali napačno. Študente sem poskušal vzgojiti v smer, kako se dela pravilno. Ker sem 14 let delal v Železarni Jesenice na področju vzdrževanja in projektiranja, sem pridobil dober občutek za

vzdrževanje, posebej v železarstvu, kjer je vzdrževanje izrednega pomena. V tej in podobnih industrijah stroji in postrojenja delujejo večino 24 ur dnevno, izgube ob izpadih proizvodnje so velike, »by-pass« proizvodnih poti ni. Zato naj bo tu razmeroma zelo malo kurativnega vzdrževanja, pač pa naj bo večinsko preventivno vzdrževanje glede na stanje, od tega v čim večji meri napovedno. To omenjam zato, ker je v preteklih desetletjih propadel velik del slovenske strojne industrije, zdaj pa v okviru EU uvažamo stroje in postrojenja in jih uporabljamo za proizvodnjo približno pod enakimi pogoji kot preostali del EU in razvitega sveta. Tako je zelo pomembno, da na teh delovnih sredstvih proizvajamo čim kvalitetnejše izdelke, v čim večjih količinah in ob čim daljši uporabni dobi teh sredstev. To pa so osnovne naloge vzdrževalnih služb, ki torej lahko bistveno pripomorejo h konkurenčni proizvodnji. Zato menim, da je treba vzdrževalni stroki v industriji dati poseben poudarek in kvalitetne kadre. Fakulteta za strojništvo se na to slabo odziva, še posebno po uvedbi bolonjskega študija.

Pomen hidravlike v industriji oz. gospodarstvu narašča. V projektih v železarstvu, kjer je zadnja desetletja PKH vključena, predstavlja ta 20 do 40 % vrednosti celotnega projekta, pri mobilnih strojih pa pogosto še več. Ker pa PKH stroju/postrojenju »daje življenje«, je njen pomen še večji. Ali se to odraža v študijskih programih na Fakulteti za strojništvo?

Stroji in postrojenja, investirani v industrijsko proizvodnjo v zadnjih dveh desetletjih, so, po mojem videnju, na področju PKH enakovredni tistim v tujini, le za prejeto tehnično dokumentacijo za vzdrževanje to ne drži, kar se bo v prihodnosti še odražalo v problematiki vzdrževanja. Ko o tem diskutiramo pri industrijskih izobraževanjih, ugotavljam, da se vzdrževalni kadri tega zavedajo, vzrokov za takšno stanje pa je več. Vendar na tem mestu ne bomo razpravljali o tem.

Kar se tiče razvoja in aplikacij PKH v naši industriji, predvsem v t. i. drob-



Del sistema PKH v valjarni v Acroniju

nem gospodarstvu, me tudi odnos malih podjetnikov do tega ohrabruje. Njihove visoke zahteve pripomorejo k razvoju sodobnih visoko kvalitetnih hidravličnih sestavin; LPKH ima s tem številne in dobre izkušnje. Razvili smo večje število sestavin in sklopov, ki so zadostili visokim zahtevam naročnikov. Ti pa seveda postavljajo takšne zahteve, da izpolnjujejo pogoje v razvitih državah, kamor podjetniki, naši naročniki, izdelke izvažajo.

**Ventil:** Ste član uredniškega odbora revije Ventil od začetka njenega izhajanja. Veliko člankov ste objavili v tej reviji. Kako jo ocenjujete in kaj predlagate za njeno izboljšanje?

**Dr. Pezdinik:** Moja ocena revije Ventil je odlično, nimam nobenih resnih predlogov za izboljšanje. Pred precej leti sem bil tudi pri reviji Strojniški vestnik, ki je odplavala v znanstvene vode, kar je iz številnih razlogov opravičljivo, vendar so me zaradi tega mnogi znanci iz industrije »štenkarili«. Zato je, po mojem mnenju, zelo prav, da je Ventil aplikativno usmerjen in zato tudi zelo bran.

**Ventil:** Na koncu pa še nekaj besed o vaših hobijih in aktivnostih v prostem času, še posebno sedaj, ko imate več časa za te stvari.

**Dr. Pezdinik:** Več časa?! Saj poznate tisto o »več časa« in upokojencih? Najprej sem po upokojitvi od 1. oktobra 2012 sedem mesecev malo »zabušaval«, komaj uspel »spraviti v red« kabinet doma, malo začel iskati »honorarne aktivnosti«, prepričali so me, da sem prevzel predsedovanje 430-članskemu Društvu upokojencev Dovje - Mojstrana, moj sin na drugi strani našega vrta gradi hišo ipd. Po 7 mesecih se je počasi vse začelo pospešeno »odvijati«, sodelujem še s svojim bivšim laboratorijem LPKH na Fakulteti za strojništvo, intenzivno sodelujem z Acronijem, v manjši meri še s tremi podjetji itd. Svoji psički, 50-kilogramski aljaški malamutki, sem ob odhodu v pokoj obljubil vsaj 2 uri hoje dnevno, pa obljube ne uspem več v celoti izpolnjevati, čeprav bi vsak od naju moral izgubiti nekaj kilogramov.

Moj ekološki zelenjavni vrt, obdelovalne površine skoraj 300 m<sup>2</sup>, tudi zahteva kar nekaj časa. Upam, da bom ob koncu teh vročih poletnih tednov uspel obnoviti svoj pred tremi leti prekinjeni hobi – lokostrelstvo – angleški klasični dolgi lok. Najbrž vidite, da mi dolgčas res ni.

**Ventil:** Prav na koncu: ali je mogoče še kaj zanimivega iz vašega življenja, kar vas nismo vprašali in bi radi povedali našim bralcem?

**Dr. Pezdirnik:** V mojem življenju ni bilo kaj prida zanimivih stvari. Ob tej priliki bi se pa »obregnil« ob sledeče: na Fakulteti za strojništvo je že nekaj let zelo velik poudarek na znanstvenih točkah SCI. Ali so res tako pomembne za kvaliteten predavateljski kader, za naše gospodarstvo in za našo uspešno prihodnost? Moj asistent, zdaj doc. dr. F. Majdič, je moral biti na praksi vsaj 6 mesecev na enem od tujih inštitutov, da je s tem izpolnil enega od pogojev za prevzem mojega delovnega mesta. Uspeš sem se dogovoriti s predstoj-

nikom v svetu enega najuglednejših inštitutov za fluidno tehniko – IFAS Aachen, Nemčija – svetovno znanim prof. dr. Murrenhoffom, da ga sprejme. Pa me je zanimalo, kako je tam s to »SCI-znanostjo«. Moji sodelavci v laboratoriju LPKH so »pobrskali« po internetu in ugotovili, da ima prof. dr. Murrenhoff sicer zelo bogato bibliografijo, tistih del, ki imajo SCI, pa niso našli niti toliko, kot je na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani pogoj za pridobitev naziva docent. Vendar je nemško gospodarstvo na enoto prebivalcev, npr. na en milijon, mnogo bolj uspešno kot slovensko!

Izkoristil sem priložnost, da sem to povedal našim bralcem; saj veste, tudi v Andersenovi pravljici *Cesarjeva nova oblačila* je moral nekdo nekaj povedati.

**Ventil:** Doc. dr. Pezdirnik, prav lepa hvala za vaše odgovore in še enkrat iskrene želje za vaše dobro počutje in uživanje v zasluženi upokojitvi.

Prof. dr. Janez Tušek  
UL, Fakulteta za strojništvo



Univerza v Mariboru  
Fakulteta za Strojništvo  
Laboratorij za Oljno Hidravliko



član  
FTS – Fluidna Tehnika Slovenije  
CETOP – Evropski Komite Fluidne Tehnike

MARIBOR, 19. in 20. SEPTEMBER 2013

mednarodna konferenca

# Fluidna Tehnika 2013

## Vabilo

Mednarodna konferenca Fluidna Tehnika 2013 je osrednji bienalni strokovni dogodek s področja hidravlike in pnevmatike v Sloveniji in JV delu Evrope. Z več kot 18 letno tradicijo je brez dvoma pravi barometer dogajanja na področju uporabe te tehnike pri nas in v svetu.

Poslanstvo konferenc FLUIDNA TEHNIKA je predstaviti nova spoznanja in dosežke domačih in tujih strokovnjakov, pospešiti prenos najnovejših raziskovalno-razvojnih dosežkov ter spoznanj v vsakodnevno prakso, kot tudi predstaviti nove proizvode in storitve z vseh področij tehnike, kjer sta prisotni hidravlika ali pnevmatika.

To potrjujejo tudi napovedane teme prispevkov. Varčevanje z energijo na področju pnevmatičnih in hidravličnih pogonov, evolucija razvoja filtrov in nove metode testiranja filtrov, okolju prijazna hidravlična olja za hidrocentrale, napovedovanje preostale uporabne dobe hidravličnih olj, bionični pristop k snovanju komponent fluidne tehnike, ... je samo nekaj naslovov iz programa konference.

Podrobnejši program konference, spremljajoče strokovne dogodke, kot tudi vse informacije glede pravočasne prijave, lahko najdete na domači spletni strani konference:

<http://ft.fs.uni-mb.si>



# Doseganje novih razsežnosti v produktivnosti procesne industrije

Tomaž PERME

Festo svoje desetletne bogate izkušnje s proizvodno avtomatizacijo uspešno prenaša tudi na področje avtomatizacije v procesni industriji. Zato je povsem razumljivo, da je po desetih konferencah o proizvodni avtomatizaciji letos za medije organiziral prvo mednarodno konferenco o avtomatizaciji v procesni industriji. Osrednja tema dvodnevnega dogodka, ki je bil sredi junija v Tehnološkem centru podjetja Festo v mestu Esslingen am Neckar v Nemčiji, je bilo doseganje produktivnosti in zagotavljanje konkurenčnosti procesne industrije na podlagi inženirsko načrtovanih in z lastno podporno mrežo izvedenih rešitev avtomatizacije podjetja Festo.

## Inženirji produktivnosti

V uvodu konference je dr. Eckhard Roos, vodja menedžmenta procesne avtomatizacije v podjetju Festo (slika 1), predstavil pristop in usmeritve podjetja Festo na področju



**Slika 1.** Dr. Eckhard Roos, vodja menedžmenta procesne avtomatizacije v podjetju Festo, med predstavitvijo, zakaj je Festo dobra odločitev za procesno avtomatizacijo. (Foto: Festo AG & Co. KG)

Dr. Tomaž Perme, univ. dipl. inž.,  
DRP, Perme Tomaž, s. p., Zgor-  
nje Gorje

procesne avtomatizacije ter tehnološke značilnosti rešitev in koristi za uporabnika na primerih nekaterih projektov. V nadaljevanju so strokovnjaki podjetja Festo izbrane projekte še podrobneje predstavili. Pokazali so tudi nekatere oddelke razvoja in proizvodnje, še posebej pa novi center za preizkušanje izdelkov in rešitev za avtomatizacijo v procesni industriji, kamor spadajo farmacevtska, kemična, biotehno-  
loška in rudarska industrija, pa tudi infrastrukturni objekti za oskrbo z vodo, čistilne naprave in objekti za ravnanje z meteorno vodo.

Za razliko od proizvodne avtomatizacije, kjer podjetje Festo ponuja sestavine, standardizirane sisteme in po meri narejene rešitve, ki jih njihovi kupci vgrajujejo v svoje rešitve strojev in naprav, želijo na področju procesne avtomatizacije dobavljati končne rešitve in z uporabniki sodelovati na vseh stopnjah projekta od zasnove in načrtovanja do dobave, namestitve in zagona ter obratovanja in vzdrževanja. Temelji napredne učinkovitosti se namreč postavijo na zgodnji stopnji inženiringa s tesnim sodelovanjem ponudnika in uporabnika. Razumevanje cilja in resničnih potreb uporabnika je pogoj za uspešno rešitev avtomatizacije, s katero bo procesna proizvodnja lahko najbolj produktivna na vseh stopnjah projekta.

## Sistematična avtomatizacija po vsej verigi vrednosti

Osnovni inženiring s sistematičnim razvojem in načrtovanjem postavi temelje za uspešno rešitev avtomatizacije. Pri tem ima pomembno vlogo tudi standardizacija, katere koristi se kažejo na vseh stopnjah izvedbe projekta in življenjskega ciklusa procesne zmogljivosti. Sis-



**Slika 2.** Standardizacija v avtomatizaciji je omogočila farmacevtskemu podjetju B. Braun Melsungen AG pomembno povečanje razpoložljivosti proizvodnje infuzijskih raztopin pri zmanjšanju stroškov vzdrževanja in nadomestnih delov. (Foto: Festo AG & Co. KG)

tematizacija pomembno poenostavi nabavo in dobavo sestavin ter zmanjša za to potrebne vire. Izplača se tudi med obratovanjem, saj standardizacija zmanjša količino različnih nadomestnih delov. Sistemi procesne avtomatizacije so namreč v uporabi do 25 let – mnogo več kot sistemi proizvodne avtomatizacije – zato je to lahko velik prihranek pri zalogi nadomestnih delov. Poleg tega standardizacija poenostavi vrednotenje in oceno tehnologije nekega sistema.

Primer uspešne standardizacije je podjetje B. Braun Melsungen AG z naj sodobnejšo proizvodnjo infuzij v Evropi (slika 2). Na podlagi temeljite analize tehnoloških zahtev za avtomatizacijo, ki so jo skupaj izvedli strokovnjaki iz podjetij Festo in B. Braun, so s standardizacijo sestavin za avtomatizacijo omogočili pomembno povečanje razpoložljivosti sistema ter bistveno zmanjšanje stroškov vzdrževanja in nadomestnih delov.

Največ strojev in sistemov, kot je bilo mogoče vzdolž celotne verige vrednosti, od mešalnih sistemov do strojev za polnjenje, sterilizatorjev, strojev za pregled in pakirnih strojev, so opremili z enakimi ali podobnimi sestavinami in rešitvami za avtomatizacijo. Prednosti so očitne. Zaloge nadomestnih delov je manjša in vzdrževanje enostavnejše. Poleg tega pa imajo opraviti samo z enim partnerjem za avtomatizacijo, kar je od naštetega največja prednost. Slednje namreč pospeši naročanje, večje količine pa zaradi ekonomije obsega zmanjšajo stroške naročil.

### Celovita rešitev problema

Kakorkoli, osnovno inženirstvo omogoča natančen vpogled v več kot samo tehnologijo avtomatizacije. Optimizacija sestavin in njihovo mehansko sestavljanje in povezovanje imajo prednosti, še posebno za večnamenske sisteme, kot je na primer razdelilni sistem za polnjenje v proizvodnji kozmetike. Zapletena mreža cevi in priključkov pri proizvodnji kozmetičnih izdelkov vodi



**Slika 3.** Razdelilnik s kompaktnimi krogelnimi ventili za več kot 20 rezervoarjev za shranjevanje dišav zmanjša izgube v proizvodnji zaradi menjave izdelka. (Foto: Festo AG & Co. KG)

do pomembnega zmanjšanja proizvodnje zaradi menjav izdelka. Odgovor na izziv je bila celovita rešitev podjetja Festo.

Rešitev je nov kompaktni razdelilnik s krogelnimi ventili za več kot 20 rezervoarjev za različne parfume (slika 3). Za hitro in natančno izvedbo so izdelali prostorski CAD-model in ga uskladili z uporabnikom. Za preverjanje končne konstrukcije so s hitro izdelavo prototipov izdelali še fizični model v razmerju 1 : 5 (slika 4), ki je v sodelovanju z uporabnikom omogočil končno fino usklajevanje rešitve.

Poleg razvoja rešitve je podjetje Festo prevzelo tudi celotno izvedbo avtomatizacije, vključno z vgradnjo in združitvijo z obstoječo proizvodnjo. Opremo so dobavili pripravljeno na vgradnjo po načelu priključi in dela, tako da jo je uporabnik zagnal hitro, enostavno in zanesljivo.

Rezultat so manjši operativni stroški zaradi zmanjšane izgube pri čiščenju, manjši prostor za napravo in večja zanesljivost delovanja. Manj priključkov pomeni manjše tveganje za puščanja, zmanjša pa tudi stroške pregledov in vzdrževanja. Tako

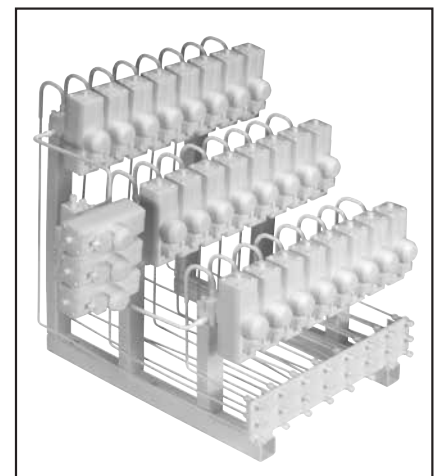
so desetletne inženirske izkušnje pomagale razrešiti uporabnikov problem in trajno povečati produktivnost proizvodne zmogljivosti v celotnem življenjskem ciklusu izdelkov.

### Povečana učinkovitost in prihranek elektrike

Učinkovitost je tema, ki pridobiva na pomenu v proizvodnji, pa naj bo pri planiranju, nabavi, gradnji in zagonu ali pa pri uporabi energije in drugih virov. To ne pomeni nujno vlaganja v nove proizvodne zmogljivosti, saj lahko obstoječe zmogljivosti in njihova medsebojna povezanost ponujajo ogromne možnosti za prihranke. Tak primer je prenova sistema oskrbe z vodo v Sankt Peterburgu, kjer so s sodobno tehnologijo avtomatizacije odpravili vlaganje v električno infrastrukturo.

Do zdaj so bili električni pogoni za odpiranje in zapiranje ventilov prva izbira ruskih sistemov za pripravo in čiščenje vode. V Sankt Peterburgu bi po prenovi 34 črpalnih postaj uporaba zgolj električnih pogonov pomenila instalirano moč 75 kilovatov, kar ne bi mogli dobaviti brez razširitve električne infrastrukture.

Izziv so preprosto rešili z zamenjavo električnih pogonov s 120 pnevmatičnimi, s čimer je operater obrata



**Slika 4.** Za boljšo predstavbo in usklajevanje rešitve z naročnikom so s tehnologijo hitre izdelave prototipov izdelali fizični model v merilu 1 : 5. (Foto: Festo AG & Co. KG)



**Slika 5.** Pnevmatični pogoni različnih velikosti zagotavljajo zanesljivo odpiranje in zapiranje ventilov za dovod vode in splakovanje pri čiščenju peščenih filtrov. (Foto: Festo AG & Co. KG)

za pripravo vode v Sankt Peterburgu prihranil vsaj 65.000 evrov, ki bi jih drugače porabil za oskrbo z elektriko. Pnevmatični sistem s pogoni DAPS (slika 5), vključno z dvema kompresorjema za stisnjen zrak, zahtevajo namreč samo 10 kilovatov instalirane moči.

### Nadzor oskrbe z vodo v realnem času

Odprava zastojev v proizvodnji zaradi slabega delovanja sestavin in sistemov je na vrhu seznama želja mnogih uporabnikov. Združitev izdelkov za avtomatizacijo z diagnostičnimi funkcijami je osnova za to, hkrati pa olajša in pospeši napredno načrtovanje vzdrževanja.

Tak primer je avtomatizirana rešitev podjetja Festo, s katero so povečali

da so jih odpirali, zapirali in pregledovali. To je bilo časovno potratno in drago, poleg tega pa je osrednji rezervoar neprestano preplaval. Zato so v mestu iskali celovito rešitev avtomatizacije. Projekt so zaupali podjetju Festo, ki je bil odgovoren za celoten projekt, od razvoja do nabave ter postavitve in zagona vse opreme vključno s pogoni ventilov (slika 6), krmilniki ter diagnostičnim in nadzornim sistemom. Tehnološko srce te rešitve je komunikacija v realnem času med dostavnimi in razdelilnimi črpalkami ter nadzornim centrom po omrežju WLAN.

Danes se vse ključne informacije dostavljajo v nadzorni center noč in dan ter poskrbijo za natančno sliko stanja oskrbe vode v realnem času (slika 7). Upravljaivec sistema vidi

produktivnost oskrbe z vodo v mestu Angeles na Filipinih. Dostavne črpalke za oskrbo z vodo so nameščene na oddaljenih, nekatere tudi na težje dostopnih krajih na področju premera 22 kilometrov. Osrednji nadzorni center oskrbe z vodo je 24 ur na dan vse dni v letu pošiljal k črpalkam osebje,

stanje na zaslonu na prvi pogled in lahko po potrebi ukrepa, čeprav je zaradi popolnoma avtomatiziranega sistema to potrebno samo v izrednih primerih. Rešitev je zelo poenostavila vodenje in nadzor oskrbe z vodo. Novi sistem nadzora v realnem času zagotavlja bistveno večjo razpoložljivost in manjše stroške vzdrževanja. Preprečuje tudi ne nadzorovano preplavljanje glavnega rezervoarja, kar tudi pripomore k varovanju dragocenih vodnih virov.

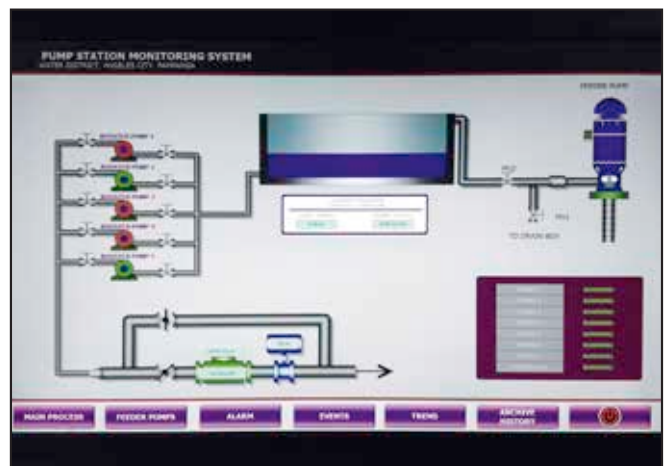
### Avtomatizacija z linearnimi pogoni DFPI odpravila zastoje v flotacijski kadi

Mehiški rudnik srebra Fresnillo je bil med prvimi rudniki na svetu, ki za zaporne ventile namesto preprostih linearnih pogonov uporablja linearne pogone DFPI podjetja Festo. Linearni pogon DFPI regulira zaporne ventile in s tem nivo pene v flotacijski kadi, kjer iz rude z vodo in kemikalijami ločujejo srebro od jalovine (slika 8). Učinkovitost krmiljenja nivoja pene v flotacijskih kadeh je zelo pomembna, saj ključno vpliva na finančno uspešnost rudnika.

Festovi projektni inženirji so na podlagi ogleda in pogovorov z uporabniki razumeli podrobnosti uporabe in prepoznali izziv ter razvili avtomatizirano rešitev, ki ne potrebuje ponovnega umerjanja linearnih pogonov. Z rešitvijo so odpravili tudi daljše zastoje zaradi okvar zunanjih zaznaval, ki niso prenesla zahtevnega delovnega okolja. Pogon DFPI



**Slika 6.** Dostavne črpalke so opremljene pogoni DAPS 8000, ki regulirajo dobavo vode uporabnikom. (Foto: Festo AG & Co. KG)



**Slika 7.** Prikaz stanja sistema za oskrbo z vodo v realnem času. (Foto: Festo AG & Co. KG)





**Slika 8.** Kompaktni in robustno zaščiteni pnevmatični linearni pogoni z vgrajenim krmilnikom položaja in dajalnikom pomika DFPI za regulacijo zapornih ventilov v flotacijski kadi. Po štirih letih uporabe še brez vzdrževanja in zaustavitve. (Foto: Festo AG & Co. KG)

združuje pnevmatični linearni pogon, položajni krmilnik in dajalnik pomika, ki so varno in kompaktno zaščiteni v valju pogona. Ohišje valja je iz eloksiranega aluminija, bat pa iz nerjavnega jekla. Signalni kabli in pnevmatske cevi so robustno zaščiteni s kovinsko priključno omarico. V primerjavi z modularno rešitvijo je pogon DFPI izredno odporen na prah, umazanijo, blato in kisle pline ter ima eksplozijsko zaščito za cono 2.

Rešitev avtomatizacije ne bi bila celovita samo z dobavo pogonov za ventile. Vsaka flotacijska kad je opremljena tudi s krmilno omaro, ki vsebuje ventile CPX/MPA za proženje pogonov DFPI, programirljive krmilnike CPX-FEC in zaslon FED za prikaz odprtja zapornih ventilov (slika 9).

Rešitev podjetja Festo je omogočila avtomatizacijo po vsej verigi vrednosti in na vseh stopnjah življenjskega ciklusa, od inženiringa do dobave, zagona in delovanja sistema. Sistem so oblikovali in zagnali hitro. Zanesljivost rešitve zagotavlja tehnična podpora lokalnih Festovih inženirjev, sestavine rešitve pa je dobavilo podjetje Festo Mexico.



**Slika 9.** Krmilna omarica s prikazovalnikom stanja ventilov (Foto: Festo AG & Co. KG)

### Učinkovitost obdelave odpadne vode na več ravneh avtomatizacije

Izzivi graditeljev čistilne naprave za odpadno vodo iz strojarne v mestu Leon v Mehiki so bili povečanje učinkovitosti in zanesljivosti na številnih ravneh avtomatizacije, zgraditi zmogljivost, ki bo očistila vodo glede na veljavne okoljske predpise, v dogovorjenem roku in

z dogovorjenimi stroški, učinkovito in enostavno za vzdrževanje v vsej življenjski dobi.

Podjetje Festo je razvilo in izvedlo celovito rešitev od ravni zaznaval in pogonov (slika 10) do ravni krmiljenja posameznih naprav in krmiljenja celotnega procesa, vključno s sistemom SCADA za vizualizacijo. Že na stopnji načrtovanja so graditelju pripravili zasnovo avtomatizacije s krmilnimi shemami, CAD-podatki in 3D-modeli procesnih ventilov, krmilnih omar in drugih sestavin za avtomatizacijo, s čimer so podjetju Fypasa zelo poenostavili projektiranje čistilne naprave po vsej verigi vrednosti projekta. Festovi inženirji so z načrtom in mejniki dobav, pravočasno dobavo in vgradnjo predhodno sestavljenih in preizkušenih sestavin in podsistemov ter z vso potrebno dokumentacijo izredno olajšali delo graditeljem, ki so se tako lahko resnično posvetili svoji osnovni dejavnosti.

Na ravni krmiljenja sestavin in procesa je glavni krmilnik PLC CECX-X-C1 podjetja Festo, ki deluje kot programirljiv logični krmilnik (PLK). Podatke pošilja SCADA-programu za vizualizacijo procesa. Ventilski terminali CPX/MPA, ki so zaradi za-



**Slika 10.** Pnevmatični pogoni za odpiranje in zapiranje procesnih ventilov (zapahov in loput) imajo pomembno prednost pred električnimi: trpežnost, dolge intervale vzdrževanja in varnost pri preobremenitvi. (Foto: Festo AG & Co. KG)

ščite nameščeni v sedmih krmilnih omaricah, zbirajo izhodne in vhodne signale in jih pošiljajo glavnemu krmilniku PLK ter prožijo pnevmatične pogone. Sistem CPX ponuja tudi diagnostiko in vzdrževanje na daljavo, spletni strežnik, besedilna sporočila in opozarjanje po e-pošti.

Celoviti pristop, vključno z vizualizacijo procesov, ponuja operaterju boljše preglednost in enostavnost upravljanja čistilne naprave. Zaradi preprostosti pnevmatike je vzdrže-

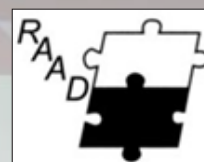
vanje sistema lažje, stroški so manjši, učinkovitost pa večja, saj osebje potrebuje le malo urjenja za delo s pnevmatičnim sistemom. Rezultat sta večji razpoložljivost in učinkovitost sistema.

### Sklep

Za procesne inženirje v podjetju Festo je poznavanje in razumevanje uporabnikovih procesov in tehnologij ključnega pomena. To je tisto znanje, ki jim omogoča skupaj z

uporabniki razviti najboljše rešitev, ki jo izvedejo od osnovnega inženiringa do dobave in namestitve opreme ter zagona in vzdrževanja pri uporabniku s podporo inženirske, proizvodne in storitvene mreže podjetja Festo po vsem svetu. Rezultat tega so učinkovita in celovita rešitev avtomatizacije procesa, večja produktivnost na vseh stopnjah projekta, nižji skupni stroški v vsej življenjski dobi procesne zmogljivosti ter povečanje konkurenčnosti na svetovnem trgu. ■

## Mednarodna robotska konferenca RAAD 2013



V Portorožu bo od 11. do 13. septembra 2013 potekala 22. mednarodna konferenca International Workshop on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region, RAAD 2013. Konferenca je prvenstveno namenjena tesnejšemu povezovanju razvojnikov, raziskovalcev in uporabnikov robotskih tehnologij na območju dežel Alpe-Jadran-Donava, ki pa je z leti prerasla te okvire in se je udeležujejo raziskovalci s celega sveta. V duhu povezovanja sosednjih pokrajin konferenca vsako leto poteka v eni izmed dežel Alpe-Jadran-Donava. Prvič smo jo organizirali leta 1992 prav v Portorožu. V skladu s tradicijo bodo osrednje teme: kognitivna robotika, biološko motivirana robotika, izobraževanje v robotiki, zgodovina robotike in avtomatskega vodenja, vmesniki med človekom in robotom, humanoidni in hodeči roboti, industrij-

ska robotika, robotika v medicini, mobilni roboti, novi mehanizmi, kinematika in dinamika robotskih mehanizmov, robotski vid, učenje robotov, servisna robotika ter mikro- in nanorobotika.

Na konferenci, ki bo potekala v kongresnem centru Metropol v Portorožu, pričakujemo od 80 do 100 udeležencev. V treh konferenčnih dneh bodo potekale predstavitve v dveh paralelnih sekcijah. Vsak dan bomo začeli z uvodnim predavanjem mednarodno priznanih robotikov. Letos bodo uvodni predavatelji:

- prof. Auke Ijspeert, vodja birobotičnega laboratorija na EPFL, Lausanne, Švica,
- dr. Alin Albu-Schäffer, vodja inštituta za robotiko in mehatroniko, DLR, Nemčija,
- prof. I-Ming-Chen, predavatelj

na oddelku za mehaniko in aeronavtiko, Nanyang Technological University, Singapur.

Na konferenci bomo podelili nagrade za najboljši znanstveni prispevek in najboljše študentsko delo. Vzporedno bosta potekali tudi predstavitve in razstava domačih in tujih proizvajalcev robotov in tehnologij, ki se uporabljajo v robotiki in avtomatizaciji procesov. Vabimo vas, da obiščete spletno stran konference [www.raad2013.org](http://www.raad2013.org), kjer se lahko tudi prijavite kot udeleženec ali oddate svoj prispevek. Za vse dodatne informacije pa vas vljudno prosimo, da se obrnete na predsednika organizacijskega odbora RAAD 2013 dr. Bojana Nemca ([bojan.nemec@ijs.si](mailto:bojan.nemec@ijs.si)) ali na dr. Leona Žljajpaha ([leon.zljajpah@ijs.si](mailto:leon.zljajpah@ijs.si)).



Mednarodni sejem za avtomatiko, robotiko, mehatroniko ...  
International Trade Fair for Automation, robotics, mechatronics, ...

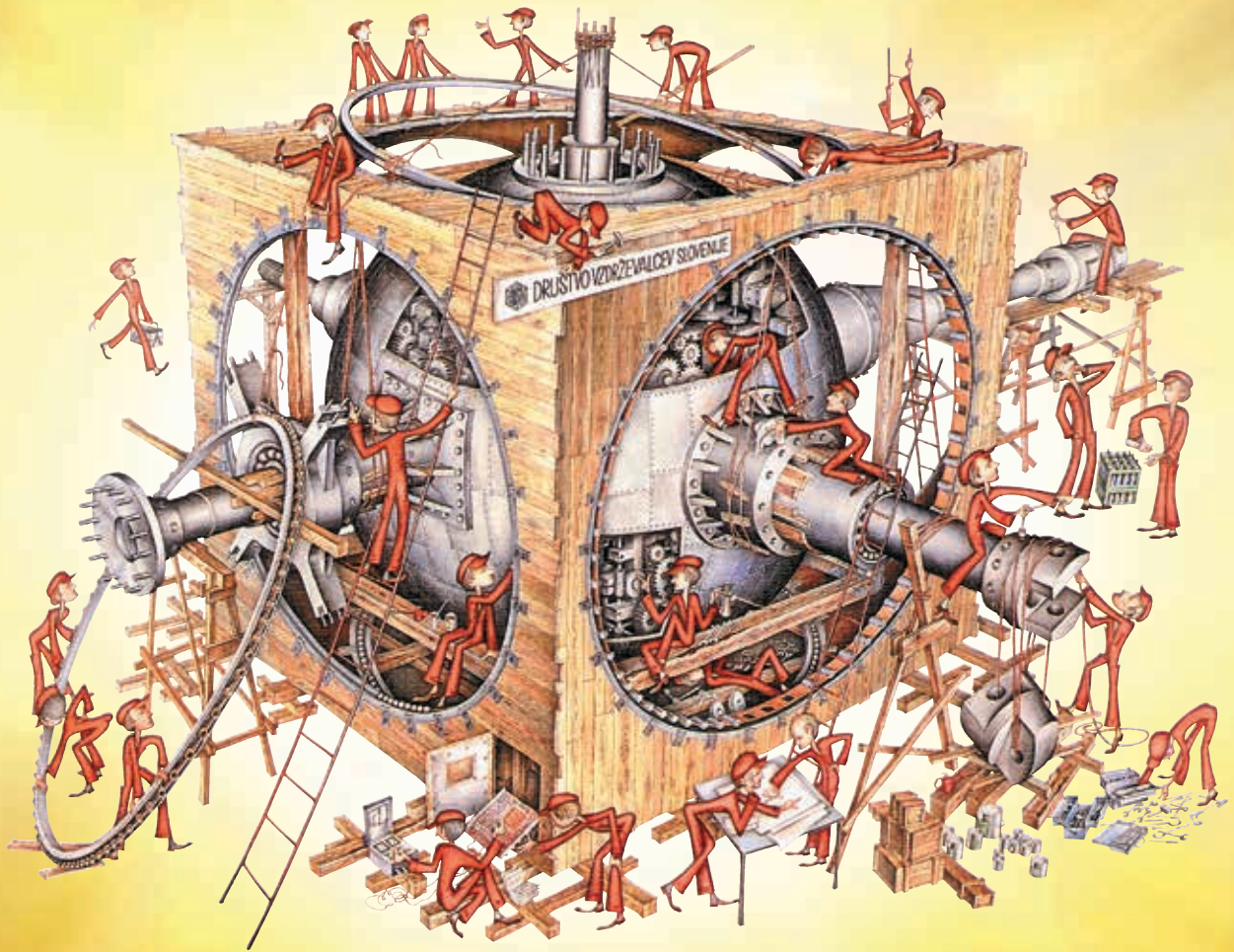
**29.01.-31.01.2014**

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



**DRUŠTVO  
VZDRŽEVALCEV  
SLOVENIJE**

# DVS



**Otočec, 17. in 18. oktober 2013 | [www.tpvs.si](http://www.tpvs.si)**

**ENERGETSKA SANACIJA  
VZDRŽEVANJE 2013 | 23. sejem in posvet**

# Državna robotska tekmovanja za mlade v letu 2013

Janez POGORELC, Suzana URAN, Aleš HACE

V prispevku sta predstavljena razvoj in izvedba slovenskih državnih robotskih tekmovanj RoboT, ROBOSled in RoboCup v letu 2013, ki jih od leta 1999 organizira Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru v sodelovanju s srednjimi in osnovnimi šolami za slovenske osnovnošolce, srednješolce in študente. Za uspešno izvedbo tekmovanj je nujno izobraževanje tako mladih kot njihovih mentorjev na vseh nivojih od učencev OŠ, dijakov SŠ in študentov, kar izvajamo v obliki tematskih delavnic in krožkov robotike.

## 1 Uvod

V torek, 21. maja, je bila na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko (FERI) Univerze Maribor tradicionalna celodnevna prireditev Mariborski robotski izziv, ki združuje državna tekmovanja v robotiki za osnovnošolce,

srednješolce in študente. Državno tekmovanje **ROBOSled** za osnovnošolce se tradicionalno izvaja skupaj z državnim tekmovanjem za študente in dijake **RoboT**. Že četrty smo organizirali državno tekmovanje **RoboCupJunior** v razredu **Reševanje** za osnovnošolce in za dijake srednjih šol. Tekmovanje

Na letošnjem finalnem tekmovanju z mobilnimi roboti je v vseh kategorijah sodelovalo okrog 170 učencev OŠ (spremljalo jih je 74 mentorjev) in okrog 150 dijakov SŠ (spremljalo jih je 25 mentorjev). V predtekmovanjih po regijah so bile te številke še nekajkrat višje. Študenti letos niso sodelovali.



Slika 1. Tekmovalci – dijaki in mentorji ob labirintu

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

**RoboCupJunior** se izvaja po pravilih svetovnega robotskega tekmovanja za osnovnošolce in srednješolce. Letos prvič je bilo izvedeno tudi izjemno zanimivo tekmovanje **RoboCupJunior** v razredu **Ples**. Najboljše ekipe z državnega tekmovanja se bodo lahko udeležile svetovnega robotskega tekmovanja **RoboCupJunior** na Nizozemskem.

V štirinajstih letih se je na robotskih tekmovanjih po Sloveniji zvrstilo več tisoč osnovnošolcev, okrog 600 srednješolcev in okrog 100 študentov. Tekmovalci SŠ večinoma prihajajo iz srednjih strokovnih šol s programi Mehatronika, Elektrotehnika, Računalništvo in vse več tudi iz tehniških in splošnih gimnazij.

## ■ 2 Tekmovanje v vožnji po labirintu Robot 2013

Na državnem tekmovanju z mobilnimi roboti **Robot 2013** se je v vožnji lastno konstruiranih avtonomnih **mobilnih robotov po labirintu** (velikosti 2,5 x 2 m z več kot 15 m poti, slepimi hodniki in okrog 36 zavoji) pomerilo 26 dijaških ekip iz šestih srednjih tehniških strojnih, računalniških in elektrošol.

To je tudi najstarejše slovensko robotsko tekmovanje, v katerem se je v štirinajstih letih udeležilo že okrog 100 študentov ter nad 400 dijakov in mentorjev iz celotne Slovenije in sosednje Hrvaške ter Avstrije.

Za lovorike tekmovanja **Robot 2013** je štela boljša izmed dveh voženj. Najuspešnejšim trem tekmovalcem so bile podeljene svečane diplome, denarne in praktične nagrade sponzorjev. Najhitrejši je bil dijak ŠC Kranj **Klemen Cuznar** s časom 20,49 s.

Tradicionalno so se najbolj vztrajni dijaki srednjih šol že devetič pomerili tudi za lovoriko **RoboLiga 2013** (finalno tekmovanje v seriji Slovenske robotske lige), kajti pred tem so bila že izvedena tekmovanja: 12. aprila v ŠC Velenje **RoboERŠ** in 25. aprila v TŠC Nova Gorica **RoboMiš**. Za lovoriko **RoboLiga 2013** sta štela oba teka skupaj, kar smo točkovali v skladu s pravili in temu prišteli točke prvih dveh tekem. Zmagovalec v seštevku vseh treh tekem (skupno 6

voženj) je bil **Sašo Stojak**, ŠC Ptuj - ERŠ, ki je v dosegel 238 točk.

## ■ 3 ROBOSled – robotsko tekmovanje za osnovnošolce

**ROBOSled** je robotsko tekmovanje za osnovnošolce, kjer morajo ekipe učencev zgraditi mobilni robot in z njim tekmovati v vožnji po progi, označeni s črno črto na beli podlagi. Zmaga robot, ki najhitreje prevozi progo. Učenci se seznanijo z elektronskimi in mehatronskimi komponentami mobilnega robota, v procesu gradnje robota pa se naučijo tudi spajkanja elektronskih komponent, mehanskega sestavljanja in vrtnanja. **ROBOSled** je tako v prvi vrsti izobraževanje na interdisciplinarnem področju mehatronike. Cilja tekmovanja sta spodbujanje in širjenje spoznavanja gradnje, delovanja in raziskav robotov med osnovnošolci in med osnovnošolskimi učitelji. Tekmovanje se v osnovni šoli navezuje na predmet fizika in izbirne predmete s področja tehnike.

Državno tekmovanje **ROBOSled** se deli na tri razrede: **DIRKAČ**, **POZNAVALEC** in **INOVATOR**. V razredu **DIRKAČ** zmaga robot, ki tekmovalno progo, označeno s črno črto na beli podlagi, prevozi v najkrajšem času. V razredu **POZNAVALEC** se učenci OŠ pomerijo v poznavanju delovanja mobilnega robota, ki so ga zgradili. V razredu **INOVATOR** pa zmaga tisti, ki je najboljši v samo-

stojni in izvorni nadgradnji svojega mobilnega robota.

V letu 2013 je izvedbo regijskih predtekmovanj **ROBOSled**, kjer se tekmovalne ekipe kvalificirajo za tekmovanje na državnem finalu, podprlo 11 tehniških srednjih šol po vsej Sloveniji. Seznam vseh sodelujočih tehniških srednjih šol je objavljen na spletni strani <http://www.robobum.uni-mb.si>. Vsem tehniškim srednjim šolam se za izvedbo robotskih predtekmovanj najlepše zahvaljujemo, vodjem tekmovanj pa smo podelili priznanja.

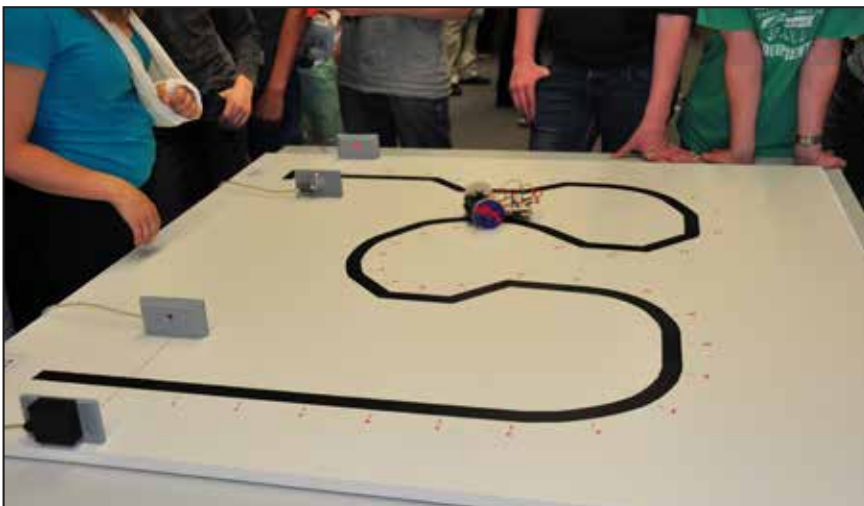
Na zaključnem državnem tekmovanju **ROBOSled**, 21. 5. na FERi v Mariboru, je sodelovalo 20 OŠ ekip z 58 tekmovalci. V okviru kvalifikacij na državno tekmovanje se je regijskih tekmovanj **ROBOSled** udeležilo okoli 80 ekip iz vse Slovenije. Prejšnja leta je **ROBObum** vključeval tudi tekmovanje **LEGObum**, na katerem so učenci sestavili robot z LEGO-kompletom in tekmovali na progi kot pri dirki **ROBOSled**. Nekaj navdušenih **LEGObum** ekip se je letos pridružilo dirki **ROBOSled**.

Na tekmovanju **ROBOSled** je bila v razredu **DIRKAČ** najuspešnejša prva ekipa OŠ Šturje Ajdovščina, v razredu **ROBOSled POZNAVALEC** prva ekipa OŠ Drska Novo mesto, v razredu **ROBOSled INOVATOR** pa ekipa OŠ Šentjernej.

V letu 2013 smo uvedli tudi **glavno nagrado ROBOSled**, pri kateri so se upoštevali doseženi rezultati iz vseh razredov tekmovanj **ROBOSled**: **DIRKAČ**, **POZNAVALEC** in **INOVATOR**. Pogoji za sodelovanje v glavni nagradi **ROBOSled** je bil, da ekipa nastopa z istim tekmovalnim robotom v razredih **DIRKAČ** in **INOVATOR**. **Glavno nagrado ROBOSled 2013** je osvojila prva ekipa OŠ Drska Novo mesto.

## ■ 4 Državno tekmovanje RoboCupJunior Slovenija 2013

**RoboCupJunior** je sestavni del svetovnega robotskega tekmovanja za



Slika 2. **ROBOSled** na dirki

osnovnošolce in srednješolce. Tekmovanje **RoboCupJunior** ima tri razrede: **reševanje**, **ples** in **nogomet**. Letošnjega tekmovanja RoboCupJunior Slovenija so se v razredu Reševanje udeležile tudi avstrijske in hrvaške ekipe.

Na tekmovanju RoboCupJunior morajo vsi roboti voziti avtonomno. Ekipe lahko tekmujejo s samogradnimi roboti ali z roboti, zgrajenimi iz sestavljanek (LEGOMINDSTORMS, Fishertehnik ipd.). Sestavni del tekmovanja **RoboCupJunior** je pogovor (intervju), ki ga mora opraviti vsaka ekipa pred komisijo. Na tekmovanju samem morajo ekipe **RoboCupJunior** delovati samostojno, zato mentorjem ekip vstop v prostor, namenjen za priprave ekip, ni dovoljen.

Tekmovanje **RoboCupJunior** v razredu Reševanje ima dve različici **Reševanje A** in **Reševanje B**. Skupno obema je, da tekmovalna arena predstavlja prizorišče nesreče, na primer porušeno zgradbo po potresu. Naloga robota je reševanje žrtev. Arena je dvonadstropna in jo tvori več sob. Pri **Reševanju A** je pot, po kateri mora peljati robot na areni, označena s črno črto na beli podlagi, na kateri so lahko tudi križišča. Med vožnjo po areni mora robot premagati občasne prekinitve črte in ovire, ki jih mora prevoziti ali zaobiti ter rešiti žrtev na evakuacijsko točko (črn trikotnik). V **Sloveniji**

tekmujejo osnovnošolci po prirejeni areni, ki ima le en nivo (nima drugoga nadstropja). V primerjavi z državnim tekmovanjem ROBOSled je naloga robota dosti bolj sestavljena in zahtevna.

Državnega tekmovanja **RoboCupJunior Reševanje A** za OŠ se je udeležilo 27 osnovnošolskih ekip (90 tekmovalcev), državnega tekmovanja **RoboCupJunior Reševanje A** za SŠ pa se je udeležilo 24 srednješolskih ekip (83 tekmovalcev). Tekmovanju v razredu **Reševanje A** so se pridružile tri OŠ ekipe in dve SŠ ekipe iz Hrvaške, ki so se vse odlično uvrstile, večinoma pred slovenske ekipe.

Na državnem tekmovanju **Reševanje A za OŠ** je bile najuspešnejša ekipa OŠ Franja Majgaja, Šentjur, ki sta ji sledili ekipa R2 OŠ narodnega heroja Rajka, Hrastnik, in ekipa OŠ Komen.

Med srednješolskimi ekipami na državnem tekmovanju **Reševanje A za SŠ** je najuspešnejše reševala žrtev ekipa Glava1 (ŠC Celje, Gimnazija Lava), za njo sta se uvrstili ekipa France 4 z OŠ Franceta Prešerna v Kranju in ekipa Glava3 (ŠC Celje, Gimnazija Lava).

Pri **Reševanju B** je tekmovalna arena labirint, žrtev je več in so ogrevalne, tako da se po tem ločijo od okolice. Na tekmovanju **Reševanje B** so

sodelovale 4 ekipe (16 tekmovalcev), dve slovenski, ena slovensko-avstrijska in ena avstrijska (povsem dekliška). Na odprtem tekmovanju v **Reševanju B** sta prvi dve mesti zasedli srednješolski ekipi s Srednje elektro-računalniške šole v Mariboru, tretje mesto pa je osvojila ekipa Zeltweiger HTL Ladies (HTL Zeltweg, Avstrija).

Za tekmovanje **RoboCupJunior** v razredu **Ples** mora ekipa sama zgraditi robota, sebi in robotu izdelati kostume in sceno za nastop, izbrati glasbo in pripraviti koreografijo ter izvesti nastop z robotom. Na tekmovanju je letos sodelovalo sedem ekip, od tega pet osnovnošolskih in dve srednješolski (34 tekmovalcev).

Na državnem tekmovanju **Ples za OŠ** je ekipa Lipjeki z OŠ Podčetrtek zasedla prvo mesto in tesno premagala lanskoletne zmagovalce – ekipo France 2 z OŠ Franceta Prešerna, Kranj. Med srednješolskimi ekipami je v **Plesu** ekipa ekipa JADA KANA sSTYLE s ŠC Ptuj, ERŠ zmagala pred ekipo ŠIŠKA s Srednje šole tehniških strok, Ljubljana Šiška.

Na tekmovanju RoboCupJunior **Nogomet lahka kategorija** edina slovenska srednješolska ekipa DASTTO, ŠC Ptuj, ERŠ, ni imela konkurence, zato je zasedla 1. mesto.

Najboljše ekipe z državnega tekmovanja **RoboCupJunior** imajo pravico do sodelovanja na svetovnem nivoju na tekmovanju **RoboCupJunior 2014** v Braziliji.

Letošnja tekmovanja **RoboCupJunior** so potekala pod generalnim pokroviteljstvom projekta čezmejnega sodelovanja **SI-AT TEDUSAR**. Nagrade za ekipe pa je prispevala Mladinska knjiga Trgovina, d. o. o.

### Zaključek

Robotska tekmovanja omogočajo:

- primerjavo tekmovalcev/ekip znotraj države na državnih tekmovanjih,
- primerjavo tekmovalcev/ekip na mednarodnem nivoju na mednarodnih tekmovanjih in



Slika 3. Tekmovanje v **Reševanju A za OŠ**



**Slika 4.** Plesni nastop ekipe Lipjeki z OŠ Podčetrtek

- določitev zmagovalcev oziroma najboljših treh tekmovalcev/ekip ter podelitev priznanj za uspeh.

Vendar zgoraj naštetih cilji niso edini cilji, ki jih zasledujejo robotska tekmovanja.

Na področju robotskih tekmovanj je olimpijsko vodilo tekmovanj razširjeno z željo po novih znanjih in se glasi: **»Pomembno je sodelovati, se naučiti čim več novega in ne zmagati.«** To pomeni, da je cilj robotskih tekmovanj spodbujanje izvirne gradnje robota in aktivno učenje ob tem, ko se trudimo zgraditi nov, boljši robot po svoji izvirni zamisli. Sam dogodek – tekmovanje

– naj bi bil v prvi vrsti priložnost za srečanje, primerjanje in izmenjavo izkušenj, pridobljenih pri gradnji robota. Želja po gradnji čim boljšega in izvirnega robota daje sodelujočim vzpodbudo za aktivno osvajanje novih znanj in vseživljenjsko učenje. Sama narava robotskega tekmovanja postavlja okvire za projektno delo. Gradnja robota je projekt, ki se mora zaključiti na datum tekmovanja. Datum tekmovanja določa rok zaključka projekta. Mnoga svetovna robotska tekmovanja spodbujajo sodelovanje in skupinsko delo s tem, da lahko na tekmovanjih sodelujejo samo ekipe tekmovalcev. Opisane značilnosti robotskih tekmovanj se

pokrivajo s pričakovanji družbe znanja, zato predstavljajo robotska tekmovanja odlično pripravo vsakega udeleženca tekmovanja na uspešno uveljavljanje v družbi znanja.

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

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

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

Vsi rezultati, fotografije, videoposnetki in medijski odzivi za zadnje tekme kot tudi za prejšnje so za tekmovanje RoboT na voljo na [www.ro.feri.uni-mb.si/tekma](http://www.ro.feri.uni-mb.si/tekma), za ostala tekmovanja pa na [www.robobum.uni-mb.si](http://www.robobum.uni-mb.si).

## Znanstvene in strokovne prireditve

### 9. IFK – Das 9. Internationale Fluidtechnische Kolloquium – 9. Mednarodni kolokvij o fluidni tehniki

24.–26. 03. 2014  
Aachen, ZRN

*Moto zasedanja:* Moderna fluidna tehnika – Izzivi, odgovornosti, trgi  
*Tematika:*

- Sistemi
- Komponente
- Simulacije
- Vrednotenje

- Monitoring in diagnosticiranje
- Obnovljivi viri energije
- Management moči
- Gradiva in delovni mediji
- Pnevmatika
- Nova področja uporabe
- Mobilna tehnika

#### Informacije:

– IFAS der RWTH Aachen, Steinbachstrase 53 B, 52074 Aachen, Jutta Zacharias, tel.: + 0241-30-20-202, e-pošta: [exhibition@ifk2014.de](mailto:exhibition@ifk2014.de), internet: [www.ifk2014.de](http://www.ifk2014.de)



## SERŠ TEAM – najboljši na svetu

Dijaka mariborske Srednje elektro-računalniške šole (SERŠ) Bojan Potočnik, maturant tehniške gimnazije, in Matej Drobnič, dijak programa tehnik računalništva, sta v mesecu juliju dosegla največji uspeh v zgodovini SERŠ-a: prvo mesto v svetovni konkurenci na področju robotike na Nizozemskem.

Robotika je področje prihodnosti, povezuje elektroniko in računalništvo, zato motivira dijake po vsem svetu, da se pomerjajo v znanju. Svetovno tekmovanje v gradnji in programiranju mobilnih robotov, ki se ga je udeležila tudi ekipa robotike Srednje elektro-računalniške šole Maribor SERŠ TEAM, so letos organizirali v univerzitetnem mestu Eindhoven na Nizozemskem. Bojan Potočnik in Matej Drobnič, člana ekipe SERŠ TEAM, sta pod mentorskim vodstvom profesorja Mirana Waldhütterja tekmovala v kategoriji RESCUE B junior. Naloga tekmovalnih robotov je bila reševanje ponesrečencev v naravni nesreči. Pri tem je moral reševalni robot s suvereno vožnjo po labirintu, ki je predstavljal kraj naravne nesreče, ob pomoči merilnika temperature



Zmagovalna ekipa SERŠ-a: Bojan Potočnik (levo), Matej Drobnič (skrajno desno), mentor Miran Waldhütter (v sredini)

premagovati številne ovire in poiskati ponesrečence.

SERŠ TEAM je v konkurenci 23 ekip iz celega sveta, katerih udeležba na svetovnem prvenstvu je vezana na kvalifikacije posameznih državnih prvenstev, skupaj z madžarsko ekipo LegoRocKers zmagal v tekmovanju RESCUE B SUPER TEAM in s tem premagal številne razvitejše države na področju robotike – denimo Japonsko, Kitajsko,

Nemčijo, Portugalsko, Avstrijo ... Temu pa dodajmo, da se je napetost na tekmovanju stopnjevala prav do konca, saj je SERŠ TEAM svojo izjemno uvrstitev dosegel prav v zadnjih sekundah tekmovanja. Tovrstna robotska tekmovanja že nekaj let spodbuja in podpira tudi odbor za znanost in tehnologijo pri OZS.

Janez Škrlec, inž.  
Odbora za znanost in tehnologijo  
pri OZS





## 46. MOS: Na sejmu prvič nacionalna predstavitev določenega gospodarstva – letos Turčije

Največja poslovno-sejemska prireditev regije tradicionalni 46. MOS bo letos v Celju potekal med 11. in 17. septembrom. Obeta se bogato sejmsko dogajanje na razstavnem in spremljajočem programu. Razstavljalci napovedujejo številne novosti in sejemske ugodnosti. Prvič bo velika nacionalna predstavitev kakšnega gospodarstva. Celotna sejemska dvorana A bo v znamenju Turčije, ki želi aktivnega sodelovanja z našim gospodarstvom, zato bo del dogajanja tudi veliko B2B srečanje slovenskih in turških podjetnikov v ponedeljek, 16. septembra, namenjeno spoznavanju in sklepanju novih poslovnih partnerstev z državo s 74-milijonskim trgom. Nacionalni nastop Turčije pripravlja Istanbulska gospodarska zbornica (ITO).



*Sejem omogoča najbolj celovito potrošniško izkušnjo*

Celovita ponudba za učinkovito obnovo ali novogradnjo – Vse za industrijo – Nove tehnologije in tehnološki procesi.

46. MOS tradicionalno prinaša najboljše domače in tuje ponudnike izdelkov in storitev za gradnjo, obnovo in opremljanje stavb. Ogle dati pa si bo mogoče tudi stroje in opremo za kovino, les, varilno tehniko in elektrotehniko, čistilne naprave in komunalno opremo, predstavili se

bodo ponudniki notranjega pohištva in opreme, gospodinjskih aparatov in opreme za dom, šport in aktivno preživljanje prostega časa. Zastopani bodo tudi živilski in gostinski program, osebna in gospodarska vozila ter blago široke potrošnje.

MOS znova prinaša tudi najnovejše tehnologije in tehnološke procese, prvič si bo mogoče v živo ogledati delovanje podjetja v oblaku. Skupina stroka.si bo namreč na sejmišče preselila pet svojih delovnih mest in tako obiskovalcem v živo pokazala, kako lahko podjetje deluje enako ali celo bolj uspešno, ne glede na to, kje so trenutno zaposleni. Bogato domače tehnološko znanje pa se

obeta tudi na razstavnem prostoru Odbora za znanost in tehnologijo in Sekcije elektronikov in mehatronikov OZS, ki skupaj s partnerji pripravljata predstavitev najobetavnejših in propulzivnih tehnoloških področij. Predstavili bodo tudi vesoljske tehnologije, plod slovenskega znanja, in zmagovalni robot SERŠ-a, ki je letos zmagal na svetovnem prvenstvu na Nizozemskem.

Sejmsko dogajanje bo zaznamoval še strokovni obsejmski program za sprostitev in zabavo. Dnevni program dogajanja, informacije o razstavljalcih in druge koristne informacije za obisk sejma bodo neposredno pred začetkom dogajanja dosegljive na: [www.ce-sejem.si](http://www.ce-sejem.si).

## Šest javnih raziskovalnih organizacij združenih v konzorcij za celosten prenos tehnologij v Sloveniji

Šest javnih raziskovalnih organizacij – *Institut "Jožef Stefan", Kemijski inštitut, Nacionalni inštitut za biologijo, Univerza v Ljubljani, Univerza v Mariboru in Univerza na Primorskem / Università del Litorale* – je vzpostavilo konzorcij, ki opravlja dejavnost prenosa tehnologij v javnih raziskovalnih organizacijah v Republiki Sloveniji v letih 2013 in 2014. Konzorcij, ki ga vodi Center za prenos tehnologij in inovacij na Institutu "Jožef Stefan" (CTT IJS), je podporno okolje, ki ga sofinancira *Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo* preko javne agencije *SPIRIT*.

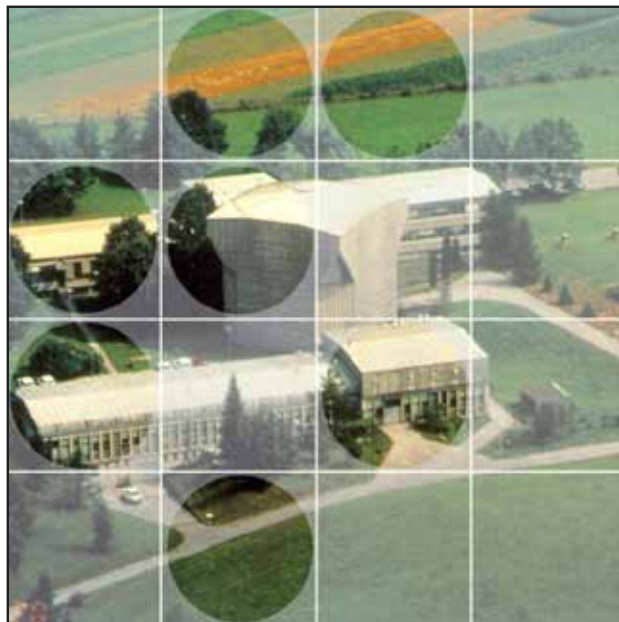
Ambicija konzorcija je enotna obravnava intelektualne lastnine, razvite v slovenskih javnih raziskovalnih organizacijah, ter olajšan prenos tega potenciala v uporabo. Konzorcij bo zagotavljal tudi podporo raziskovalcem, ki se odločajo za podjetniško pot.

*Dr. Špela Stres*, vodja CTT IJS, pojasnjuje: »V Sloveniji je znanja veliko, žal je veliko tudi prezrtega. Želimo si, da bi bilo tega čim manj. Predvsem pa bi radi dodatno izboljšali sodelovanje med raziskovalci in uporabniki znanja – tako gospodarstvom kot drugimi javnimi organizacijami. Naši rezultati kažejo, da je to mogoče, samo v zadnjih letih smo rezultate na področju zaščite in trženja intelektualne lastnine ter ustanavljanja novih visokotehnoloških podjetij izboljšali za več kot 200 %. Vendar se ne moremo slepiti, da s tem dosegamo rezultate najboljših tujih raziskovalnih organizacij. Si pa želim, da bi lahko čez pet let trdila, da jih.«

Direktor Kemijskega inštituta, prof. dr. Janko Jamnik, je optimističen: »Slovenski raziskovalci vsakodnevno dokazujejo, da sodijo v svetovni vrh, so koordinatorji velikih evropskih projektov, prejemniki študentskih stipendij za vrhunske dosežke, sodelujejo z najuspešnejšimi multinacionalkami. Pri svojem delu potrebujejo dodatno strokovno podporo pri zaščiti intelektualne lastnine in pri prenosu tehnologij v gospodarstvo. S tem konzorcijem bo to podporo dobil zelo širok krog slovenskih raziskovalcev.«

Direktorica nacionalnega inštituta za biologijo prof. dr. Tamara Lah Turnšek dodaja: »Prenos znanj in tehnologij v uporabo je še posebno pomemben na področju bioloških in biomedicinskih znanosti, ki so pri nas znanstveno odlične s kopico izjemnih mlajših raziskovalcev, a brez zavedanja za možnosti in uveljavljanje v biotehnologijah visoke dodane vrednosti. Ta konzorcij bo s svojim delovanjem spodbujal in znatno pospešil razvoj biotehnologije in sorodnih aktualnih področij, npr. nanotehnologije, biosenzorike, bionike itd.«

Konzorcij bo raziskovalcem zagotavljal pomoč za izvedbo priprave, zavarovanja ter trženja intelektualne lastnine (ocena tehnologij, trga in možnosti komercializacije tehnologij, patentiranje, licenciranje, ustanavljanje spin-out podjetij) ter pomoč pri pripravi sporazumov



o varovanju poslovnih skrivnosti (NDA), pogodb o prevzemu in trženju tehnologij. Naloge konzorcija bodo izvajali visoko usposobljeni kadri na področju prenosa tehnologij s specializiranimi in komplementarnimi znanji na področju znanosti, tehnike, financ, trženja in prava.

Več o projektu ter pogojih sofinanciranja lahko preberete na *spletni strani konzorcija*.

Direktno prijavo tehnologij lahko zainteresirani opravijo preko *ENOTNE VSTOPNE TOČKE*.

### Kaj je prenos tehnologij?

Prenos tehnologij (ang. technology transfer) vključuje dejavnosti, ki zagotavljajo prenos znanja in tehnologij, razvitih na akademskih institucijah, v uporabo. Eno ključnih področij prenosa tehnologij je tudi komercializacija znanja in tehnologij.

## Internet stvari nas vodi v novo ero omrežnih povezav in superkomunikacij

Komaj smo začeli množično uporabljati internet, že stopamo in prehajamo v nov svet omreženih in med seboj povezanih naprav, torej v novo ero, v kateri se današnji internet umika jutrišnjemu internetu stvari (ang. Internet of Things). Mnogi ga opisujejo kot dinamično globalno omrežno infrastrukturo z zmožnostjo samokonfiguriranja, ki temelji na standardnih medsebojno združljivih komunikacijskih protokolih. Fizične in virtualne stvari dobijo identitete, fizične attribute in navidezne osebnosti. Uporabljajo inteligentne vmesnike in so integrirani v široko informacijsko omrežje.

Uporabniki interneta stvari bodo tudi obrtniki in podjetniki, zato je potrebno podati ustrezne podatke za boljši pregled, kaj je internet stvari, potrebno je omeniti tri pomembne točke, ki poudarjajo kompleksno naravo interneta stvari. Prvič: ne gre ga razumeti zgolj kot nadgradnjo današnjega interneta, temveč kot sklop novih

neodvisnih sistemov, ki delujejo s pomočjo lastnih infrastruktur (ter se delno opirajo na obstoječe internetne infrastrukture). Drugič: internet stvari bo uveden v sožitju z novimi storitvami. In tretjič: internet stvari vključuje različne vrste komunikacij: komunikacijo stvari-oseba in komunikacijo stvar-stvar, vključno s komunikacijo stroj-stroj (M2M), ki potencialno zadeva milijarde ljudi, strojev, med katerimi jih je danes povezanih zgolj 1,5 %. Povezave se lahko vzpostavijo na omejenih področjih (na „intranetu stvari“) ali pa so dostopne za javnost (kot „internet stvari“). Prihod interneta stvari poteka v okolju informacijskih in komunikacijskih tehnologij (IKT), na katero vplivajo številni pomembni trendi. Obseg je eden izmed njih, medtem ko število povezanih naprav narašča, se njihova velikost zmanjšuje do te mere, da postajajo nevidne človeškemu očesu. Naslednji trend je mobilnost, predmeti se vse bolj brezžično povezujejo, ljudje jih stalno nosijo s seboj, omogočajo pa tudi zemljepisno lociranje in številne druge funkcije.

Internet stvari naj bi zagotavljal nove oblike komuniciranja med ljudmi

in stvarmi ter med stvarmi samimi. Svetu informacijske in telekomunikacijske tehnologije se dodaja nova dimenzija. Od povezljivosti kadarkoli, kjerkoli in za kogarkoli prehajamo v povezljivost česarkoli.

Internet stvari ni niti znanstvena fantastika niti reklamni trik, saj izhaja iz danes realnega tehnološkega in znanstvenega napredka in vizije omrežne vsepovsodnosti. Je v resnici prava tehnološka revolucija, ki predstavlja prihodnost informatike in telekomunikacij, njegov razvoj pa je odvisen od dinamičnih tehniških inovacij na številnih pomembnih področjih, od brezžičnih senzorjev do nanotehnologije.

Internet stvari opisuje različne tehnologije in raziskovalne veje, ki mu omogočajo, da poseže v realni svet fizičnih objektov. Omogoča tesno povezovanje fizičnega in kibernetskega sveta, izhaja iz kombinacije razvojnih dosežkov na področju identifikacije stvari, odkrivanja sprememb fizičnega stanja stvari, vgrajene inteligence v stvari in zmožnosti medsebojnega sodelovanja vse manjših stvari.

Internet stvari naj bi človeštvu pomagal pri reševanju največjih izzivov, zagotavljal ogromen potencial potrošnikom, proizvajalcem in podjetjem. Imel bo velik vpliv na procese, ki so del našega vsakdanjega življenja in bodo vplivali na naše obnašanje in celo na naše vrednote. Čeprav je ideja enostavna, pa njena izvedba ni neproblematična. Naslednja generacija internetnih aplikacij, ki bo uporabljala protokol IPv6, bo zaradi izjemno velikega naslovnega prostora lahko komunicirala praktično z vsemi napravami iz vsakdanjega življenja. Sistem bo torej lahko identificiral skoraj neomejeno število kakršnihkoli objektov. Internet stvari bo kmalu postal tudi del novodobne obrtno-podjetniške realnosti.

Janez Škrlec, inž.

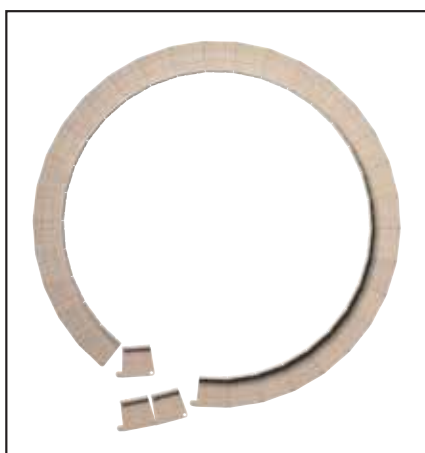
Obor za znanost in tehnologijo pri OZS



Internet stvari bo dinamična globalna omrežna infrastruktura z zmožnostjo samokonfiguriranja, ki temelji na standardnih medsebojno združljivih komunikacijskih protokolih

## Vrtljiva miza IGLIDUR

IGUS predstavlja vrtljivo mizo z drsnimi elementi, ki so izdelani iz zmogljivega tehničnega tribopolimera iglidur®J in delujejo brez vzdrževanja in mazanja (slika 1). S sestavljanjem prilagodljivih univerzalnih drsnih elementov iglidur®J je mogoče oblikovati vrtljive mize z različnimi notranjimi premeri od 500 mm naprej.



**Slika 1.** Segmentni drsni elementi

Najmanjša standardna vrtljiva miza ima notranji premer 20 mm, največje mize pa imajo notranji premer 300 mm. Obstaja še pet drugih velikosti za vmesne dimenzije. S sestavljanjem prilagodljivih univerzalnih drsnih elementov iglidur®J se lahko po želji oblikujejo vrtljive mize z notranjim premerom 500 mm in več. Vrtljiva miza s premerom enega metra, ki je oblikovana na tej osnovi, se lahko obremeni z do desetimi

tonami (slika 3). S to rešitvijo Igus uspešno vstopa na področje velikih do zelo velikih vrtljivih miz. Velike vrtljive mize so uporabne zlasti na področju solarne tehnologije za sestavljanje enot ali gradnjo konstrukcij. Pri takih primerih Igus poleg dobave posameznih drsnih elementov omogoča tudi pomoč projektantom z informacijami o natančnih dimenzijah in tolerancah.

Obstaja tudi vrtljiva miza s kvadratno prirobnico za direktno montažo na ravno površino (slika 2a).

Iglidur PRT je vrtljiva miza z dokazanimi prednostmi polimernih ležajev. Njene drsne ploskve so večinoma iz anodiziranega aluminija. Kombinacija drsnih elementov in drsnih ploškev zagotavlja tudi zelo dobre tribološke in drsne lastnosti, ima nizek koeficient trenja in dolgo življenjsko dobo.

Vrtljive mize se pogosto uporabljajo za počasno vrtenje. Če so pripravljene za vgradnjo, imajo samozaporni učinek. Pri montažnih linijah delujejo odlično ne glede na frekvenco gibanja.

Vsi Igusovi sistemi vrtljivih miz so odporni proti obrabi, koroziji, prosti in enostavni za namestitev – zlasti nova polimerna vrtljiva miza s



**Slika 3.** Ta vrtljiva miza (notranji premer 1 m) nosi 10 ton!

kvadratno prirobnico. Lahko je nameščena na ravni površini s samo štirimi vijaki, lahko tudi brez skoznjih izvrtin.

Poleg sedmih velikosti so Igusove vrtljive mize na voljo tudi v treh različicah: robustna standardna izvedba tudi z vgrajenim zobnikom, stroškovno ugodna varianta iz enega elementa in kot zadnja lahka in poceni izvedba z notranjim premerom 80 mm (slika 2b in c).

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



**Slika 2.** Izvedbe s kvadratno prirobnico (a), z zobnikom (b) in cenovno ugodna izvedba (c)

## S sončno elektrarno do več tisoč evrov prihranka letno

Sončne elektrarne niso le čist in do okolja prijazen vir energije, temveč tudi pomemben vir prihrankov za vse več podjetij in družin, ki se odločajo elektriko iz svoje sončne elektrarne nameniti lastnemu odjemu. To pomeni, da je elektrarna priklopljena za števec odvzete/oddane električne energije, zato proizvedeno električno energijo porabijo za napajanje lastnih porabnikov, v omrežje pa po tržni ceni prodajajo morebitne viške oziroma iz njega kupujejo le morebitne primanjkljaje. Tako znatno prihranijo pri stroških električne energije in se v celoti izognejo plačilu omrežnine, trošarine ter prispevka po 67. členu EZ, hkrati pa za celotno proizvedeno električno energijo prvih 15 let dobivajo tudi obratovalno podporo.

Ponazorimo na konkretnem primeru tiskarne, ki letno porabi 110 MWh električne energije, večinoma čez dan. Na streho lahko postavijo sončno elektrarno v velikosti 49,92 kW, ki bo ob povprečnem energijskem izplenu 1.150 kWh/kW letno proizvedla približno 57 MWh ur elektrike. Odslej bo tako podjetje približno polovico svojih potreb po električni energiji pokrilo samo in s tem prepolovilo znesek za porabljeno elektriko na računu.

Ob tem pa bo za vso proizvedeno električno energijo 15 let dobivalo obratovalno podporo, ki je za mikro sončne elektrarne, kamor uvrščamo tudi elektrarno iz našega primera, julija letos znašala 85,64 evrov na megavatsko uro. Ker trenutno za ele-



Sončna elektrarna (BISOL Group)

ktrično energijo svojemu elektrodistributerju plačuje visokih 100 evrov na MWh, se izkaže, da bo tiskarna s sončno elektrarno vsako leto prihranila 10.000 evrov in s tem za 90 % znižala svoj račun za elektriko.

Če se je lastnik tiskarne odločil za klasično financiranje v razmerju 20 : 80 (20 % lastna udeležba in 80 % bančno financiranje), znaša interna stopnja donosnosti lastnega vložka v 15. letu dobrih 24 %, kar kaže, da je donosnost naložbe v sončno elektrarno izrazito boljša, kot bi bilo denimo varčevanje v banki.

Vendar pa zgornji izračuni veljajo le ob predpostavki, da je lastnik za svojo sončno elektrarno izbral fotonapetostne module visoke kakovosti z nizko stopnjo degradacije. Test Joint Research Centra, ki deluje v okviru Evropske komisije, je pokazal, da so med fotonapetostnimi moduli velike razlike v kakovosti delovanja, saj je velik delež takšnih, ki jim že po nekaj letih zaradi previsoke stopnje degra-

dacije moč delovanja znatno upade. Čeprav še vedno delujejo na spodnji meji garancije, je njihov energijski izplen izrazito slabši od pričakovanega.

V podjetju BISOL Group, slovenskem proizvajalcu fotonapetostnih modulov in ponudniku sončnih elektrarn na ključ, tako ocenjujejo, da sončne elektrarne z moduli zanemarljive stopnje degradacije v 40 letih delovanja proizvedejo skoraj četrtno več energije kot tisti, pri katerih je stopnja degradacije višja, kar seveda prinaša tudi sorazmerno višji prihranek. Temu primerno je cena električne energije iz slabše delujoče elektrarne tudi do 20 % višja. Čeprav bi nižje cenovni moduli v začetni fazi predstavljali prihranek nekaj evrov, se torej takšna odločitev na dolgi rok izkaže za finančno neupravičeno, saj zaradi slabšega izplena bistveno podaljšajo povračilno dobo investicije.

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

POSVET

# AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2013 - ASM '13

4. decembra 2013

na Gospodarski zbornici Slovenije v LJUBLJANI

## Naložbena dela v Revozu dosegla vrhunec

V zadnjih mesecih je v Revozu pravo »globalno mravljišče«. Medtem ko so naložbena dela dosegla svoj vrhunec, se na deloviščih v tovarni vrstijo skupine zunanjih izvajalcev in sodelavcev Zveze Renault Nissan z vsega sveta, ki delajo na zagonu projekta. Skupina okoli 100 revozovcev – od proizvodnih delavcev do strokovnjakov – je v Renaultovem tehničnem centru v Parizu naredila vse potrebno za prenos proizvoda in procesa v Novo mesto.

skim dobaviteljem (vrednost okoli 40 milijonov evrov), tudi letos nadaljujemo sodelovanje s slovenskimi podjetji na področju sestave proizvodnih naprav, avtomatike, montaže in gradbeništva.

V novonastajajočem obratu za sestavo in varjenje karoserij dela koordinira Tomaž Blatnik, eden vodilnih strokovnjakov za robotiko ne le v Revozu pač pa v Sloveniji nasploh. Kot magister strojništva je dodatno znanje pridobil v najrazvitejših tovarnah Zveze Renault-Nissan, med drugim tudi na Japonskem. V vlogi

vklučili tudi nekaj študentov Strojne fakultete v Ljubljani, za katere je to edinstvena priložnost, da se učijo in pridobivajo izkušnje na enem najnaprednejših projektov v Sloveniji. Koordinacija vseh sodelujočih zaradi raznolikosti ni enostavna, je pa nujna. Tako se vsako jutro srečamo na sestankih, ki potekajo v angleščini, in razpravljamo o tekočih problemih. Komunikacija ni vedno lahka, srečujemo se tudi s kulturološkimi razlikami, vendar nam z vztrajnostjo in doslednostjo uspeva vzpostavljati nadzor in zagotavljati varnost, ki je za nas ključnega pomena. Tempo dela je namreč zelo naporen, saj je treba spoštovati roke, nekateri izvajalci dela opravljajo tudi 12 ur na dan, vse dni v tednu.«

Predstavniki izvajalcev prihajajo iz več kot 15 držav (Slovenija, Češka, Francija, Italija, Japonska, Južna Koreja, Madžarska, Nemčija, Portugalska, Romunija, Slovaška, Španija, Švica, Velika Britanija ....), poleg tega pa se jim počasi pridružujejo tudi sodelavci iz Zveze Renault Nissan, ki bodo delali na zagonu projekta proizvodnje novih modelov. Večina tujcev se je za daljše ali krajše obdobje namestila v Novem mestu in okolici, tako da v okolju niso ostali neopazni.



Postavitev novega obrata za sestavo karoserij v Revozu

Največ del je povezanih z zaključkom postavitve novega obrata za sestavo karoserij, končana pa je že večina del na novem delu procesa lakirnice. Med večjimi deli so še razširitev objekta za skladiščenje orodij v obratu za preoblikovanje pločevine in sprememba talnega tekočega proizvodnega traku za opremo vozila, ki bo med drugim omogočal boljše delovne pogoje, tudi dvig karoserije na traku, kar doslej ni bilo mogoče. Tako kot v lanskem letu, ko je večina gradbenih del in tistih, povezanih s postavitvijo nove proizvodne opreme, pripadla sloven-

vodje novega obrata za sestavo in varjenje karoserij je razpet med Renaultovim tehničnim centrom v Parizu in Novim mestom.

»Število zunanjih izvajalcev zelo niha, odvisno od faze projekta. V nekem trenutku je bilo v tovarni celo 1.000 zunanjih izvajalcev. Pri projektu gre za tehnološko zelo zahtevno proizvodno opremo in specifična dela, za katera v Sloveniji žal nimamo dovolj potrebnih kompetenc, zato je veliko izvajalcev tudi iz tujine. Ob tem smo se potrudili in v delo

Tudi zaradi obsežnih naložbenih del je bil letošnji kolektivni dopust v Revozu eden najdaljših doslej – trajal je pet tednov (od 22. 7. do 23. 8.). Vendar v tem obdobju tovarna seveda ni mirovala – poleg velikih naložbenih del v obratu za preoblikovanje pločevine in na montaži so potekala tudi številna vzdrževalna dela, izobraževanja in usposabljanja zaposlenih, delovne skupine .... vse s ciljem, da v prihodnjem letu zagotovimo čim uspešnejši začetek proizvodnje novih modelov.

*Nevenka Bašek Zildžović  
Revoz, d. d., Novo Mesto*

A. Stušek, uredništvo revije Ventil

## Bosch REXROTH dobil nagrado HERMES

Bosch Rexroth je ob letošnjem hannovrskem sejmu prejel mednarodno tehnološko nagrado HERMES AWARD 2013. S tem je pridobil priznanje za izjemne dosežke kot mednarodno uspešen ponudnik vrhunske tehnologije, ki jo podjetje že leta predstavlja na vsakoletnih hannovrskih sejmih. Letos predstavljena rešitev je pomemben prispevek k vodilni temi o integrirani industriji,

ki vodi k vse uspešnejšemu povezovanju proizvodnje.

Bosch Rexroth je nagrado prejel za projekt *Open Core Engineering*. Pri tem gre za novo programsko rešitev, ki do sedaj ločena okolja SPS in IT združuje v enotni ponudbi z upoštevanjem veljavnih standardov ter razpoložljivih programskih orodij in funkcionalnih paketov. Klasična SPS-

-tehnika se tako kombinira z novimi možnostmi, ki jih ponuja programiranje z visoko sposobnimi jeziki. Dodatno k temu se lahko uporabljajo inovativne funkcije kot uporabniški programi tudi na zunanjih napravah, kot so pametni telefoni, pri čemer slednji podatke ne samo čitajo, ampak z njimi tudi pišejo krmilne programe.

Po O + P 57(2013)5, str. 6

## Evropska komisarka za raziskave na forumu MobiliTec

V okviru dialogov in predavanj na forumu *MobiliTec* je na hannovrskem sejmu 11. aprila nastopila tudi komisarka EU za raziskave, inovacije in znanost *ga. Maire Geoghegan-Quinn* s predstavitvijo novega okvirnega programa za raziskave in tehnologijo. V polurnem nastopu je številnim obiskovalcem foruma predstavila pomembno tematiko s področja mobilnosti in transporta s posebnim poudarkom na elektromobilnosti. Hartmunt Rauen, član uprave VDMA in

vodja združenja za pogonsko tehniko (FVA), pa je posebej poudaril vlogo strojništva in gradnjo naprav za realizacijo mobilnosti jutri, »Tehniško visokovredna in cenena elektromobilnost zahteva tehnologijo vrhunske kakovosti in učinkovito proizvodnjo.«

Pri tem strojništvo in gradnja naprav s know-howom in fleksibilnostjo nudita odločujoče rešitve. V splošnem VDMA in FVA ([www.fva-net.de](http://www.fva-net.de)) predstavljata idealnega nosilca

vodilnega sejma *MobiliTec* z okoli 40 zanimivimi prispevki v okviru foruma. V neposrednem sosedstvu predstavlja *E-motive združenje razstavljavcev* 15 podjetij atraktivne popolne verige elektromobilnosti. S 150-timi razstavljavci je bil letošnji sejem *MobiliTec* najboljše doslej in je tako postal vodilni informacijski sejem za celoten obseg elektromobilnosti od sestavine do končnega izdelka.

Po O + P 57(2013)6, str. 8

## Kaj raziskujejo v ZR Nemčiji na področju FT?

Na letošnjem rednem zasedanju Raziskovalnega sklada za fluidno tehniko pri Nemškem združenju strojne industrije (VDMA) in na informacijski prireditvi, ki je bila 26. junija na sedežu VDMA v Frankfurtu na Maini, so predstavili raziskovalne naloge in dosežke. Po predstavitvah so bile opravljene razprave in sprejeti sklepi o nadaljevanju skupnih raziskav v prihodnje. Članstvo sklada je potrdilo naslednje teme:

- Potenciali in podpora samozadostnim pnevmatičnim strukturam z decentralizirano inteligenco;
- Fizikalne osnove modeliranja pnevmatičnih vezij;
- Analiza emisije zraka pnevmatičnih sestavin;

- Zmanjševanje sistemsko pogojenih energijskih izgub pri tlačnih tehnicah in sistemih zaznavanja obremenitve (load sensing systems);
- Sistemi z nespremenljivim tlakom in vodom vmesnega tlaka za linearne in rotacijske pogone;
- Oblikovanje modelov z izgubami obremenjenih hibridnih električnih pogonskih vezij;
- Raziskave električnega polnjenja hidravličnih sistemov;
- Protipovratni ventili z majhnimi izgubami ob celoviti obravnavi in uporabi novih konceptov;
- Algoritmčno iskanje struktur za

sisteme z ločenimi krmilnimi roboti;

- Numerična napoved meje vrtilne frekvence hidrostatičnih enot z iztiskanjem in načini za povišanje mejnih vrednosti;
- Procesno stabilni pogoni.

Program zasedanja in dodatne informacije so na voljo na naslovu: Peter - Michael Synek, Forschungsfond Fluidtechnik im VDMA, Lyoner Str. 18, 60528 Frankfurt am Main, BRD; tel.: +069-6603-1513, e-pošta: [peter.synek@vdma.org](mailto:peter.synek@vdma.org).

Po O + P 57(2013)5, str. 8

# FANUC – podjetje za proizvodnjo CNC-krmilij in robotov

Dragica NOE

FANUC – podjetje za avtomatizacijo numeričnih krmilnih sistemov oziroma FANUC korporacija Oshino-mura Japonska je danes vodilni dobavitelj industrijskih robotov in robotskih sistemov v svetu. Podjetje ima v svojem proizvodnem programu visoko zanesljive robote in programsko opremo, ima in nudi izkušnje na področju procesov, podporne usluge, ima regionalna zastopstva in široko razvejano mrežo sistemskih integratorjev, ki z usklajenim delovanjem omogočajo uporabnikom njihovih izdelkov konkurenčne rešitve. Pogovarjali smo se s predstavnikom FANUC Robotics Czech in FANUC FA Czech, gospodom Francem Žaberlom.

**Ventil:** Prosim vas, če za naše bralce opišete položaj podjetja FANUC v svetu in predstavite kratko zgodovino kakor tudi organizacijsko shemo.

**F. Žaberl:** Ime podjetja FANUC izhaja iz začetnic FACTor automation and NUMeric Control. Ustanovil ga je dr. Seiueemon Inaba, ki ga uspešno vodi še danes.

Nekaj mejnikov iz zgodovine podjetja:

- 1956 razvit prvi numerični krmilnik;
- 1972 razvit prvi numerični krmilnik na osnovi mikroprocesorske tehnologije;
- 1974 razvit prvi industrijski robot in instaliran v lastni proizvodnji;
- 1980 ustanovljeni prvi FANUC centri v Evropi;
- 1983 prvi industrijski robot v Evropi;
- 2012 FANUC je uvrščen med prvih 100 najinovativnejših podjetij v svetu;
- 2013 FANUC je z združitvijo svojih

treh nekdanjih samostojnih podskupin (FANUC FA, FANUC Robotics in FANUC Robomachine) večji in močnejši kot kadarkoli doslej.

**Ventil:** Kako dolgo ste že prisotni v Evropi?

**F. Žaberl:** Kot je bilo že omenjeno, je FANUC v Evropi prisoten od leta 1980, ko so bili v Evropi nameščeni prvi CNC-stroji s FANUC-ovimi krmilniki.



Podjetje FANUC je na Japonskem ob vznožju gore Fuji





### Proizvodni program FANUC-a

Glavni sedež evropske centrale je v Luxembourg, sicer pa so po posameznih industrijsko močnejših državah umeščeni regionalni centri, ki skrbijo za logistiko in lokalno podporo.

**Ventil:** Prosim, če predstavite proizvodni program podjetja FANUC, podrobneje opišite izjemne in vodilne komponente.

**F. Žaberl:** FANUC sestavljajo tri podskupine:

Podskupina FANUC FA, ki proizvaja krmilnike NC-strojev in servomotorje, ima v svetovnem merilu 65-odstotni tržni delež. NC-krmilnike FANUC vgrajuje v svoje obdelovalne stroje vrsta proizvajalcev.

Podskupina FANUC Robotics proizvaja industrijske robote nosilnosti 0,5 do 1350 kg in dosega do 5200 mm. Tržni delež v svetovnem merilu je 36 % in s tem se FANUC uvršča na prvo mesto po številu proizvedenih industrijskih robotov.

Podskupina FANUC Robomachine proizvaja ozek in specializiran nabor strogo namenskih rezkalnih strojev, strojev za žično erozijo in strojev za brizganje plastičnih izdelkov. Tr-

žni delež na tem področju je 72 %. FANUC se je posebej proslavil z lahkim in hitrim rezkalnim strojem, ki se pojavlja na tržišču pod imenom Robodrill.

**Ventil:** FANUC je poznan kot proizvajalec industrijskih robotov. Katere so komparativne prednosti vaše robotske tehnologije? Ali lahko podaste nekaj podrobnosti?

**F. Žaberl:** Na področju NC-krmilnikov kot industrijskih robotov je FANUC Robotics vselej postavjal standarde in to vlogo namerava obdržati tudi v prihodnje. Naši roboti so že v standardni konfiguraciji »inteligentni«, saj imajo v nasprotju s konkurenco v samem robotskem krmilniku vgrajeno vso potrebno strojno opremo za uporabo robotskega vida in senzorjev sile. Zadnja generacija pa vseskozi nudi uporabniku intuitivno pomoč pri programiranju in vodenju robota.

Največji prednosti skupine FANUC sta legendarna zanesljivost in robustnost izdelkov. Temu je podrejeno prav vse in tukaj ne poznamo nobenih kompromisov. FANUC sam izdeluje vse ključne komponente, kar mu

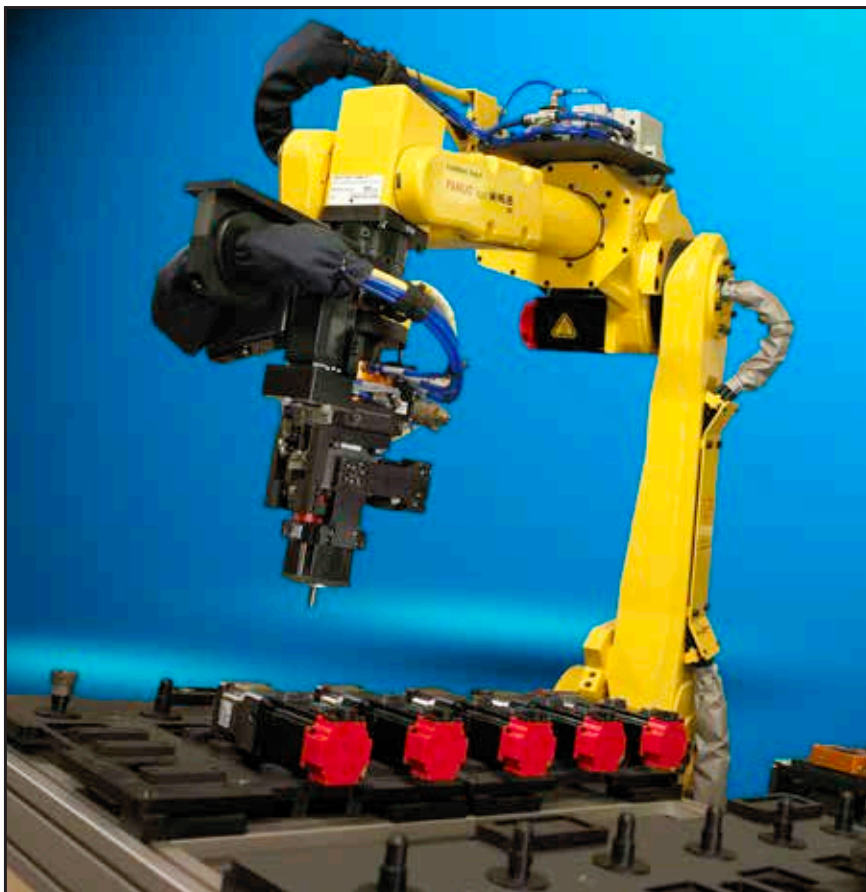
omogoča popoln nadzor nad kvaliteto vgrajenih komponent in sklopov. Rezultat je množica zadovoljnih uporabnikov po vsem svetu.

**Ventil:** Ali podjetje posveča posebno pozornost montažnim robotskim sistemom? In katere montažne operacije in procese je mogoče avtomatizirati s FANUC-ovimi roboti?

**F. Žaberl:** Proces, ki zahtevajo natančnost in ponovljivost, so vselej kandidati za avtomatizacijo. FANUC to omogoča s pomočjo strojnega vida in 6-osnega senzorja sile, ki sta integrirana v sam robotski krmilnik. Težave pri drugih proizvajalcih podobne opreme, ki nastanejo zaradi komunikacije med sistemi različnih proizvajalcev, so pri FANUC-u nekaj povsem tujega.

Proizvodnja in montaža v lastni tovarni na Japonskem sta seveda popolnoma avtomatizirani z uporabo lastnih sistemov.

**Ventil:** FANUC kot proizvajalec CNC-krmilnikov in krmilnih sistemov nudi široko paleto izdelkov. Ali lahko poveste kaj več o tem?



*Strojni vid je integralni del krmilnika robota*

**F. Žaberl:** NC-krmilniki obstajajo tako v enostavnih kot v naprednih izvedbah, ki omogočajo kompleksno 5-osno obdelavo. Mesečna proizvodnja NC-krmilnikov znaša 30.000 enot. Drugi udarni izdelek iz te podskupine so servomotorji lastne proizvodnje, ki jih proizvedemo 250.000 kosov mesečno.

**Ventil:** Ali FANUC prodaja le komponente ali celotne sisteme?

**F. Žaberl:** Poslovna politika FANUC-a je, da na področju robotov in NC-krmilnikov sam skrbi za razvoj, proizvodnjo, rezervne dele, servisiranje, izobraževanje in podporo. Integracijo v industrijsko okolje pa izvajajo naši pooblašteni integratorji. Zgleda, da je ta usmeritev pravilna, saj bi v primeru, da bi sami razvijali celotne sisteme, potrebovali vojsko strokovnjakov različnih profilov, naši sistemski integratorji pa so v glavnem specializirani na ožje področje, ki ga v popolnosti obvladujejo.

**Ventil:** FANUC nudi uporabnikom močno in stalno podporo. Ali lahko poveste kaj več o tem?

**F. Žaberl:** Rezervni deli so na razpolago tudi za najstarejše produkte, ne glede na to, ali uporabniki potrebujejo samo posamezen del ali pa kompletan sklop. Pomoč uporabnikom je na voljo 24 ur na dan, 7 dni v tednu. V primeru robotov je



*Avtomobilska industrija je največji uporabnik industrijskih robotov*

uporabnikom na voljo tudi sistem diagnostike na daljavo, s katerim je v najkrajšem možnem času možno odkriti napako.

**Ventil:** Raziskave in razvoj so pomembne za doseganje vodilnega položaja v svetu. Podjete FANUC prav gotovo posveča inovacijam zagotovo veliko pozornosti. Lahko poveste našim bralcem kaj več o tem?

FANUC je uvrščen med prvih 100 najbolj inovativnih podjetij na svetovni lestvici.

Razvoj FANUC-ovih izdelkov poteka izključno na Japonskem, kjer FANUC sam proizvaja vse ključne komponente, saj je le na ta način mogoče v popolnosti obvladovati kontrolo kvalitete. Ena tretjina zaposlenih v naši centrali na Japonskem so mladi in inovativni inženirji, ki se ukvarjajo z raziskavami in razvojem.

**Ventil:** Kakšna sta pomen in vloga inovacij za nadaljnji razvoj podjetja FANUC v splošnem? Prosim, izpostavite ciljne tehnologije za prihodnost.

**F. Žaberl:** FANUC namerava nadaljevati z vlaganjem v razvoj. Najnovejši robotski krmilnik že zdaj omogoča izključevanje posameznih komponent ali celotnega robota v primeru

neaktivnosti ali planirane zaustavitve proizvodnje. Pri naslednji generaciji bo poudarek na tem področju še večji. Enako bo vse tesnejše sodelovanje med krmilnikom NC-stroja in krmilnikom robota, ki ta stroj dejansko poslužuje. Vseskozi velja poseben poudarek čim večji prijavnosti do uporabnika oz. programerja ter enostavnosti upravljanja.

**Ventil:** FANUC je prisoten na vsem svetu. Ali podjetje sodeluje z lokalnimi akademskimi in raziskovalnimi organizacijami? In če, kako?

**F. Žaberl:** FANUC tesno sodeluje z izobraževalnimi ustanovami, saj se zavedamo, da je praktični del zelo pomemben del izobraževanja. Šolam nudimo vso podporo – od opreme po posebnih cenah, nasvetov, računalniških programov za simula-



Rezkalni stroj za natančne in hitre procese obdelave FANUC Robodrill



Industrijski roboti se vse bolj uporabljajo v procesih montaže

cijo robotskih celic do dodatnih programskih opcij za robotske krmilnike. Na tem mestu bi želel izpostaviti odlično sodelovanje s Šolskim centrom Ptuj in Fakulteto za strojništvo iz Zagreba.

**Ventil:** Usposobljeni delavci in izobraženi inženirji so zelo pomembni. Kako to rešuje podjetje?

**F. Žaberl:** Naši zaposleni se nenehno izobražujejo na internih šolanjih. Polega tega imamo v Luxembourg skupino strokovnjakov, ki predstavljajo vez med inženirskim osebjem FANUC-a »na terenu« in razvojnim oddelkom na Japonskem.

**Ventil:** Ste prisotni v Sloveniji in kaj so vaši glavni cilji?

**F. Žaberl:** Doslej je FANUC pokrival območje Slovenije iz regionalnega centra v Pragi, pravkar pa so v polnem teku aktivnosti za ustanovitev podjetja v Sloveniji, ki bo postalo operativno jeseni 2013.

**Ventil:** Najlepša hvala za odgovore in uspešno poslovanje v Sloveniji.

Izr. prof. dr. Dragica Noe  
Uredništvo revije Ventil

# Nov hidravlični rotator »modularis drive« nosilnosti 5 in 10 ton

Franc MAJDIČ, Rafko VOJE, Alen LJOKI

**Povzetek:** V mobilni hidravliki se poleg hidravličnih motorjev pogosto uporabljajo tudi hidravlični rotatorji. Njihov namen je obračanje in ob tem kotno pozicioniranje bremen. Poleg osnovne funkcije je njihova naloga tudi napajanje orodja s hidravličnim oljem pod tlakom skozi rotator. Slabost rotatorjev je slabši mehansko-hidravlični izkoristek v primerjavi s hidravličnimi motorji, medtem ko je volumetrični izkoristek primerljiv z izkoristki hidravličnih motorjev, dostopnih na tržišču.

V prispevku je prikazan nov patentiran modularni koncept hidravličnega rotatorja, imenovanega »modularis drive«. Predstavljeni so: osnove delovanja rotatorja, podobnega zobniškemu motorju z notranjim ozobjem, numerični in analitični izračuni ter rezultati prvih meritev. Predstavljeni rezultati meritev našega hidravličnega rotatorja so na koncu primerjani še z rezultati meritev, izvedenih na konkurenčnih rotatorjih. Naštete so tudi prednosti in slabosti v primerjavi s konkurenčnimi rotatorji.

**Ključne besede:** mobilna hidravlika, hidravlični rotator, »modularis drive«©, prototip, numerični izračuni, analitični izračuni, meritve

## ■ 1 Uvod

Hidravlični rotatorji se uporabljajo za počasno in kontrolirano oziroma krmiljeno obračanje težjih bremen. Z njimi lahko dosežemo velike napore pri nizkih vrtilnih frekvencah. Izdelovalci rotatorjev običajno predpišejo najnižjo priporočeno vrtilno frekvenco, pri kateri se pogonska gred rotatorja še zvezno vrti [1].

Rotator deluje tako, da hidravlično kapljevino pod tlakom vedno dovajamo v 3 tlačne komore, medtem ko na nasprotni strani odvajamo kapljevino v rezervoar. V našem primeru je hidravlična kapljevina mineralno hidravlično olje ob najvišjem dopustnem tlaku 350 bar.

Oblika ozobja je takšna, da vedno tesni 3 tlačne komore in ne prepu-

Dr. Franc Majdič, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo; Rafko Voje, dipl. inž., KGL, d. o. o., Litija; Alen Ljoki, dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

šča olja pod tlakom v preostali del rotatorja. Seveda je to le teoretično, saj v praksi vedno nastopi notranje puščanje, ki zmanjšuje volumetrični izkoristek.

Slika 1 prikazuje prototip hidravličnega rotatorja za viseča bremena do 10 ton. Na zgornji strani ima 2 čepa, ki zapirata dovodni in odvodni kanal za napajanje orodja. Ostale izvrtine po obodu so namenjene pritrditvi orodja.

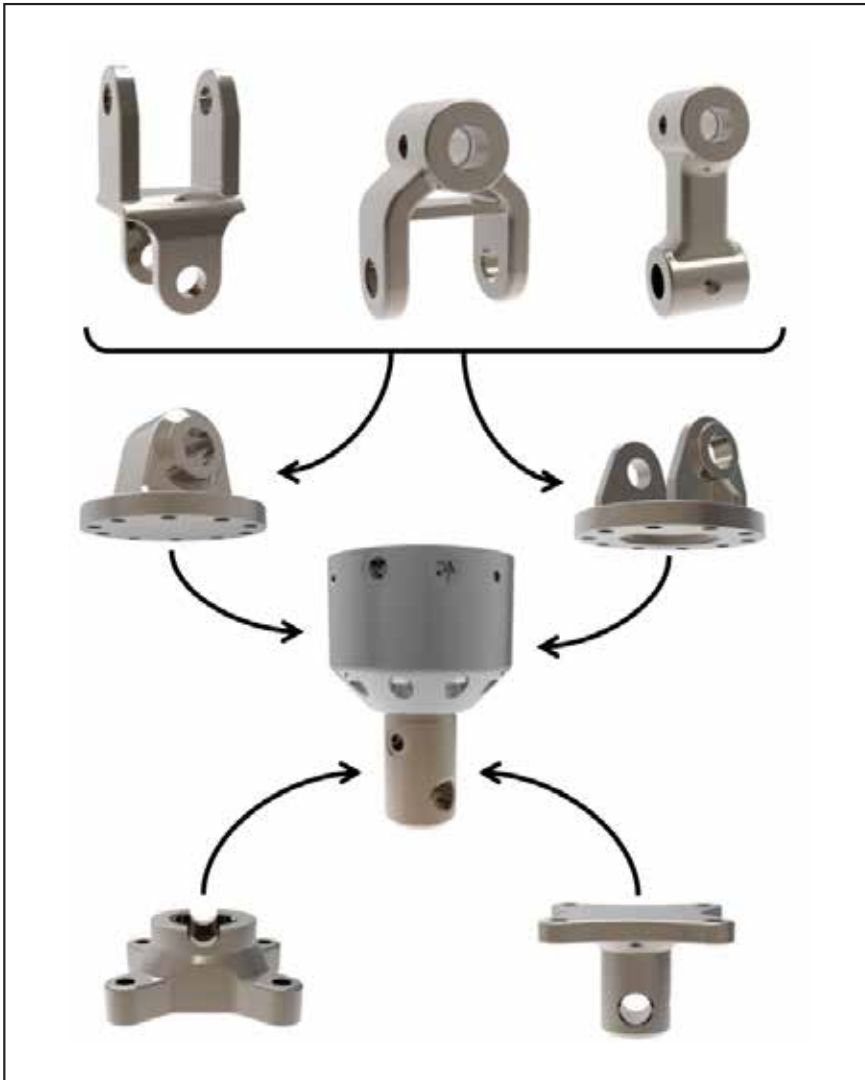
## ■ 2 Hidravlični rotator »modularis drive«

Hidravlični rotator »modularis drive« je tipa gerotor in spada med zobniške hidravlične motorje z notranjim ozobjem.

Navor na odgonski gredi nastane ob naslonu rotorjevega obroča na ohišje rotatorja, pri tem mu prosto gibanje omejuje rotor. Kapljevino pod tlakom dovajamo med rotor in rotorjev obroč.



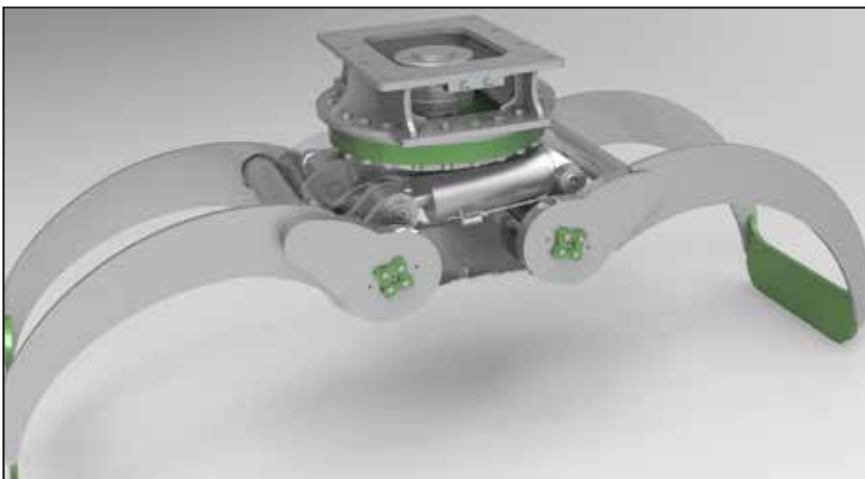
Slika 1. Prototip hidravličnega rotatorja KGL 10 t v fazi razvoja



**Slika 2.** Hidravlični rotator »modularis drive« z dodatki za pritrnitev različnih tipov orodij

Slika 2 prikazuje dodatke, ki bodo na voljo za različne tipe orodij, primernih za priključitev na hidravlični rotator.

Sestav na sliki 3 prikazuje hidravlični rotator aksialne nosilnosti 5 t v kompletu z orodjem in hidravličnima valjema za odpiranje in zapiranje klešč.



**Slika 3.** Hidravlični rotator, nameščen na klešče (zgoraj na sredini), za delo s hlodovino

### ■ 3 Analitično določeni in izmerjeni navor

Za primerjavo med izmerjenim in analitično določenim navorom na odgonski gredi smo izpeljali enačbo za izračun navora. Pri izpeljavi smo si pomagali s sliko 4, ki prikazuje fizikalno-geometrijske razmere rotatorja. Razvidne so tri tlačne komore, tri razbremenilne komore in vse pomembne dimenzije za izračun. Skupni navor na odgonski gredi sestavljata: navor, ki sledi iz delovanja tlaka na površino, in navor, ki je posledica odtrivanja rotorja od rotorjevega obroča [2]. Navor, ki nastane zaradi delovanja tlaka na razliko površin ploskev rotorja, znaša približno 5 % celotnega navora. Zaradi odtrivanja rotorja od rotorjevega obroča dobimo največji navor, ki znaša 95 % celotnega navora na odgonski gredi rotatorja. Predstavljena je enačba (1) za izračun navora zaradi odtrivanja rotorja od rotorjevega obroča [3].

$$M = \left( \left( \left( \frac{2 \cdot \pi \cdot r_{R \max}}{z} \right) \cdot b \cdot p \right) \cdot (\cos \alpha + \cos \beta + \cos \gamma) \right) \cdot \left( \left( r_{R \max} - \frac{2h}{3} \right) \cdot 0,001 \right)$$

Kjer za računsko izbran položaj rotorja proti obroču veljajo vrednosti: kot  $\alpha = 48^\circ$   
kot  $\beta = 10^\circ$   
kot  $\gamma = 25^\circ$

$r_{R \max}$  – največji polmer rotorja [mm]

$h$  – višina zoba rotorja [mm]

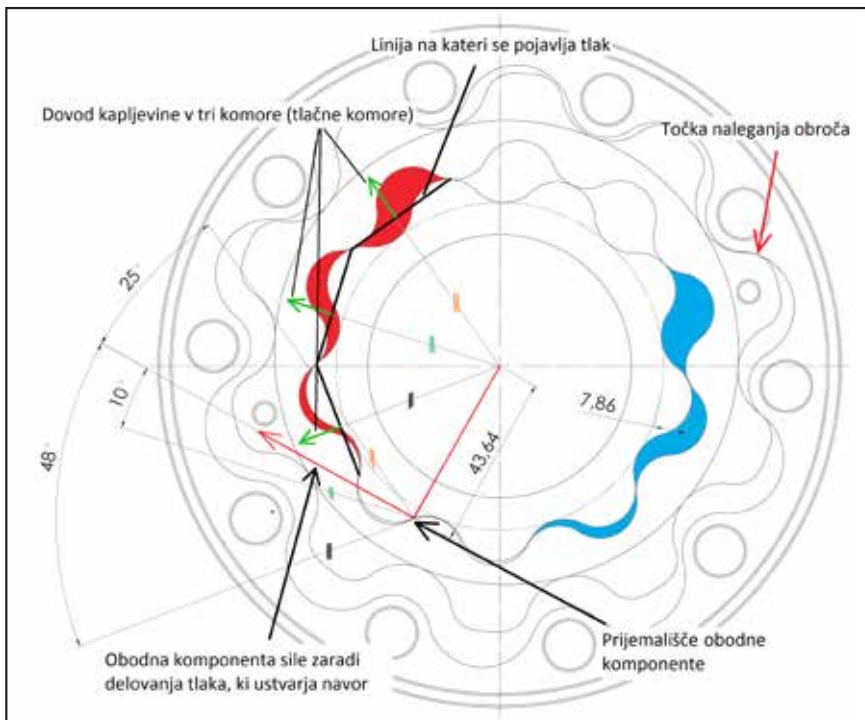
$b$  – širina rotorja [mm]

$p$  – tlak [N/mm<sup>2</sup>]

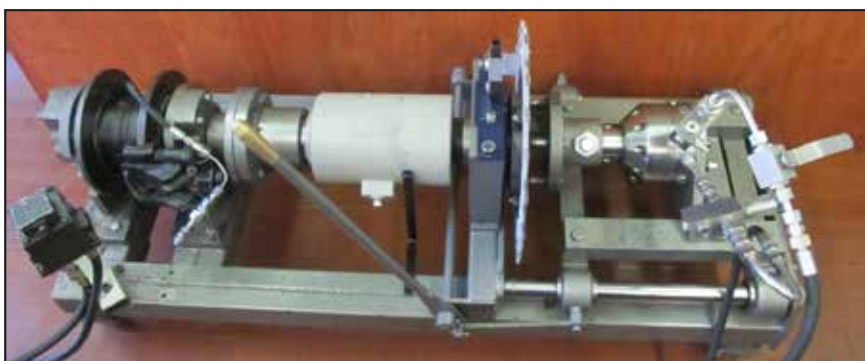
Celoten navor je vsota navora, zapisanega v enačbi 1, in navora, ki nastane zaradi delovanja tlaka na razliko površin ploskev.

Koti  $\alpha$ ,  $\beta$  in  $\gamma$  se med delovanjem hidravličnega rotatorja spreminjajo.

Merjenje navora smo izvajali v Laboratoriju za pogonsko-krmilno hidravliko (LPKH) na posebnem preizkuševališču za hidravlične motorje



**Slika 4.** Dimenzije, potrebne za analitični preračun navora na odgonski gredi hidravličnega rotatorja [3]



**Slika 5.** Preizkuševališče za testiranje hidravličnega rotatorja; sestavljajo ga: hidravlična zavora, merilnik navora, merilniki tlaka in pretoka.

in rotatorje. Slika 5 prikazuje prototip rotatorja nosilnosti 5 t, nameščena na preizkuševališču.

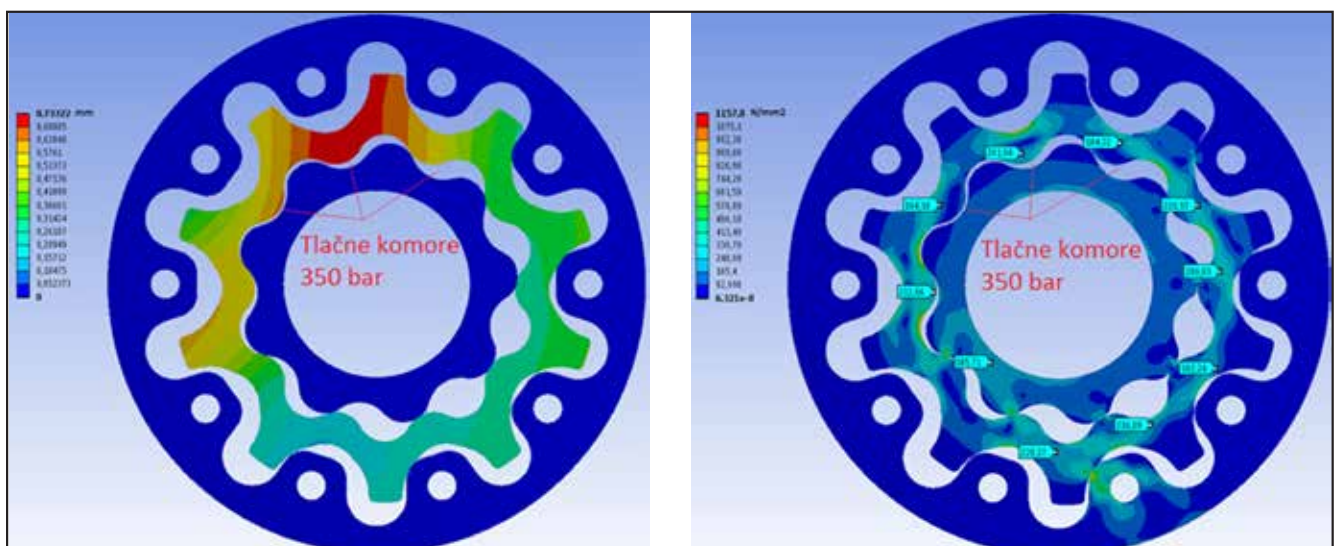
## 4 Numerični preračun delovanja

Pri trdnostnem preračunu rotatorja smo si pomagali s programom, namenjenem izračunu končnih elementov. Tako smo lahko ob različnih kombinacijah oblike ozobja po iterativni metodi dobili želen rezultat. Pri napetostih smo bili omejeni z mejo plastičnosti ustreznega materiala. Izvedli smo približno 60 numeričnih simulacij [4].

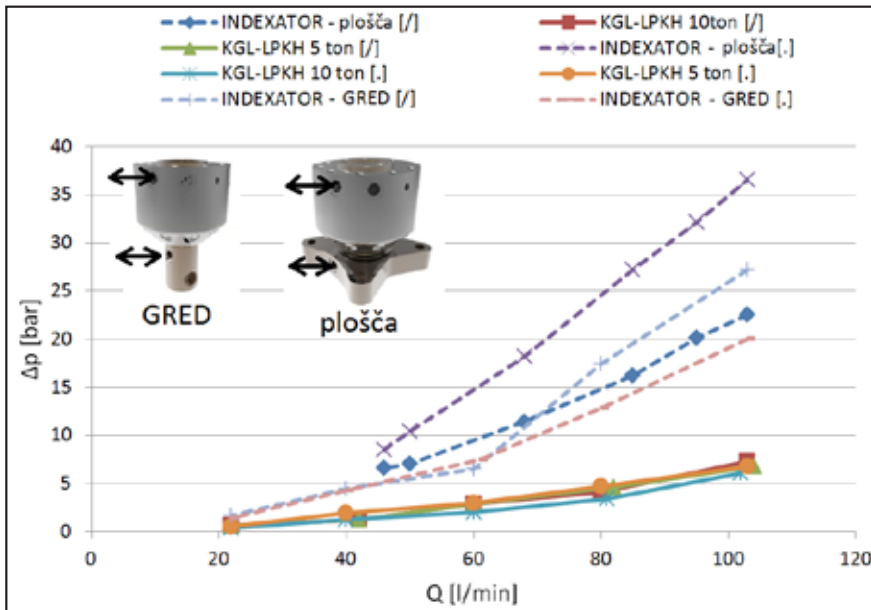
Slika 6 prikazuje obremenitvene razmere na rotatorju. Največje globalne napetosti znašajo do 230 MPa in so pod mejo plastičnosti za izbrani material.

## 5 Meritve prototipov nosilnosti 5 in 10 t in »primerjalne« meritve

Izvedli smo meritve treh različnih parametrov, in sicer: padeč tlaka v odvisnosti od pretoka pri napajanju orodja skozi rotator, navor na odgonski gredi v odvisnosti od vtočnega tlaka v rotator in padeč tlaka pri vrtenju gredi. Rezultate meritev prvih dveh parametrov naših in konkurenčnih rotatorjev podajamo na slikah 7 in 8.



**Slika 6.** Numerično izračunane napetosti pri največji obremenitvi rotatorja; globalne napetosti znašajo do 230 MPa (slika levo) [4], največje deformacije se pojavijo na rotorjevem obroču in znašajo 0,72 mm (slika desno) [4].



**Slika 7.** Izmerjeni padec tlaka v odvisnosti od pretoka pri napajanju orodja skozi rotator [5]

Slika 7 prikazuje rezultate meritev padca tlaka skozi rotator pri napajanju orodja za oba tipa našega rotatorja (nosilnosti 5 t in 10 t) in za primerjavo rezultate meritev, izvedenih na konkurenčnih rotatorjih [5].

Slika 8 prikazuje rezultate meritev navora dveh naših rotatorjev aksialne nosilnosti 5 t in 10 t in štirih konkurenčnih rotatorjev nosilnosti vsak po 5 t. Na teh štirih smo opravili meritve, večina konkurenčnih rotatorjev pa ni primernih za našo namensko uporabo zaradi velike razlike tlaka med vstopnim in izstopnim priključkom (padec tlaka  $\Delta p$ ) (nekateri dosegajo do 320 bar), zato jih nismo testirali. Največji navor, ki ga je dal naš rotator (10 t), je znašal 2500 Nm.

## 6 Zaključek

Za razvoj novega hidravličnega rotatorja smo se odločili zaradi njegovih pričakovanih prednosti v primerjavi z ostalimi rotatorji in hidravličnimi motorji. Kljub njegovi kompleksnejši obliki, v primerjavi s kon-

kurenčnimi, je možno ob dobrem optimiranju izdelati rotator za konkurenčno ceno. Pri optimiranju rotatorja smo si pomagali z numeričnimi izračuni in meritvami; tako smo lahko občutno zmanjšali njegovo težo. Pri razvojno-raziskovalnem delu smo si pomagali tudi s CFD-analizo, na podlagi katere smo določili ustrezno obliko vseh pretočnih kanalov.

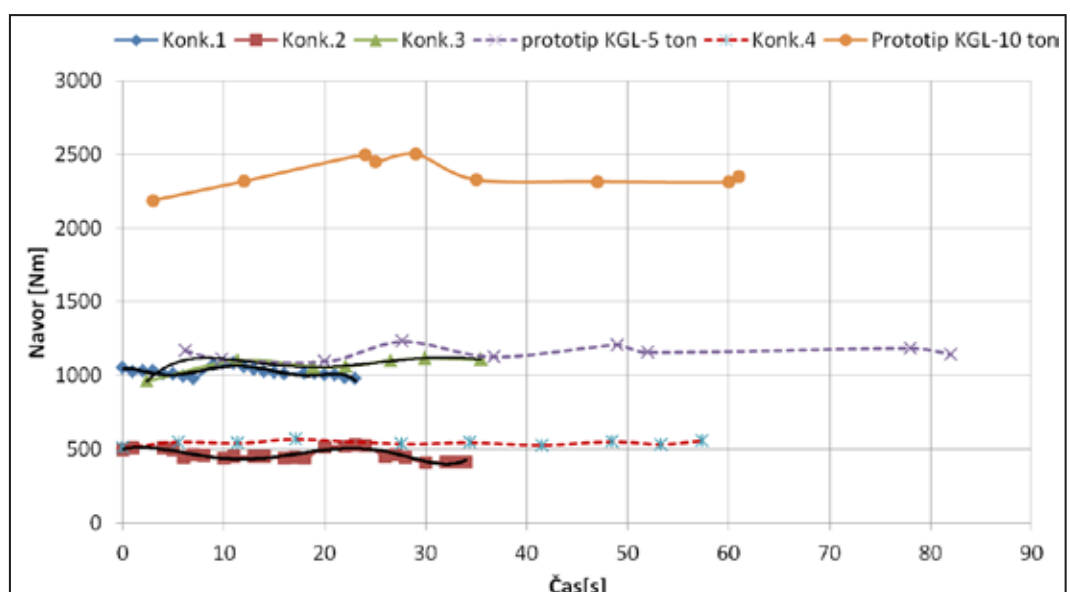
Prednosti našega rotatorja so v modularni gradnji, pri enakih ustreznih parametrih dosegajo večje navore od konkurenčnih pri sorazmerno majhni lastni teži, so kompaktni in

imajo bistveno manjše padce tlaka kot konkurenčni pri napajanju orodja skozi rotator. Ta padec tlaka znaša pri našem rotatorju (enako za izvedbi 5 in 10 ton) 6 bar, pri konkurenčnem rotatorju (enem izmed najboljših trenutno dostopnih na tržišču) pa tudi do 36 bar. S tem se pri uporabi našega rotatorja v primerjavi s konkurenčnimi privarčuje do 5 kW pogonske moči.

V nadaljevanju razvoja sledita izvedba trajnostnih testov rotatorja in izboljšava mehansko-hidravličnega izkoristka.

## Literatura

- [1] Pezdarnik, J., Majdič, F.: Hidravlika in pnevmatika, Ljubljana, 2011.
- [2] Ivantysyn, J., Ivantysynova, M.: Hydrostatic pumps and motors: Principles, Design, Performance, Modelling, Analysis, Control and Testing, Akademia Books International; 2001.
- [3] Majdič, F., Meden, M., Ljoki, A.: Interni izračun iztislnine in momenta gerotor hidravličnega motorja, 2012.
- [4] Ljoki, A., Pezdarnik, J.: Interna analiza hidravličnega motorja tipa gerotor, Ljubljana, 2012.
- [5] Majdič, F., Ljoki, A.: Interno poročilo meritev oljnega hidravličnega KGL gerotorja, 2012.



**Slika 8.** Izmerjeni navor pri vtočnem tlaku 320 bar in 10 vrt./min [5]

## The new 5- and 10-ton concept for the hydraulic rotator "modularis drive"

**Abstract:** In the field of mobile hydraulics, in addition to hydraulic motors there are the commonly used hydraulic rotators. Their purpose is rotating and the angular positioning of loads. As well as the rotator basic function is the supply of tools with hydraulic oil under pressure through the rotator. The biggest disadvantage of the currently available hydraulic rotators is the reduced mechanical-hydraulic efficiency, while the volumetric efficiency is comparable to the efficiency of the hydraulic motors available on the market.

The article shows a newly patented modular concept of hydraulic rotator called "modularis drive." Presented are the basic operations of the gear motor with an internal gear, numerical and analytical calculations and the results of the first measurements. Here we show the results of our measurements of the hydraulic rotator and a comparison with competing motors. At the end are listed the advantages and disadvantages of these competing rotators.

**Keywords:** mobile hydraulics, hydraulic rotators, "modularis drive" ©, prototypes, numerical calculations, analytical calculations, measurements



6. INDUSTRIJSKI FORUM IRT 2014

Portorož  
9. - 11. junij 2014

**Dodatne informacije:**

Industrijski forum IRT, Motnica 7 A, 1236 Trzin  
tel.: 01/5800 884 | faks: 01/5800 803  
e-pošta: info@forum-irt.si | www.forum-irt.si

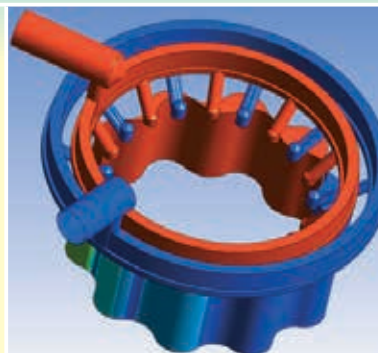
**NAJPOMEMBNEJŠI STROKOVNI  
DOGODEK ZA INDUSTRIJO**

## LABORATORIJ ZA POGONSKO-KRMILNO HIDRAVLIKO

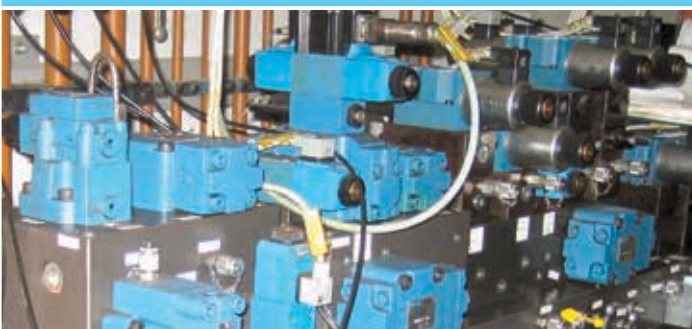
*Smo laboratorij z dolgoletno tradicijo na področju pogonsko-krmilne hidravlike. Ukvarjamo se z oljno in tudi ekološko prijazno vodno PK hidravliko, pri tem pa uporabljamo sofisticirano in sodobno merilno in programsko opremo. To se odraža v večjem številu uspešno zaključenih projektov in sodelovanju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

*Obrnite se na nas, če potrebujete:*

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



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







## >> Quality connects – with certainty ...

### Our strengths ...

Highly-qualified employees, know-how gained over many years of experience, processing of high-quality materials in accordance with international norms and standards, continuous quality management.

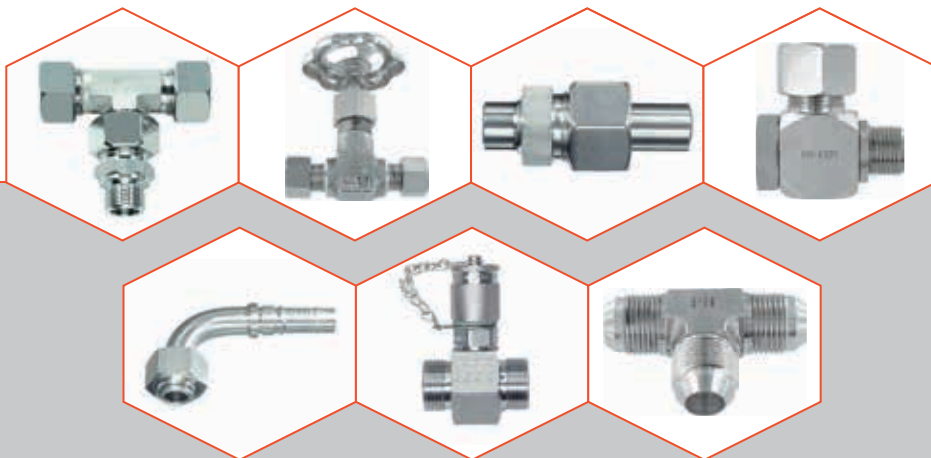
### ... your advantage

Maximum process reliability with concurrent minimisation of machine downtimes.

- Chemical plants
- Foundry and rolling mill technology
- Paper machines
- Hydraulic engineering and shipbuilding
- Offshore technology
- Fluid media
- Aggressive media

### PH Industrie-Hydraulik:

Your manufacturer for stainless steel fittings and connectors.



PH products are approved by the following certification companies:

- Russian Maritime Register of Shipping (RMRS)
- American Bureau of Shipping (ABS)
- Lloyd's Register of Shipping (LR)
- Rina
- GOST
- UkrSEPRO
- Det Norske Veritas (DNV)
- Germanischer Lloyd (GL)
- Bureau Veritas (BV)
- We are certified in accordance with ISO 9001 through Lloyd's Register

### PH Industrie-Hydraulik

Gewerbegebiet-Stefansbecke 37 • D-45549 Sprockhövel (Haßlinghausen) • Germany

Phone: +49 (0) 23 39 - 60 21 | 60 22 • Fax: +49 (0) 23 39 - 45 01 • info@ph-hydraulik.de • www.ph-hydraulik.de

# Naprava za testiranje malih gospodinjstskih aparatov v proizvodnji

Janez POGORELC, Darjan LESKOVAR

**Izvleček:** V prispevku opisujemo izvedbo krmilnega dela naprave za testiranje kuhinjskih opekačev kruha (toasterjev) v proizvodnem podjetju. Jedro krmilnega sistema je zgrajeno na osnovi mikrokrmilnika MSP430 proizvajalca Texas Instruments. Od krmilja za testirno napravo se zahteva avtomatizirano vklopjanje toasterja, merjenje intervala vklopa in električne moči. Potrebno je tudi beleženje vseh rezultatov za kasnejšo statistično obdelavo. Mikrokrmilnik služi kot vmesni člen med mehanskim delom testirne naprave in osebnim računalnikom, na katerem teče programska oprema za upravljanje testirne naprave. Programska oprema na osebnem računalniku teče v okolju LabVIEW, za katero smo razvili tudi potrebne knjižnice za komunikacijo s krmilnikom. Načrtali smo tudi vsa potrebna tiskana vezja za delovanje krmilnika in vhodno-izhodnih enot.

**Ključne besede:** opekač kruha, testiranje delovanja, mikrokrmilnik, LabView

## ■ 1 Uvod

V podjetju Eurel, d. o. o., sta bila za družbo Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH razvita dva različna tipa opekačev kruha, Bosch **TAT8SL1B3** in Siemens **TT911P2**. Podjetje poleg velikoserijske proizvodnje opekačev izdeluje še grebenasta stikala, električne konektorje in brizgane plastične komponente. Vsem je skupna potreba po zagotavljanju kvalitete, kar dosegajo s trajnostnim testiranjem izdelkov, preden jih pošljejo naročniku oz. kupcu.

Za podjetje je ključnega pomena, da je proizvedeni izdelek funkcionalen in brez napak, ustrezati pa mora tudi estetskim specifikacijam vso načrtovano življenjsko dobo. Trajnostno testiranje izdelkov podjetju omogoči sprotno spremljanje kakovosti lastne proizvodnje in sestavnih delov izdelka. V opekačih je vgrajenih 84 oziroma 33 sestavnih

delov, od katerih v podjetju izdelujejo le brizgane plastične sestavne dele, ostale pa prispevajo zunanji dobavitelji. Z rezultati trajnostnega testa je mogoče pri dnevnem preverjanju hitro zaznati padec kakovosti sestavnih delov, dolgoročno pa to omogoča izboljševanje samega aparata oziroma odpravljanje konstrukcijskih pomanjkljivosti.

V nadaljevanju opisujemo razvoj in izdelavo krmilnega dela sistema za testiranje kuhinjskih opekačev kruha, katerega jedro predstavlja mikrokrmilnik **MSP430** proizvajalca Texas Instruments. Od krmilja za testirno napravo se zahteva avtomatizirano vklopjanje toasterja, merjenje časa vklopa in električne moči. Potrebno je tudi beleženje vseh rezultatov za kasnejšo statistično obdelavo. Mikrokrmilnik služi kot vmesni člen med mehanskim delom testirne naprave in osebnim računalnikom, na katerem teče programska oprema za upravljanje testirne naprave. Programska oprema na osebnem računalniku teče v okolju **LabVIEW**, za katero smo razvili tudi potrebne knjižice za komunikacijo s krmilnikom. Načrtali in izdelali smo tudi vsa potrebna tiskana vezja za delovanje krmilnika, napajalnega dela in vhodno-izhodnih enot.

## ■ 2 Trajnostno preizkušanje opekača

Aparat **TAT8SL1P2** (slika 1) je opekač srednjega razreda z dvema režama za vstavev kruha. Upravljanje poteka z dvema gumboma za nižanje in višanje časa pečenja, ki ga vidimo na LED-lestvičnem prikazu. Izbiramo lahko med devetimi različnimi časi pečenja, pri čemer si aparat zapomni zadnji nastavljeni čas. Na zgornjem delu ima izvlečljive žične nosilce, kamor lahko postavimo kruh in ga ogrejemo. Kot grelna telesa so uporabljeni štirje cevni infrardeči grelci iz kvarčnega stekla. Deklarirana priključna moč aparata je 860 W.

Podoben model za testiranje v proizvodnji, vendar iz kvalitetnejših materialov, je aparat **TT911B3**.



Slika 1. Opekač kruha TAT8SL1P2

Mag. Janez Pogorelc, univ. dipl. inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Darjan Leskovar, dipl. inž., Eurel, d. o. o., Poljčane

## 2.1 Zahteve za izvedbo testirne naprave

V proizvodnji opekačev so zahtevani naslednji načini testiranja aparata:

- hiter preizkus delovanja (1 vklop),
- intenzivnejši test uporabe (45 vklopov, trajanje 2,5 ure),
- test življenjske dobe (7000 vklopov, trajanje 30 dni),
- sprotne spremljanje kakovosti in opozarjanje na morebitne pre zgodnje odpovedi aparata,
- določeni vzorčni testi trajajo tudi do 30 dni neprekinjeno.

Kot rešitev se ponuja avtomatizirana naprava, sestavljena iz mehanskega in krmilnega dela.

Specifikacija zahtev testirne naprave:

- vklapljanje opekača v določenih časovnih intervalih,
- merjenje delovne moči opekača,
- arhiviranje vseh testov,
- razmeroma velika svoboda pri nastavljanju parametrov,
- možnost hitrega preprogramiranja oz. prilagajanja izdelkom.

## 2.2 Mehanski del testirne naprave

Naloga mehanskega dela testirne naprave je avtomatizirano vklapljanje opekačev v vnaprej določenih časovnih intervalih (slika 2). V ta namen ima naprava vgrajenih dvanajst testirnih gnezd, kamor položimo opekač in ga privijamo, da se med testom ne more premikati. Vklapljanje je izvedeno z linearnimi in rotacijskimi pnevmatskimi aktuatorji, ki so krmiljeni z elektromagnetnimi ventili. Naprava zato potrebuje tudi dovod stisnjenega zraka. Na napravi sta na vsak opekač dve vtičnici za priklop, kjer lahko izbiramo med napetostma 230 in 250 V. Standard namreč zahteva testiranje pri 10 % višji napetosti od omrežne. Vsako testirno mesto ima tudi tipkali za začetek in ustavitev testa.

Testirna mesta na napravi niso popolnoma enaka. Šest gnezd je namenjenih testiranju opekača **B3**, ostalih šest pa za model tipa **P2**. Štiri testirna mesta za model **B3** omogočajo le vklop opekača, ostali



Slika 2. Testirna naprava z opekači

dve pa tudi spreminjanje časa vklopa. Podobno imamo pri modelu **P2**, kjer tri mesta omogočajo zgolj vklop, ostala tri pa vse, kar lahko z opekačem počne uporabnik, npr. spreminjanje časa vklopa, premikanje žičnih nosilcev kruha in predčasn izklop aparata.

Strojni del testirne naprave omogoča:

- manipulacijo z opekačem – pnevmatski aktuatorji, krmiljeni z elektromagnetnimi ventili;
- zaznavanje opekača in stanja aktuatorjev – induktivni senzorji;
- ukaz za začetek in ustavitev testa – dvoje tipkal na vsakem testirnem mestu;
- signalizacija stanja testa – lučka v vsakem tipkalu;
- merjenje delovne moči – 12 P/E pretvornikov MI413 s pripadajočimi tokovniki.

## 2.3 Krmilje testirne naprave

Krmilje mora zagotavljati sočasno, vendar med sabo neodvisno testiranje dvanajstih opekačev (po šest za vsak model). Vsakemu testirnemu mestu je možno določiti lastne parametre testa, kot so število vklopov, časovni intervali vklapljanja in meje rumenega ter rdečega alarma

za izmerjeno moč. Krmilje preko tipkal sprejema uporabniške ukaze za začetek oziroma ustavitev testa in proži elektromagnetne ventile, ki krmilijo pnevmatske aktuatorje.

Uporabnik preko nadzornega programa v okolju **LabVIEW** [4] zaganja in končuje teste, pregleduje rezultate ter ima popoln nadzor in pregled nad stanjem testirne naprave ter njenega krmilja. Osebni računalnik je preko **USB**-vodila povezan z vodilnim mikrokrmilnikom **MSP430 Master**. Vodilni mikrokrmilnik komunicira s posameznimi (3) mikrokrmilniki **MSP430 Slave** preko **I2C**-vodila.

Lastnosti vhodno-izhodnih vmesnikov testirne naprave krmilnika **MSP430 Slave**:

- 58 galvansko ločenih digitalnih izhodov s 24 V nivoji,
- 44 galvansko ločenih digitalnih vhodov s 24 V nivoji,
- 12 analognih vhodov z območjem od 0 do 5 V.

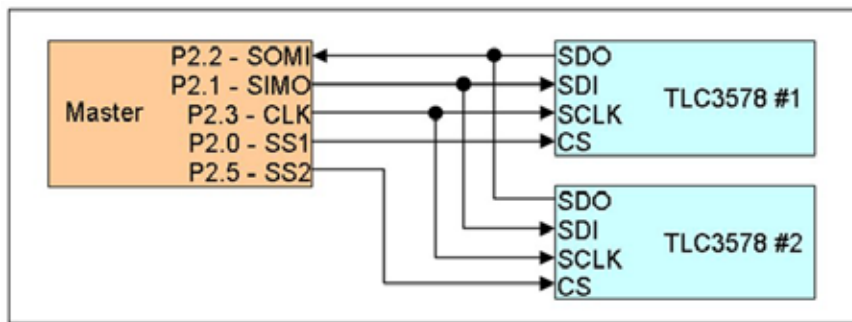
Nadzorni program v okolju **LabVIEW** ima popolno kontrolo nad testirno napravo, pri čemer je nadzorni (**PC**) računalnik zaradi možnosti požara nameščen v ločenem prostoru, da se podatki ne izgubijo.

### ■ 3 Pomembnejši sklopi testirnega sistema

#### 3.1 Mikrokrmilnik MSP430

**MSP430Fxxx** [1, 2, 3] proizvajalca Texas Instruments je družina mikro-krmilnikov, katerih pomembna lastnost je prilagojenost za čim nižjo porabo energije. Dobavljiv je v številnih izvedenkah, ki se razlikujejo po največji hitrosti ure in dodatnih perifernih enotah, med katerimi so najpogostejši časovniki, **A/D-** in **D/A-**pretvorniki, modul za direkten dostop do pomnilnika in komunikacijske enote. Nekatere izvedenke imajo še dodatne enote, kot so komparatorji, operacijski ojačevalniki, strojni množilniki ali **LCD-**gonilniki.

V aplikaciji (slika 3) so bili uporabljeni štirje mikrokrmilniki **MSP430**, kot Master je bil uporabljen **MSP430F169**, kot mikrokrmilniki Slave pa so služili trije **MSP430F155**. Vsi mikrokrmilniki so v ohišju **LQFP** s



Slika 4. Zajemanje 12 analognih signalov moči

- 64 priključki. Pomembnejše lastnosti:
- 16-bitna centralna procesna enota **RISC**,
  - hitrost ure: do 8 MHz,
  - količina pomnilnika: do 64 kB,
  - 48 vhodno-izhodnih priključkov,
  - **A/D-** in **D/A-**pretvornik,
  - Časovniki,
  - strojni množilnik,
  - komunikacijski modul **USART** (komunikacijski protokol **I2C**, **SPI** ali **UART**).

Za razvoj programov tako v zbirnem jeziku kot tudi C-jeziku se upora-

blja integrirano programirno okolje Texas Instruments Code Composer **CCS** [6].

#### 3.2 Meritev moči

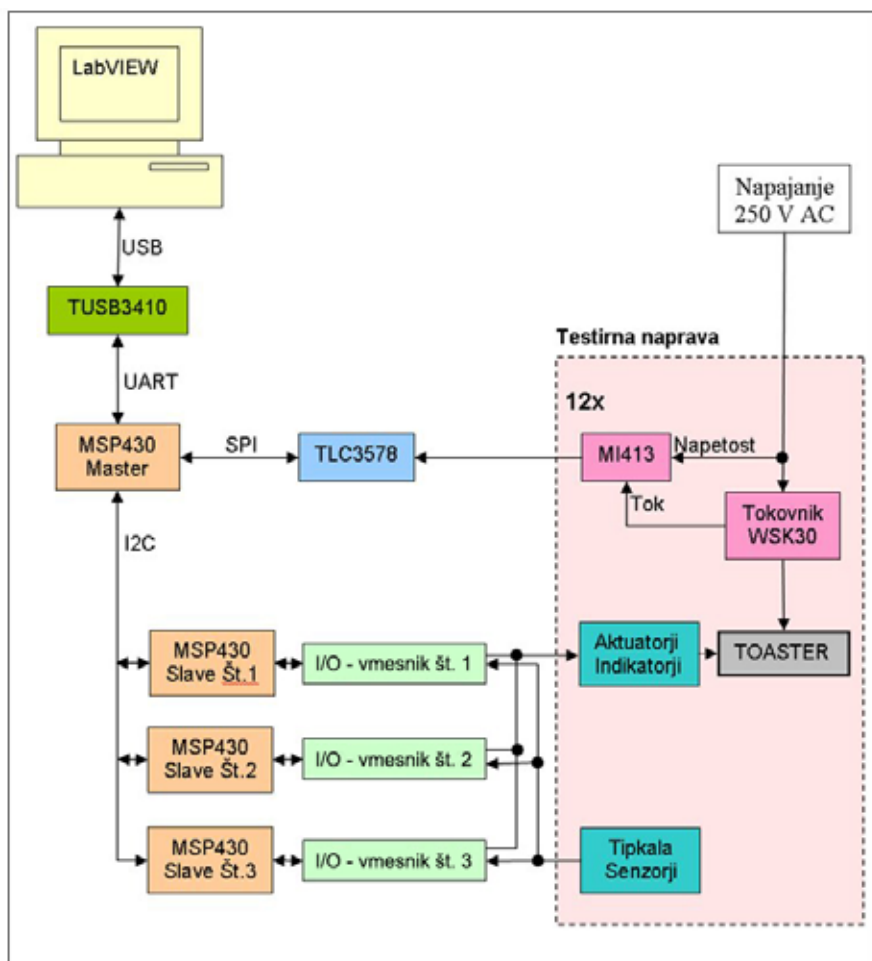
**MSP430 Master** je za zajem moči (slika 4) povezan z dvema **A/D-**pretvornikoma **TLC3578**, s katerima komunicira po protokolu **SPI**. Podobno kot pri **I2C** je tudi **SPI-**komunikacija izvedena programsko.

Kot **A/D-**pretvornik bi lahko uporabili kar mikrokrmilnik **MSP430** z ustreznim modulom, vendar pa se zanj nismo odločili zaradi manjše hitrosti, ki bi jo z njim lahko dosegli. Pri **A/D-**pretvorbi namreč potrebujemo veliko število odtipkov na kanal, da izračunamo povprečje in zmanjšamo vpliv šuma. Mikrokrmilnik Master generira takt s frekvenco, ki je zelo blizu največje možne programsko generirane frekvence, temu pa Slave na drugi strani s tipanjem signala ne bi mogel slediti oziroma bi se zelo povečala možnost napak. Pretvornik **TLC3578** ima komunikacijo **SPI** izvedeno strojno z največjo frekvenco takta 20 MHz, njegova prednost pa je tudi vhodno napetostno območje 0–10 V, zato ni potrebe po napetostnem delilniku.

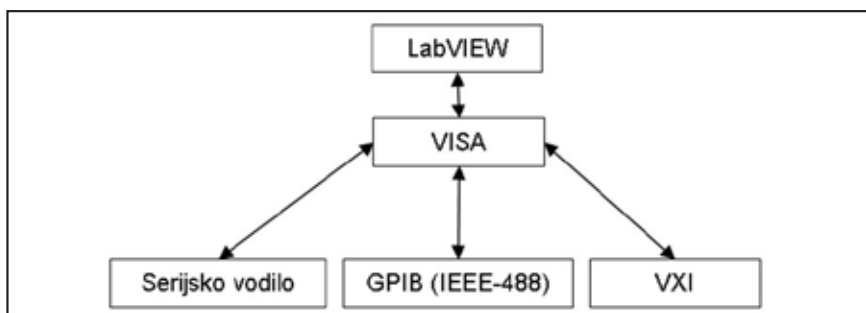
Vsako izmed 12 testirnih gnezd na testirni napravi (slika 3) vsebuje integrirani merilnik delovne moči (**MI413**), ki zajema izmenično napajalno napetost in tok s pomočjo tokovnega transformatorja (**WSK30**).

#### 3.3 UART/USB-pretvornik TUSB3410

Integrirano vezje **TUSB3410** [5] proizvajalca Texas Instruments je dvo-smerni pretvornik med komunika-



Slika 3. Blokovna shema testirnega sistema



Slika 5. Programsko okolje VISA

cijskim protokolom USB in UART. Po priklopu in instalaciji gonilnikov se operacijskemu sistemu predstavi kot **Virtual COM** port oziroma navidezna serijska vrata. Podpira vse funkcije fizičnih serijskih vrat, kot so 5- do 8-bitna dolžina znaka, zaznavanje sode in lihe paritete ter 1-, 1,5- in 2-bitna dolžina bita STOP. To pomeni, da lahko na računalnik preko **USB**-vrat priključimo katerokoli serijsko napravo, vendar pa moramo pri napravah, namenjenih priključitvi na fizična serijska vrata, prilagoditi napetostne

nivoje signalov. Temu je namenjeno npr. vezje **MAX3238**. Drugače pa lahko **TUSB3410** in mikrokrmilnik **MSP430** oziroma katerokoli napravo na istem napetostnem nivoju (+3,3 V) povežemo neposredno.

S **TUSB3410** ustvarjena virtualna serijska vrata omogočajo hitrosti od 50 do 921.600 bitov na sekundo in so lahko konfigurirana v tri različne podatkovne načine **RS-232**, **RS-485** in **IrDA**. Privzet in v aplikaciji uporabljen je način RS-232.

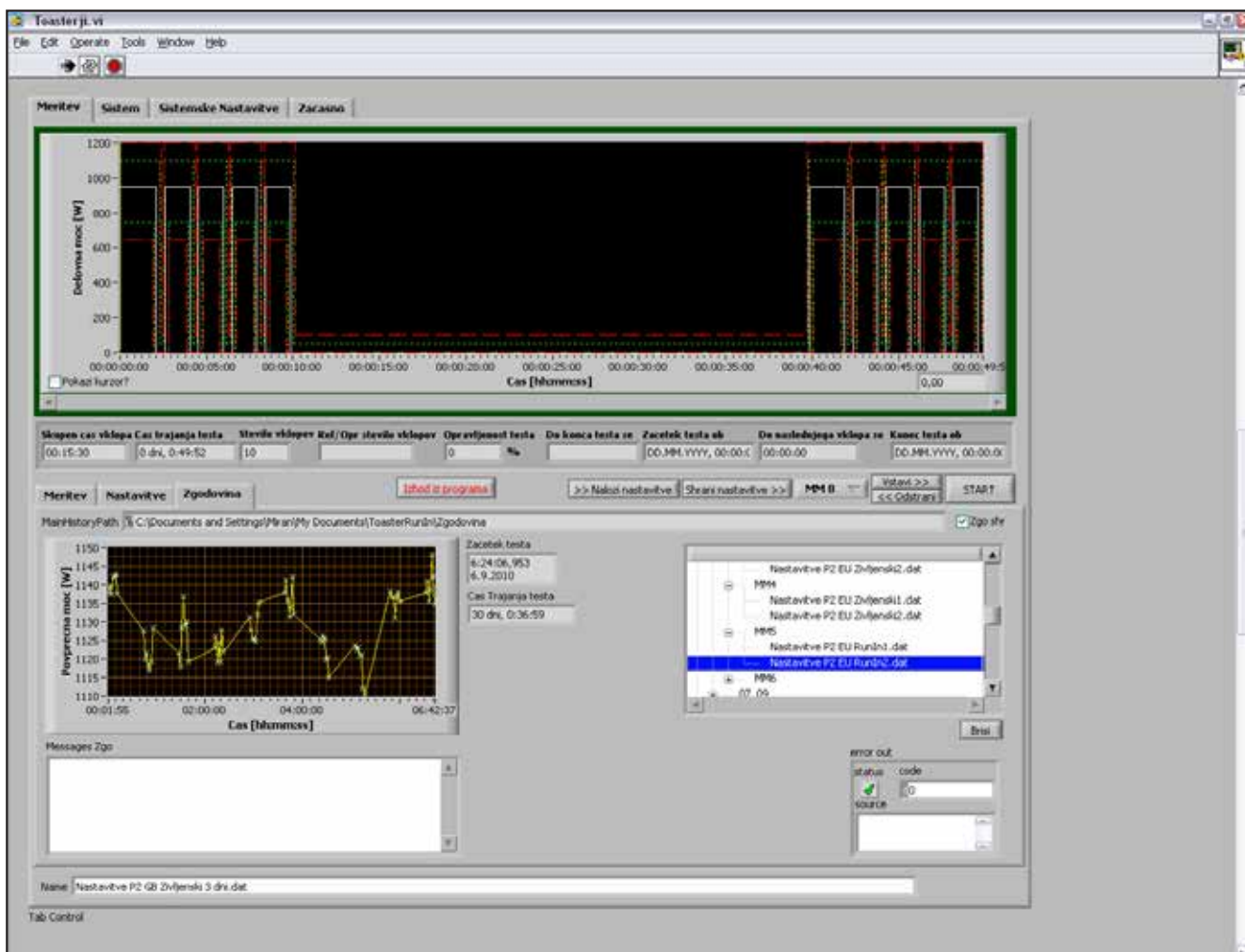
## 4 Programska oprema

### 4.1 Programsko okolje NI LabVIEW

V okolju **LabVIEW** [4] je program uporabniškega vmesnika sestavljen iz dveh delov, prednje plošče in blokovnega diagrama. Okno blokovnega diagrama predstavlja dejanski algoritem, prednja plošča pa predstavlja uporabniški vmesnik programa, ki ga s pomočjo različnih gumbov, prikazovalnikov in indikatorjev oblikujemo po svojih željah.

Namen nadzorne programske opreme je grafični in številčni prikaz poteka testa, nastavljanje vseh za test potrebnih parametrov, omogočiti popoln nadzor nad krmiljem in vse to ponuditi preko operaterju razumljivega uporabniškega vmesnika.

Uporabniške funkcije nadzorne programske opreme, s katerimi prihaja



Slika 6. Primer prikaza rezultatov zgodovine testa

v stik operater, so naslednje:

- tristopenjska nastavljivost intervala vklopov;
- proženje začetka in predčasnega konca testa je možno tako preko uporabniškega vmesnika kot preko tipkal na napravi;
- grafični in številčni prikaz trenutne delovne moči;
- po koncu vsakega vklopnega intervala izračun povprečne moči;
- določitev rumene in rdeče opozorilne meje, znotraj katerih mora biti delovna moč; vrednosti izven teh meja kažejo na slab opekač;
- izračun in prikaz posrednih informacij, kot so čas začetka testa, čas trajanja in predviden čas konca testa, procentualno opravljenost testa in opravljeno število vklopov;
- shranjevanje vseh rezultatov v zgodovino, da je možna kasnejša analiza.

## 4.2 Programsko okolje VISA

Nižjenivojska funkcija nadzornega programa je komunikacija s komponentami testirne naprave, kamor sodijo mikrokrmilniki **MSP430** in A/D-pretvornik. Strojni del povezave osebnega računalnika in krmilnika **MSP430** je **USB/UART**-pretvornik

**TUSB3410**, ki ga računalnik prepozna kot virtualna serijska vrata. Programski del pa je komunikacijski sistem **VISA** v okolju **LabVIEW**. **VISA** (Virtual Instrument Software Architecture) [4] predstavlja standardizirani jezik za računalniško podprto komunikacijo z instrumenti (slika 5).

### ■ 5 Zaključek

V okolju **LabVIEW** je bil razvit nadzorni program za upravljanje testirne naprave. Za mikrokrmilnike **MSP430** so bile v C-jeziku razvite funkcije, ki omogočajo krmilniku **I2C** in **SPI** programsko komunikacijo z združljivimi napravami (slika 7). Za okolje **LabVIEW** so bile razvite tudi funkcije za komunikacijo po vodilu **I2C** in **SPI** (vmesnik je sistem **TUSB3410** – krmilnik **MSP430**) ter funkcije za neposreden nadzor krmilnika (okolje **LabVIEW** lahko naslavlja katerokoli krmilnikovo pomnilniško mesto).

Začetne težave zaradi motenj delovanja mikrokrmilnikov smo rešili z ustreznimi ukrepi (oklopi, blokovnimi kondenzatorji, kvaliteten napajalnik). Stroškovna analiza je

pokazala, da je izvedba aplikacije s krmilniki **MSP430** bistveno cenejša kot z namenski **DAQ**-karticami podjetja National Instruments.

Testirni sistem v podjetju Eurel, d. o. o., uspešno deluje že več kot leto dni (slika 6). Ukrepanje na osnovi analize rezultatov testiranja povratno vpliva na kvaliteto proizvodnje in s tem na višjo dodano vrednost izdelka.

### Viri

- [1] Chris Nagy – Embedded Systems Design Using The TI MSP430 Series, Elsevier Science (USA), 2003.
- [2] Jerry Luecke – Analog And Digital Circuits For Electronic Control System Applications, Elsevier Science (USA), 2004.
- [3] MSP430x1xx Family User's Guide (Rev. F) (<http://focus.ti.com/lit/ug/slau049f/slau049f.pdf>).
- [4] LabVIEW VISA tutorial ([www.ni.com/support/visa/vintro.pdf](http://www.ni.com/support/visa/vintro.pdf)).
- [5] Texas Instruments SLAA276 – MSP430 USB Connectivity using TUSB3410.
- [6] J. Pogorelc, Uvod v programiranje mikrokrmilnikov, zbrano gradivo za predavanja, CD-zgoščenka, ISBN 86-435-0694-X, UM-FERI, 2005.

## Device for testing small home-appliances in production

**Abstract:** This paper presents the implementation of the control unit of a device for testing toasters in a manufacturing company. The core of the control system is based on the MSP430 microcontroller from Texas Instruments. Since the control for testing the device requires automated On/Off switching toasters, measuring the start interval and also electric power, it is also necessary to record all of the results for later statistical processing. The microcontroller serves as the interface between the mechanical part of the testing devices and a PC, which is running the management software for the testing devices. The software on the PC runs in the LabVIEW environment, for which we have developed the necessary libraries for communication with the controller. We have also developed all the necessary printed-circuit boards for the controller and the input/output units..

**Keywords:** toaster, functional testing, microcontroller, LabView



**INTRONIKA**  
SLOVENIA  
29.-31.01.2014, [www.intronika.si](http://www.intronika.si)

Mednarodni sejem za industrijsko in profesionalno elektroniko ...  
International Trade Fair for Industrial and professional electronic ...



Tehnološki center SEMTO, ob pomoči soorganizatorjev, že vrsto let prireja znanstvene konference, posvetovanja in delavnice usmerjene na določena ožja strokovna področja. Na teh konferencah se srečujejo strokovnjaki, raziskovalci, razvijalci in tehnologi iz industrije in raziskovalnih organizacij, predstavijo svoje dosežke in izmenjujejo izkušnje.

**Vabimo vas na:**

## **Konferenco SEMTO 2013: *MERITVE EMC***

**Elektromagnetna združljivost, zanesljivost in trajnostna doba elektronskih sklopov in komponent**

**v četrtek, 17. oktobra 2013,**

**v konferenčni dvorani podjetja Emona Efekta, Stegne 21/c v Ljubljani.**

### **Teme konference:**

- Pregled laboratorijev in opreme na področju meritev in testiranj elektro magnetne združljivosti.
- Zakonodaja, predpisi, nadzor skladnosti električne opreme glede elektromagnetne združljivosti.
- Srečanja strokovnjakov, izmenjava izkušenj, predstavitev nove opreme.
- Predstavitev EMC meritev in testov vrhunskih strokovnjakov iz industrijskih in inštitutskih laboratorijev.
- Predstavitev projekta »Virtualni EMC laboratorij«, ki poteka v okviru Centra odličnosti NAMASTE.
- Vprašanja, razprave, navezovanja stikov in druženje.

### **Program konference::**

Konferenca je razdeljena na dva dela. V prvem delu bodo predavatelji obravnavali splošne teme o nadzoru skladnosti glede na EMC, ter novosti na področju tržnega nadzora v Sloveniji in EU. K sodelovanju smo pritegnili Tržni inšpektorat RS, ki izvaja nadzor. Seznanili se boste s postopki in predpisi in se izognili marsikateri težavi ali celo odločbi o prepovedi in umiku proizvoda s prodajnih polic. O novostih v regulativi in tržnem nadzoru v EU nas bo seznanil sodelavec Gospodarske zbornice RS.

V drugem delu bodo predstavljene aktualne EMC meritve in testi, zlasti novosti in nova oprema v laboratorijih. K sodelovanju smo pritegnili vse ključne EMC laboratorije v Sloveniji. Dobili boste pregled meritev v teh laboratorijih in lahko navezali stike z vodilnimi strokovnjaki. Predstavljen bo projekt »Virtualni EMC laboratorij«, v okviru katerega je izdelana **podatkovna baza**, v kateri so zajeti vodilni laboratoriji na področju EMC in varnosti v Sloveniji in ki uporabnikom posreduje informacijo o meritvah v teh laboratorijih. V bazi podatkov so dostopne relevantne informacije o razpoložljivi **opremi**, izkoriščenosti opreme, **merilnih postopkih** in **usposobljenosti** za meritve.

### **Prijave in kotizacija:**

**Že danes si rezervirajte čas za udeležbo na dogodku!** Prosimo, da predhodne prijave na posvet opravite preko elektronske pošte: [semto@semto.si](mailto:semto@semto.si). Poleg imena in priimka vpišite ime firme, funkcijo, elektronski naslov in telefon. Kotizacija za konferenco je 120 eur + DDV. Povprašajte za popuste! Člani TC SEMTO in študenti ne plačajo kotizacije!

Informacije o konferenci dobite na spletni strani: <http://www.semto.si> ali jih zahtevate po elektronski pošti [semto@semto.si](mailto:semto@semto.si), ali po telefonu **01 5191281**. Naslov organizatorja: TC SEMTO, Stegne 27, 1000 Ljubljana.



# Enovit pristop za usposabljanje strokovnjakov iz elektromehanske industrije

Andreja ROJKO, Helena MIŠ ŠMALC, David ROZMAN, Janez ŠKRLEC

**Izveček:** Elektromehanska industrija se neprestano sooča z obsežnimi spremembami, ki jih prinaša razvoj številnih novih tehnologij. Redno usposabljanje zaposlenih in s tem uvajanje novega znanja ter vzpodbujanje inovativnosti olajšajo prilagajanje tem spremembam. V prispevku je predstavljen enovit pristop k usposabljanju v elektromehanski industriji, ki temelji na uporabi sodobne informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) in izobraževanju na daljavo. Gre za rezultat skupnega razvoja podjetij in znanstveno-izobraževalnih ustanov iz sedmih evropskih držav, končna rešitev pa izpolnjuje specifične potrebe strokovnjakov iz industrije. Osnovni elementi pristopa so: (1) sodoben učni portal eCampus; (2) interaktivna e-gradiva z dostopom do oddaljenih delovnih postaj in eksperimentov; (3) andragoški pedagoški pristop in (4) učni tečajji in tematski učni programi s področja mehatronike in alternativnih tehnologij. Evalvacija pristopa je potekala mednarodno. V njenem okviru se je 200 inženirjev in tehnikov udeležilo štirimesečnega večjezičnega e-izobraževanja z osmimi tematskimi programi, sestavljenimi iz enaindvajsetih učnih tečajev. Od tega je osem tečajev na voljo tudi v slovenskem jeziku in so v prispevku podrobneje predstavljeni. Tečajniki so izobraževanje ocenili kot odlično in navedli, da bi se ga želeli udeležiti tudi v prihodnosti. Razvit pristop oziroma njegove elemente je mogoče uporabiti za posodobitev internega izobraževanja v podjetjih in tudi za neformalno, individualno izobraževanje.

**Ključne besede:** industrijsko izobraževanje, vseživljenjsko izobraževanje, mehatronika, alternativne tehnologije, učni portal, oddaljeni eksperimenti, izobraževanje na daljavo, e-gradiva

## 1 Uvod

Razvoj elektromehanske industrije je v zadnjih desetletjih prinesel marsikaj novega, od zlitja mehanike, elektronike in informatike v mehatroniko do vpeljave povsem novih tehnologij, predvsem zelenih tehnologij. Zlasti pri slednjih pa se je izkazalo, da je pomanjkanje delovne

sile z ustreznimi kvalifikacijami ena od glavnih ovir za nadaljnji razvoj. Redno izobraževanje s posodobitvijo starih ali vpeljavo novih študijskih smeri sicer lahko zadosti dolgoročnim potrebam, medtem ko je kratkoročne potrebe možno izpolniti le z dodatnim izobraževanjem že zaposlenih v industriji [1]. Zato se neposredno v podjetjih in tudi v okviru programov vseživljenjskega izobraževanja Evropske unije v zadnjih letih namenja veliko pozornosti izboljšanju dostopnosti in učinkovitosti vseživljenjskega izobraževanja na tehničnih področjih [2]. Prav v okviru tega programa je leta 2009 v Sloveniji potekalo industrijsko izobraževanje iz osnov mehatronike MeRLab (Innovative Remote Laboratory in the E-training of Mechatronics), ki so ga pripravili in vodili na Univerzi v Mariboru. Udeležilo se

ga je okoli 80 zaposlenih v slovenski elektromehanski industriji [3]. Izobraževanje je bilo mentorsko vodeno, potekalo pa je v celoti na daljavo preko spletnega učnega portala. Kot inovativni element je bil vpeljan oddaljeni laboratorij, ki je omogočil delo z napravami preko interneta in tako pridobitev tudi praktičnih izkušenj, kar prej pri učenju na daljavo ni bilo možno [4]. Zaradi zelo pozitivnih odzivov je Univerza v Mariboru skupaj s sekcijo mehatronikov in elektronikov Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije dala pobudo za ustanovitev E-PRAGMATIC mreže (E-Learning and Practical Training of Mechatronics and Alternative Technologies in Industrial Community), ki združuje znanstveno-izobraževalne ustanove in podjetja iz kar sedmih držav [5], [6]. Cilj mreže je razvoj sodobnega pristopa k izobra-

Dr. Andreja Rojko, univ. dipl. inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko; Helena Miš Šmalc, univ. dipl. ekon., David Rozman, inž., oba B2, d. o. o., Ljubljana; Janez Škrlec, inž., Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije, Sekcija elektronikov in mehatronikov, Ljubljana



ževanju, ki se lahko uporabi tudi za posodobitev internega izobraževanja v podjetjih.

Najprej je bila izvedena analiza potreb, ki je zajela okoli 350 zaposlenih in vodstvenega osebja v podjetjih v industriji in je dala dober vpogled v trenutno stanje in potrebe na tem področju v vseh sedmih sodelujočih državah [7], [8]. Rezultati analize so v celoti dostopni tudi na [5].

Izkazalo se je, da se praktično vsi sodelujoči strokovnjaki iz elektromehanske industrije (72 %) vključujejo v različne oblike vseživljenjskega izobraževanja. Pri tem uporabljajo več virov; od tega največ internet (83 %), prebirajo strokovne revije (61 %), pogosto se udeležujejo tudi strokovnih seminarjev in srečanj (47 %) ali se izobražujejo v okviru internega izobraževanja v svojem podjetju (23 %). Pri tem jim je pogosto cilj pridobitev novega znanja samega po sebi (29 %), pa tudi večja učinkovitost pri uporabi novih orodij in metod (21 %), napredovanje (13 %) in/ali izboljšanje osebnega dohodka (16 %). Čeprav se večina še ni udeležila izobraževanja na daljavo, v glavnem menijo, da je takšno izobraževanje lahko učinkovito tudi na tehničnem področju (76 %). Večino najbolj zanima znanje iz alternativnih virov energije (sončna in vetrna energija, energija valov, termalna energije) in zelenih tehnologij (hibridni in električni pogoni), industrijske robotike in pogonov, vodenja mehatronskih sistemov ter meritev in regulacij z osebnim računalnikom [7]. Nekaj posameznikov je izrazilo tudi potrebo po izobraževanju iz temeljnih znanj, kot sta fizika in matematika.

Na podlagi rezultatov analize potreb in izkušenj pri poučevanju na daljavo, ki so jih sodelujoči v mreži že imeli, je bil razvit enovit pristop k poučevanju na daljavo v industriji. Drugi razdelek tega prispevka opisuje posamezne elemente tega pristopa, tretji razdelek pa učne vire (tečaje z eksperimenti in oddaljenimi delovnimi postajami), ki so na voljo v slovenskem jeziku. V četrtem razdelku so prikazani rezultati mednarodne evalvacije oziroma odzivi uporabni-

kov. Peti razdelek podaja kratko razpravo o nadaljnjih smernicah razvoja izobraževanja v industriji.

Pri razvoju so sodelovali: Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Univerza v Mariboru; B2, d. o. o., Slovenija; Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije; ECPE European Center for Power Electronics e. V., Nemčija; University of Deusto, Španija; Poznan University of Technology, Poljska; Carinthia University of Applied Sciences, Avstrija; Delft University of Technology, Nizozemska; University of Applied Sciences Bern, Švica; Elson Electrónica S. A., Španija; Simulation Research, Nizozemska; Gospodarska zbornica Wielkopolska, Poljska; Flowserve GmbH Control Valves, Avstrija; Alfen, Nizozemska, Siemens Schweiz AG Industry Automation and Drive Technologies, Švica; National Instruments.

## ■ 2 Enovit pristop k industrijskemu izobraževanju na daljavo

Enovit pristop temelji na naslednjih elementih:

- (1) spletni učni portal eCampus kot glavno orodje;
- (2) interaktivna e-gradiva z multimedijskimi elementi oziroma model predstavitve učnih vsebin in učnih virov;
- (3) andragoški pedagoški pristop kot učna metoda;
- (4) učni tečaji in tematski učni programi iz mehatronike in alternativnih tehnologij z oddaljenimi delovnimi postajami in eksperimenti.

Elementi se medsebojno pogojujejo. Tako sta na primer model predstavitve učnih vsebin in učna metoda vezana na možnosti, ki jih ponuja učni portal. Učna metoda je nadalje pogojena še z razpoložljivimi učnimi



**Slika 1.** Elementi enovitega pristopa za industrijsko usposabljanje

viri, predvsem z delovnimi postajami in eksperimenti, ki omogočajo pridobitev praktičnega znanja.

### 2.1 Učni portal

Učni portal (ali LMS – learning management system, tudi VLE – virtual learning environment) je računalniški sistem, ki udeležencem izobraževanja omogoča učenje na daljavo, upraviteljem portala pa spremljanje učnih aktivnosti udeležencev in upravljanje z e-gradivi. Za prijazno uporabniško izkušnjo in učinkovito izrabo spletnih tehnologij omogočajo sodobni učni portali ne le všečne podobe, temveč tudi številne uporabne funkcionalnosti, kot so:

- zmožnost prikaza najrazličnejših multimedijskih in interaktivnih elementov,
- povezovanje z ostalimi sistemi (npr. sistemi za izvajanje eksperimentov v oddaljenih laboratorijih, sistemi za kadrovske evidenco, kompetenčni sistemi ipd.),
- podpora delovanju na različnih platformah (npr. na tabličnih računalnikih) s t. i. pristopom *responsive web design*,
- vpisovanje zasebnih opomb v e-gradivo,
- beleženje priljubljenih učnih strani,
- sproti prikaz statistike učnih aktivnosti,
- interaktivno testiranje z možnostjo pregleda napačno odgovorjenih vprašanj,

- možnost hitre komunikacije z mentorjem,
- različne oblike komuniciranja z ostalimi udeleženci ipd.

Poleg naštetega kakovostni učni portali omogočajo upraviteljem funkcionalnosti, s katerimi lahko učinkovito vodijo in izvajajo izobraževanje na daljavo. Tako lahko ustvarijo skupine udeležencev, jim omogočijo dostop do izbranih e-gradiv za določeno časovno obdobje in jim dodelijo ustreznega mentorja. Mentorji lahko natančno spremljajo napredek učenja udeležencev in uspešnost testiranja.

V okviru projekta E-PRAGMATIC je kot učni portal uporabljen sistem eCampus, ki je plod domačega razvoja in se že dalj časa uporablja za oddaljeno izobraževanje odraslih [9]. eCampus ponuja vse zgoraj našete funkcionalnosti in še nekatere dodatne (kot so večjezičnost, vgrajen urejevalnik za izdelavo e-gradiv, upraviteljsko nadzorno ploščo, napreden sistem upravljanja s pravicami skupin uporabnikov nad

e-gradivi ipd.), posebej pa se odlikuje v vizualno in aplikativno napredni predstavitvi učnih materialov, ki lahko vključujejo multimedijske in interaktivne elemente ter tako naredijo učenje še posebej zanimivo in učinkovito.

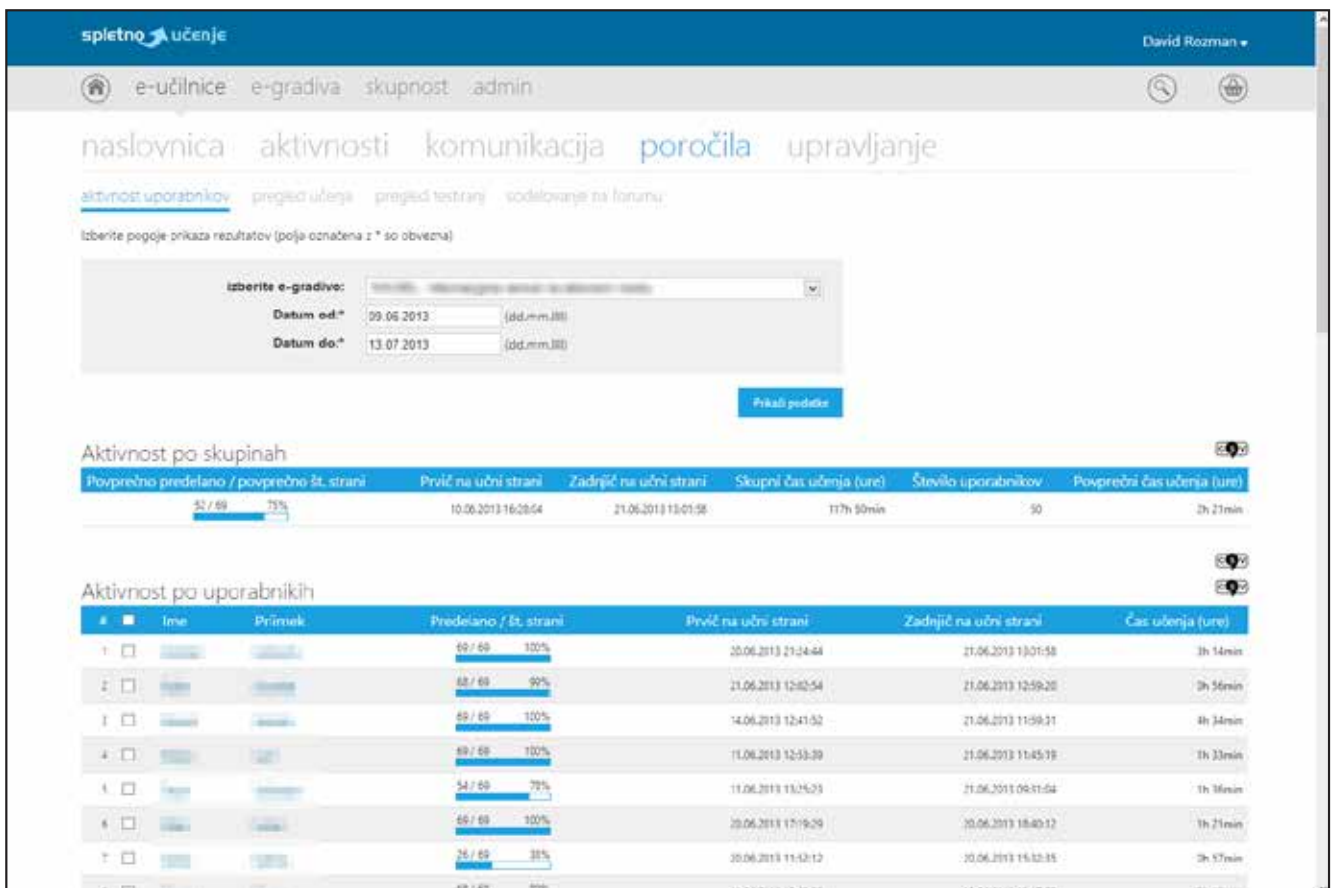
Sistem eCampus je razvilo slovensko podjetje B2, d. o. o., za interno usposabljanje zaposlenih pa ga uporabljajo številna industrijska podjetja (npr. Hidria, d. d., GKN Driveline Slovenija, d. o. o., Talum, d. d., Unior, d. d.) in ostale organizacije (Zavarovalnica Triglav, d. d., Krka, d. d., Adriatic Slovenica, d. d., Adria Airways, d. d., Združenje bank Slovenije, Zavod RS za zaposlovanje, Carinska uprava RS, Davčna uprava RS, Vzajemna, d. d.).

Za dodatno učno izkušnjo so lahko e-gradiva opremljena tudi z eksperimenti v oddaljenih laboratorijih. Oddaljeni laboratoriji zajemajo oddaljene delovne postaje, ki omogočajo neposreden dostop do industrijske opreme in s tem učenje dela s to opremo (SIEMENS, National

Instruments), kot bo opisano v nadaljevanju.

## 2.2 Interaktivna e-gradiva z multimedijskimi elementi

E-gradiva so zasnovana tako, da omogočajo učenje neposredno z zaslona, saj je le tako možno v celoti izkoristiti prednosti interaktivnosti, ki jih omogoča današnja IKT. Gradiva so prikazana v obliki učnih atomov. *Slika 3* prikazuje učni atom, ki predstavlja eno učno stran na različnem hierarhičnem nivoju. Učni atom je ustrezno umeščen v učno pot, ki je razvidna ob strani atoma. Struktura večine učnih atomov sledi smernicam za načrtovanje učnih vsebin s ciljem čim bolj učinkovitega učenja [12]. Te smernice priporočajo, da ima vsak učni atom zraven teksta tudi grafični element (slika, shema, fotografija, video) in vsaj en interaktivni element, ki zahteva od učečega aktivnost in s tem razbije monotonost pasivnega učenja z zaslona. Najpogosteje uporabljen interaktivni element je motivacijsko vprašanje na dnu učnega atoma, s



Slika 2. Prikaz mentorjevega pogleda pri spremljanju učnih aktivnosti udeležencev e-učilnice v učnem portalu eCampus

E-PRAGMATIC

slovensko

Pregledna stran > Uvod v industrijsko robotiko > Komponente, konfiguracija in uporaba industrijskih...

### 'Cleanroom' aplikacije [E] [S]


'Cleanroom' robotske aplikacije so ene izmed tistih, katerih število se naglo večja. V 'cleanroom' okoljih potekajo industrijski procesi, kjer bi prisotnost delcev kontaminirala izdelke in bi ti posledično bili nižje kakovosti ali celo neuporabni. 'Cleanroom' okolja so razvrščena po kategorijah na podlagi števila in velikosti delcev dovoljenih na prostornino.

'Cleanroom' roboti morajo biti tako razviti, da ne povzročajo kar sami kontaminacije. Tipične aplikacije vključujejo proizvodnjo polprevodniških plošč, živilsko industrijo, aplikacije v medicini, farmaciji, sestavljanja občutljivih elektronskih izdelkov in kemično industrijo.

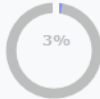
'Cleanroom' roboti imajo običajno enako konstrukcijo kot navadni roboti. Vendar pa imajo zaprta ohišja, ki preprečujejo delcem iz robota kontaminacijo okolja. Lahko se uporabijo tudi dodatni vakuumski sistemi za odstranjevanje delcev, ki bi lahko nastali med delovanjem v notranjosti robota.

Večina proizvajalcev robotov ponuja za svoje robote tudi 'cleanroom' različici: [KUKA cleanroom robot](#), [Stäubli cleanroom robot](#).

YouTube: [KUKA cleanroom robot manipulira s steklom za LCD](#)



**Napredek**



3%

**Uporabnik:**  
B2 Administrator

< Odjava

Sprememba osebnih nastavitev  
Sprememba gesla

**Meni**

- Pregledna stran
- Komunikacija
- Osebna statistika
- Upravljanje z udeleženci
- Upravljanje z vsebinami
- Analize, naročila in nastavitve
- Oglaševanje

**Kazalo**

- Industrijske aplikacije
  - Ravnanje z materiali
  - Obločno in točkovno varje
  - Brušenje in poliranje
  - Barvanje z brizganjem
  - 'Cleanroom' aplikacije
    - Notranje in zunanje koordin...
    - Metode programiranja indus...
    - Izbira industrijskega robota in...
    - Programiranje robota
    - Primer robotskega programske...
    - Zaključni kviz
    - Viri
    - Anketa

Poišči v e-gradivu ▶

**Kako se 'cleanroom' roboti razlikujejo od ostalih industrijskih robotov? [E]**

- 'Cleanroom' roboti imajo popolnoma drugačno konfiguracijo od preostalih industrijskih robotov.
- 'Cleanroom' roboti imajo zaprte ohišja, ki preprečujejo prehajanje delcev v okolico in včasih tudi notranji vakuumski sistem.
- 'Cleanroom' roboti so razviti z višjo nosilnostjo in imajo več prostostnih stopenj (PS) kot preostali industrijski roboti.
- 'Cleanroom' roboti se ne razlikujejo od preostalih industrijskih robotov.

[Odgovori](#)

Slika 3. Učni atom iz učnega tečaja Uvod v industrijsko robotiko

katerim učeči preveri razumevanje vsebine. Nekoliko kompleksnejši interaktivni element pa je interaktivna animacija oziroma virtualni eksperiment. Virtualni eksperimenti grafično prikazujejo simuliran proces oziroma delovanje naprave in pri tem omogočajo uporabniku, da interaktivno spreminja parametre. Premišljeno zasnovani virtualni eksperimenti so dobra alternativa eksperimentu na daljavo, kadar takšnega eksperimenta ni možno izvesti zaradi varnosti ali kadar želimo prikazati »nevidne« oziroma skrite procese (elektromagnetne pojave, delovanje zakritih delov naprave).

### 2.3 Andragoški pedagoški pristop

Osnovna učna metoda je zasnovana na klasični andragoški teoriji, ki jo je v osemdesetih letih razvil Malcolm Knowles [10]. Še dandanes se praktično vsi pristopi k učenju odraslih opirajo na takrat postavljene smernice, ki so se izkazale kot zelo učinkovite. Učenja na daljavo v času razvoja teh smernic še ni bilo. Kasneje se je izkazalo, da je oddaljeno učenje zelo dober okvir za njihovo implementacijo. Andragoške učne metode/smernice temeljijo na dveh spoznanjih:

- učeči želijo samostojno usmerjati svoje učenje in tudi sami ovrednotiti rezultate učenja,
- na učenje imajo velik vpliv pridobljene izkušnje pri delu.

V praksi to pomeni, da je učeči odgovoren za načrtovanje in ovrednotenje svojega učenja. Glede na svoje potrebe, ki izvirajo iz vsakdanjega delovnega okolja in načrtov za prihodnost, si učeči postavi učne zahteve. Mentor nato pomaga pri sestavi ustreznega učnega programa. V okviru oddaljenega učenja, kjer so učni viri na razpolago ves čas in od koderkoli, učeči prilagodi urnik učenja svojim ostalim obveznostim.

Vloga mentorja je torej bolj svetovalna. Mentor nudi še IKT-podporo pri izvajanju oddaljenih eksperimentov in predvsem z rednimi stiki skrbi, da učeči ostane motiviran za nadaljnje učenje.

V okviru usposabljanja E-PRAGMATIC je uporabljen naslednji pristop. Učeči iz obsežne liste izbere učne e-tečaje in si na ta način sestavi individualni učni program. Prav tako lahko izbere enega izmed že sestavljenih tematskih programov. Mentor vzpostavi čim bolj osebni stik z udeleženci tako, da spozna njihovo ozadje, potrebe in pričakovanja. Nato jim poda nekaj napotkov, kako se lotiti študija. Sledi samostojno e-učenje, kjer učeči uporablja razpoložljive učne vire in sproti preverja svoje znanje z odgovarjanjem na motivacijska vprašanja in z elektronskimi testi. Učni e-tečaji vsebujejo tudi zahtevnejše naloge, ki zahtevajo izračune, načrtovanje, izvajanje oddaljenih in virtualnih eksperimentov in se torej njihove rešitve ne morejo samodejno ovrednotiti v okviru portala. Takšne naloge zato pregleda mentor ter na ta način spremlja napredek tečajnikov.

Mentorji ves čas nadzorujejo učne aktivnosti preko orodij v učnem portalu (podatki o času učenja, zadnjem pristopu, rezultatih testov) in po potrebi motivirajo učečega

z nadaljnimi sporočili ali podatki. Prav tako se lahko mentor prilagodi specifičnim potrebam posameznika, saj mu lahko nekoliko prilagodi naloge, predlaga poudarke pri učenju ali spremembe v učni poti.

Idealno je, če je mentor tudi avtor učnih materialov in oddaljenih eksperimentov, ki zelo dobro pozna širše področje učne tematike. Le v tem primeru namreč lahko zadostno podpira vse učne aktivnosti in je dovolj prilagodljiv glede učnih potreb posameznika. Uporaba sodobnega učnega portala s svojimi funkcijami omogoči, da tudi takšno individualizirano mentorstvo časovno ni preveč zahtevno in da lahko en mentor spremlja večje število učečih.

## 2.4 Učni tečaji in tematski učni programi iz mehatronike in alternativnih tehnologij

V okviru izobraževanja E-PRAGMATIC so strokovnjaki iz univerz razvili 8 tematskih učnih programov z vsega skupaj 21 učnimi e-tečaji (tabela 1). Vsi tečaji so na voljo v angleščini, nekateri pa še dodatno v slovenščini, nemščini, poljščini in španščini. Poudarek je na praktični uporabnosti učnih vsebin in na dodatnih elementih, kot so oddaljeni eksperimenti oziroma delovne postaje z in-

dustrijsko opremo, simulacijski programi in v nekaterih primerih celo praktične delavnice. Slednje so tudi edini element, ki je zahteval neposredno prisotnost učečih in torej ni spadal v okvir oddaljenega učenja, se pa je zelo dobro izkazal pri motivaciji udeležencev za nadaljnje delo.

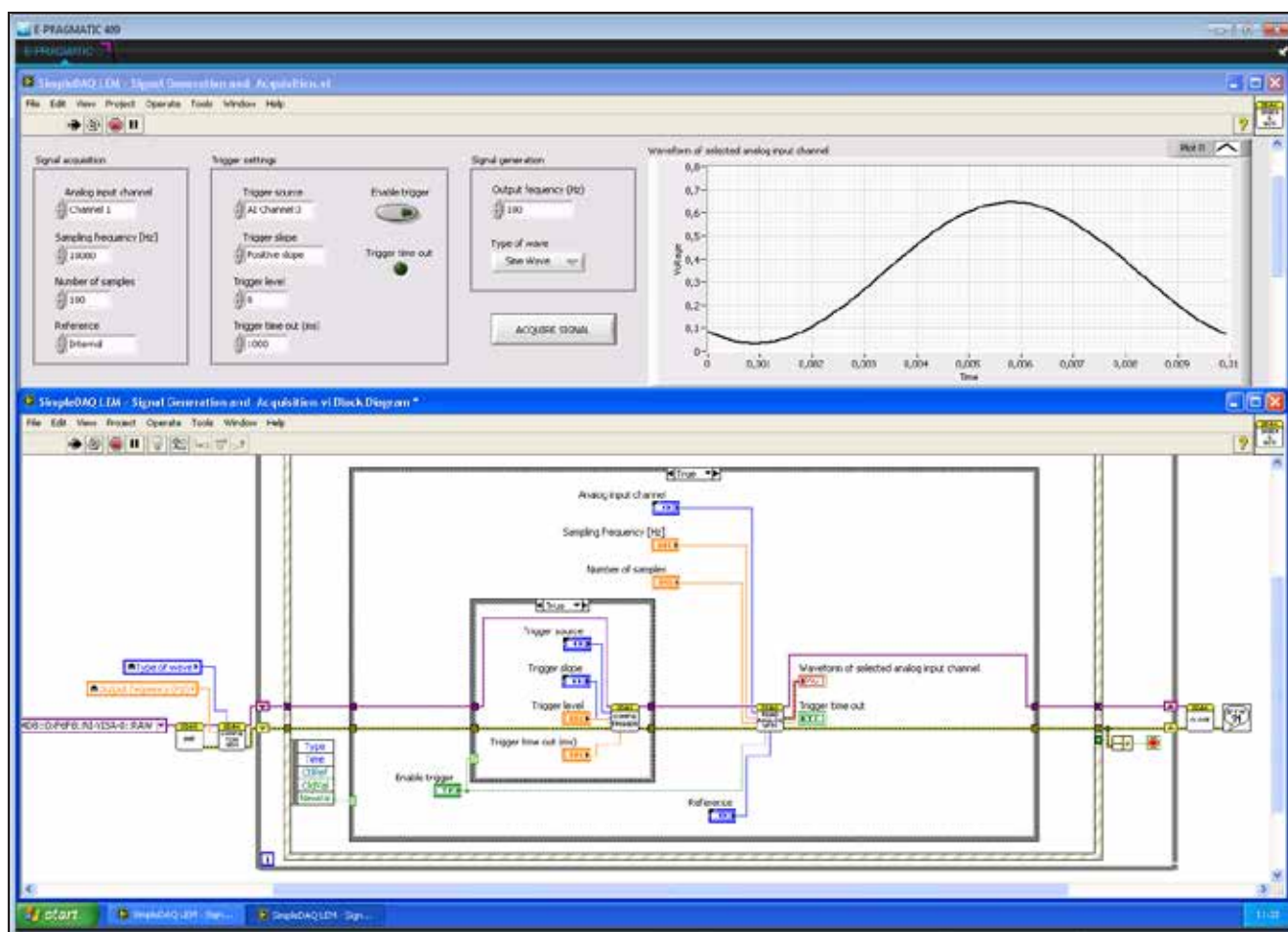
Vpogled v učne vsebine je možen na naslovu [13] s splošnim uporabniškim dostopom (*epragmatic/epragmatic*). Dejansko učenje in izvajanje oddaljenih eksperimentov zahteva individualni uporabniški račun, ki se vzpostavi po dogovoru.

## 3 Učni tečaji v slovenščini

Tečaji, ki so realizirani tudi v slovenščini, so bili izbrani na podlagi rezultatov ankete glede potreb po znanju med strokovnjaki v slovenski elektromehanski industriji in torej upoštevajo dejanske potrebe po znanju [7]. Učne vire, ki obsegajo e-vsebine, oddaljene eksperimente, oddaljene delovne postaje in simulacije, so pripravili zaposleni s Fakultete za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Univerza v Mariboru. Vsi avtorji in kasneje tudi mentorji izobraževanja imajo bogate izkušnje tako v stroki kot tudi pri poučevanju na daljavo in v industriji, kar je pomemben dejavnik za uspešnost

**Tabela 1.** Učni programi in učni tečaji za izobraževanje E-PRAGMATIC

PROGRAM	UČNI TEČAJI V PROGRAMU
Splošna mehatronika	Električna vezja, Uporabna teorija vodenja, Električni pogoni, Mehatronske naprave
Robotika	Uvod v industrijsko robotiko, Programiranje robotov, Mobilni roboti
Mikrokrmilniki	Uvod v mikrokrmilnike, 8-bitni mikrokrmilniki – nadaljevalni tečaj, Nizkocenovna izvedba LAN/WLAN-povezave za vgrajene sisteme
Računalniško podprta merjenja	Uvod v LabVIEW in računalniško podprta merjenja, Računalniško podprta merjenja in upravljanje merilnih instrumentov
Električna in hibridna vozila	Energija in hranilniki energije v električnih vozilih, Močnostna elektronika za električna vozila, Hibridni pogoni
Alternativne tehnologije	Sončna energija, Hibridni pogoni, Energijsko učinkoviti pogoni
Programska oprema in orodja	Uvod LabVIEW, Uvod v programiranje mikrokrmilnikov, PLC-krmilniki
Materiali	Materiali pri visokih temperaturah



Slika 4. Programiranje oddaljene delovne postaje za računalniško podprta merjenja

e-izobraževanja. V nadaljevanju je podan kratek opis slovenskih tečajev, ki so dostopni v okviru učnega portala.

### 3.1 Uvod v LabVIEW in računalniško podprta merjenja

LabVIEW je uveljavljeno grafično programsko orodje, ki ga pri razvoju merilnih, testnih in ostalih aplikacij uporabljajo številni inženirji in znanstveniki. Učni tečaj seznanja z osnovnimi koncepti grafičnega programskega okolja LabVIEW. Udeleženci se naučijo kreirati in urejati programe LabVIEW, odkrivati sintaktične in logične napake, uporabljati programske strukture, polja, gruče, funkcije za delo z znakovnimi nizi in datotekami ter izvajati preprosta zajemanja analognih in digitalnih signalov s pomočjo merilne kartice. Merilni del tečaja je realiziran z uporabo USB-merilne kartice, dostopne preko oddaljene delovne

postaje, ki se nahaja na Univerzi v Mariboru, FERi. Opremo na oddaljeni delovni postaji lahko uporabnik programira na enak način, kot če bi delo potekalo neposredno (slika 4).

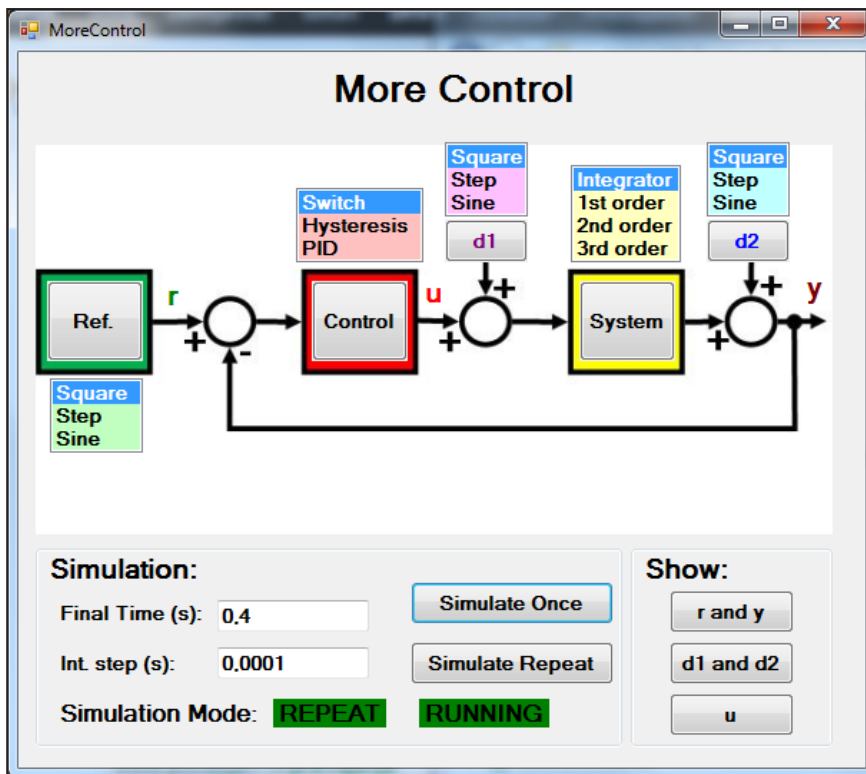
### 3.2 Računalniško podprta merjenja in upravljanje merilnih instrumentov

Gre za nadaljevanje tečaja Uvod v LabVIEW in računalniško podprta merjenja. Udeleženci se naučijo osnov uporabe programskega orodja LabVIEW za zajemanje merilnih podatkov in upravljanje merilnih instrumentov. Tečaj vključuje praktične vaje s strojno opremo za zajemanje merilnih podatkov in upravljanje merilnih instrumentov ter uporabo programskih funkcij v merilnih aplikacijah. Pridobljeno znanje vključuje: (1) uporabo pomočnika za zajemanje merilnih podatkov (DAQ Assistant), (2) uporabo gonilnika NI-DAQmx s programskim vmesnikom (API) za zajemanje ter generira-

nje analognih in digitalnih signalov, (3) merjenje s pomočjo števec ter sinhronizacijo posameznih nalog, (4) programsko upravljanje merilnih instrumentov z uporabo pomočnika Instrument I/O Assistant in programskega vmesnika (API) arhitekture VISA (Virtual Instrumentation Software Architecture) ter (5) iskanje in uporabo gonilnikov za merilne instrumente. Na voljo je oddaljena delovna postaja, kjer so kot učilo na razpolago National Instruments (NI) ELVIS II+, simulator merilnih instrumentov NI Instrument Simulator V2.0 in vmesnik GPIB (General Purpose Interface Bus) NI GPIB-ENET/1000.

### 3.3 Uporabna teorija vodenja

Vodenje sistemov je ena najpomembnejših in najpogostejših nalog na področju mehatronike, pri čemer igrajo še posebno pomembno vlogo regulacije oz. zaprtzanč-



Slika 5. Simulacijski program More Control

no vodenje. V okviru tega tečaja je predstavljen osnovni princip vodenja in nekaj preprostih problemov, ki se nato rešujejo z uporabo raznih tipov regulatorjev. Prvi, najpreprostejši, je stikalni regulator, ki je nadgrajen z vpeljavo histereze ter nazornim prikazom njenega učinka. Sledita opis najpogostejše uporabljanih regulatorjev (PID-regulatorjev) in opis postopka nastavitve njihovih parametrov. Za vse regulatorje so prikazane tudi možnosti izvedbe. Udeleženci lahko sproti preizkušajo obnašanje sistemov in regulatorjev, za kar sta jim na voljo posebej v ta namen razviti preprosti simulacijski okolji *More System* in *More Control* (slika 5). Preko teh interaktivnih simulacijskih orodij udeleženci s spreminjanjem vrednosti parametrov spoznajo njihove vplive, z uporabo nekaterih izkustvenih pristopov in formul pridobijo tudi zmožnost za bolj sistematičen pristop. V tečaju pridobljeno znanje je solidna osnova za nadaljnje individualno učenje in posledično pridobitev znanja, potrebnega za načrtovanje in nastavljanje sistemov vodenja.

### 3.4 Uvod v industrijsko robotiko

Učni tečaj je namenjen pridobitvi osnovnih znanj, potrebnih za izbi-

ro in programiranje industrijskih robotov za enostavnejše industrijske aplikacije. Po kratkem uvodu v splošno robotiko je tečaj usmerjen v praktične vidike industrijske robotike. Predstavljeni so gradniki industrijskega robota, tipične strukture in najpogostejše industrijske aplikacije. Tečajniki se naučijo na podlagi zahtev aplikacije in industrijskih specifikacij robota izbrati primernega robota in prijemalo oziroma orodje. Predstavljene so osnove programiranja robotov, eden izmed sodobnih robotskih jezikov pa je obravnavan nekoliko podrobneje. Praktične naloge, ki so najpomembnejši del tega tečaja, vključujejo izbiro ustreznega robota za specifično industrijsko aplikacijo in pisanje programov za rezkanje in paletiranje z industrijskim robotom. Programe na dejanski opremi preskusi mentor, tečajniki pa se lahko udeležijo tudi praktične delavnice, v okviru katere se seznanijo z več industrijskimi roboti in tudi sami preizkusijo svoje programe na robotu.

### 3.5 Mehatronske naprave

V tečaju so obravnavani struktura, principi delovanja in vodenja kompleksnejših mehatronskih naprav.

Najprej so obravnavani mehanski elementi, kot so zobniška in jermenska gonila, nato pa je opisan mehanski člen s pogonom in gonilom. Tečajniki se naučijo načrtovanja mehanskega člena s pogonom in gonilom za določeno breme in delovno nalogo. Posebno poglavje je namenjeno vodenju mehatronskih naprav, zlasti vodenju po položaju, kjer so razloženi nekateri pogostejše uporabljani algoritmi vodenja. Praktične vaje se izvajajo preko oddaljenih eksperimentov na dvoosnem mehanizmu s SCARA-konfiguracijo. Uporabnik lahko izbira različne načine delovanja mehanizma, različne algoritme vodenja in nastavlja njihove parametre.

### 3.6 Električna vezja

V tečaju so predstavljeni osnovni elektronski elementi (upor, kondenzator, tuljava, memristor), čemur sledi obravnava operacijskega ojačevalnika in nekaj drugih vezij. Kot eno izmed najpogostejše uporabljanih orodij za analizo električnih vezij je obravnavana frekvenčna karakteristika in njen prikaz v obliki Bodejevega diagrama. Razloženo je, kako se skicira Bodejev diagram in njegova uporaba pri načrtovanju in analizi vezij. Sledi predstavitev in analiza filtrov, pri čemer je poudarek na analognih filtri. Razloženi so nizkopasovni, visokopasovni, pasovno prepustni filtri in filtri višjega reda. Na kratko je razloženo tudi delovanje digitalnih filtrov in filtrov s preklapljaljivimi kondenzatorji. Praktično delo, ki poteka preko oddaljenih eksperimentov, se izvaja na pasivnih analognih in integriranih aktivnih analognih filtri, ki delujejo na principu preklapljaljivih kondenzatorjev.

### 3.7 Hibridni pogoni

Električna hibridna vozila predstavljajo odgovor sodobne tehnologije na zahteve po čim nižji porabi oziroma čim boljši izkoriščenosti fosilnega goriva kot sredstva za pogon vozila. V tečaju so opisani osnovni princip delovanja, možne konfiguracije in komponente hibridnih pogo-

nov. Predstavljena je analiza energijskih razmer vožnje po standardnih vozniških ciklih, narejena na osnovi matematičnega modela vozila. Ta orodja so uporabljena tudi za dimenzioniranje komponent pogonskega agregata hibridnega vozila. Nadalje je analizirano komercialno hibridno vozilo Plug-In z možnostjo polnjenja neposredno iz električnega omrežja. Prikazani so tudi rezultati ankete med vozniki, ki so vozilo preizkusili. Možna je tudi udeležba na praktični delavnici o električnih vozilih, kjer so predstavljeni laboratorijski hibridni pogon in več električnih vozil.

#### ■ 4 Pridobljene izkušnje in odzivi udeležencev tečajev

Z namenom evalvacije enovitega pristopa se je leta 2012 izvajalo mednarodno poskusno usposabljanje. Sodelovalo je preko 200 strokovnjakov iz industrije iz cele Evrope. Okoli 40 udeležencev je bilo iz Slovenije, v glavnem člani Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije, nekaj zaposlenih iz večjih podjetij ter nekaj učiteljev in profesorjev.

Udeleženci so v povprečju uspešno končali en tečaj, 15 % je končalo dva tečaja in 10 % je uspešno končalo kar tri tečaje. Glede na to, da je vsak tečaj zahteval trideset ali več ur učenja, izdelavo nekaj nalog in/ali poročil in elektronski test, je to pomenilo vsaj 40 ur dela po tečaju. Učenci so morali čas učenja uskladiti s svojimi drugimi učnimi obveznostmi, kar se je kazalo tudi v tem, da so bile učne aktivnosti koncentrirane na večere in vikende.

Na koncu je bila med udeleženci izvedena anonimna anketa, na podlagi katere je bila opravljena končna evalvacija pristopa. Kar 75 % udeležencev usposabljanja je odgovorilo, da tečaji izpolnjujejo njihove zahteve po izobraževanju. 87 % jih ceni možnost izvajanja izobraževanja na daljavo ob poljubnem času in na poljubni lokaciji, kar potrjuje pravilnost odločitve, da se bo izobraževanje izvajalo na daljavo. Večina (89 %) je ocenila učni portal kot dobro organiziran, večina pa tudi meni, da

so interaktivni elementi in oddaljene delovne postaje/eksperimenti pripomogli k boljšemu razumevanju učnih vsebin. Skoraj vsi udeleženci pa so tudi navedli, da bi se želeli podobnega tečaja udeležiti tudi v prihodnosti, polovica bi bila pripravljena plačati tudi manjšo šolnino. Kar 81 % udeležencev je navedlo, da je bila njihova učna izkušnja kot celota odlična.

Udeleženci so tudi naštel, katere druge učne vsebine bi jih še zanimalo. Odgovori zajemajo osnove mehanike, električna omrežja (*smart grids*), osnove fizike in matematike, vetrno energijo kot tudi nadaljevalne tečaje za večino razpoložljivih osnovnih tečajev.

Izobraževanje je bilo razvito z namenom ponuditi strokovne učne vsebine, primerne za strokovnjake z zaključenim srednjim oziroma višjim strokovnim izobraževanjem. Temu ustreza tudi zahtevnostna stopnja pripravljenih materialov. Toda rezultati ankete so tudi pokazali, da so se izobraževanja udeležili tudi učeči z univerzitetno izobrazbo (30 %) in celo z magisterijem ali doktoratom znanosti (2 %), ki so na ta način lahko pridobili osnovna, praktično naravnana znanja z novih področij.

#### ■ 5 Zaključek

Predstavljeni enoviti pristop k industrijskemu izobraževanju na daljavo predlaga številne novosti, ki se lahko integrirajo tudi v interna izobraževanja po podjetjih. Izkazalo se je, da ima pristop številne prednosti. Učencim omogoča večjo prilagodljivost glede časa in kraja učnih aktivnosti in ob velikem številu učnih vsebin možnost sestave individualnega učnega programa. Rezultati ankete kažejo, da je učenje z uporabo e-gradiv za uporabnike tudi bolj zanimivo in da multimedijски in interaktivni elementi pripomorejo k boljšemu razumevanju učnih vsebin. Vpeljava oddaljenih delovnih postaj in eksperimentov deloma rešuje tudi problem pridobitve praktičnega znanja, čeprav še zmeraj ne more v popolnosti nadomestiti neposre-

dnega praktičnega dela. Razviti učni viri so sedaj na razpolago za interno izobraževanje industrijskih članov mreže. Prav tako se lahko uporabijo v drugih podjetjih, ki bi želela na ta način dvigniti nivo znanja zaposlenih. Obstaja tudi možnost prilagoditve obstoječih in priprave nadaljnjih tečajev ter izvedbe e-izobraževanja po meri naročnika.

Razvoj enovitega pristopa k industrijskemu izobraževanju pa s tem ni končan, saj se je v okviru mednarodne evalvacije in implementacije v industriji porodilo še nekaj idej za izboljšave. Trenutno tako poteka iniciativa SustEner (*Teaching Energy for Sustainable World*) [14], ki gradi prav na predstavljenem enovitem pristopu. V ta namen na sedmih univerzah EU razvijajo obsežna učna e-gradiva s področja zelenih tehnologij. Devet spletnih učnih modulov bo obravnavalo sončno energijo, vetrno energijo, hibridna vozila, električna vozila, inteligentna električna omrežja in energijsko učinkovito razsvetljavo.

Gradiva bodo konec leta 2013 na voljo v okviru novejšje verzije učnega portala eCampus (<http://learning.sustener.eu>) in bodo namenjena samoizobraževanju strokovnjakov iz industrije ter samoizobraževanju učiteljev/profesorjev. E-gradiva bodo dopolnjevala oddaljene delovne postaje, oddaljeni eksperimenti in virtualni eksperimenti za celovito učno izkušnjo.

#### Viri

- [1] European Centre for the Development of Vocational Training (Cedefop), *Learning while working*, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011.
- [2] European Commission's Lifelong Learning Programme (<http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-programme>).
- [3] Rojko, A.: Spletno izobraževanje iz mehatronike MeRLab: izvedba in rezultati. *IRT 3000*, jun. 2009, vol. 4, št. 21, str. 81–85.



**PS-LOG**  
www.ps-log.si

Družba za projektiranje in izdelavo strojev, d.o.o.

Kalce 30b, 1370 Logatec  
Tel: 01/750-85-10 E-mail: ps-log@ps-log.si  
Fax: 01/750-85-29 www.ps-log.si

**Izvajamo:**

- konstrukcije in izvedbe specialnih strojev
- predelava strojev
- regulacija vrtenja motorjev
- krmiljenje strojev
- tehnična podpora in servis

**Dobavljamo:**

- servo pogone
- frekvenčne in vektorske regulatorje
- mehke zagone
- merilne sisteme s prikazovalniki
- pozicijske krmilnike
- planetne reduktorje in sklopke
- svetlobne zavese in varnostne module
- visokoturne motorje

**Zastopamo:**

- EMERSON - Control Techniques
- Trio Motion Technology
- ELGO Electronics
- Reer
- Motor Power Company
- Ringfeder - GERWAH
- Tecnoingranaggi Riduttori
- Fairford Electronics
- Giordano Colombo
- Motrona

---





**Frekvenčni regulator  
Commander SK**

- Za moči od 0,25 kW do 132 kW
- Vgrajen filter
- Možnost uporabe internega PLK (Logic Stick)
- Smart Stick za kloniranje parametrov
- Vgrajen PID regulator
- Možnost nadgradnje z opcijskimi moduli (komunikacija, I/O...)
- Enostavna vgradnja, priključitev in zagon
- Na zalogi

- [4] Rojko, A., Hercog, D., Jezernik, K.: Power engineering and motion control web laboratory: design, implementation, and evaluation of mechatronics course. *IEEE trans. ind. electron.*, Oct. 2010, vol. 57, no. 10, str. 3343–3354.
- [5] E-PRAGMATIC mreža, <http://www.e-pragmatic.eu/>.
- [6] Škrlec, J.: Projekt E-PRAGMATIC, *Avtomatika* 111/2012, Ljubljana, Slovenija, str. 7–8.
- [7] Rojko, A., Miš Šmalc, H., Rozman, D., Škrlec, J.: Sodobne metode usposabljanja zaposlenih v industriji, *5. industrijski forum IRT, Vir znanja in izkušenj za stroko: zbornik foruma*, 2013, str. 185–190.
- [8] Rojko, A., Hercog, D., Jezernik, K.: Distance mechatronics and alternative technologies training for practicing engineers and technicians, *Proceedings of the 5th IEEE International Conference on E-Learning in Industrial Electronics Society*, 2011.
- [9] eCampus, celovit sistem za e-izobraževanje (<http://www.b2.eu//it-resitve/eCampus-sistem-e-izobrazevanje.aspx>).
- [10] Knowles, M.: *The Modern Practice of Adult Education: From Pedagogy To Andragogy*, Chicago: Follett, 1980.
- [12] Bele, J. L., Rugelj, J.: Efficient learning from multimedia Web based learning contents, current developments in technology assisted education, *Proceedings of 4th Int. Conf. Multimedia Inf. Commun. Technol. Educ.*, vol. 20–25, 2006, str. 396–400.
- [13] E-PRAGMATIC učni portal (<http://learning.e-pragmatic.eu/>).
- [14] SustEner (<http://sustener.eu/>).

### Integral training concept for lifelong education in the electro-mechanical industry

**Abstract:** The electro-mechanical industry is faced with extensive changes caused by the on-going development of new technologies. The continuous training of employees for the introduction of new knowledge is necessary for a successful adaptation. This paper presents an integral approach to such training of professionals in the electro-mechanical industry. The approach is built on the implementation of information and communications technology and distance training. It is a result of the common development of companies and research/education institutions from seven European countries. The basic elements of the approach are: (1) modern learning portal eCampus; (2) interactive e-learning material with access to remote workstations and remote experiments; (3) an andragogical education approach; and (4) learning courses and training programs from mechatronics and alternative technologies. The evaluation of the approach was international, executed within a four-month-long pilot training with over 200 participants from industry. Nine training programs and 21 learning courses were available, 8 courses also in Slovene. The learners assessed the training as excellent and would like to participate in such training in the future. The developed integral concept, respectively its elements, can be implemented in the modernisation of in-house training in the companies and also for non-formal individual education.

**Keywords:** industrial education, mechatronics, alternative technology, remote experiments, learning management system, distance training, e-material



# Komprimiran zrak, rešive za vsako potrebo

učinkovito, gospodarno, okolju prijazno



Nov vrhunec vzdržljivosti, nov mejnik v zanesljivosti in najboljša učinkovitost v svojem razredu – to je **novi GA oljni vijačni kompresor moči 30-90 kilovatov, ki ga žene učinkovitost**. Obiščite našo spletno stran in si oglejte, kako lahko naši novi kompresorji povečajo vašo produktivnost.

[www.atlascopco.com/drivenbyefficiency](http://www.atlascopco.com/drivenbyefficiency)

Atlas Copco d.o.o.  
Peske 7, 1236 Trzin  
Tel. 01 5600 710  
E-Mail: [info@si.atlascopco.com](mailto:info@si.atlascopco.com)



*Sustainable Productivity*

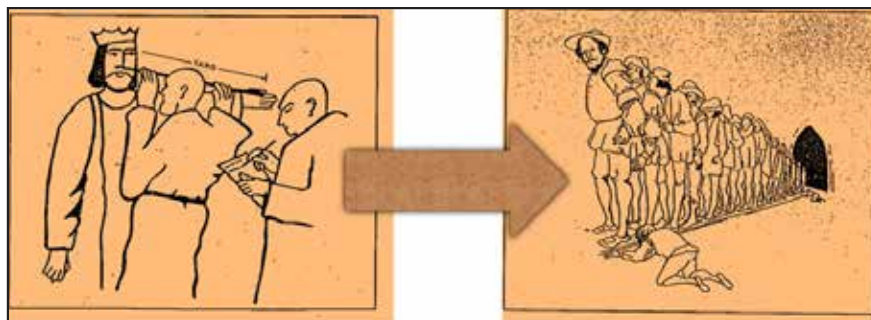
**Atlas Copco**

# Nepravilna uporaba merskih enot lahko usodno vpliva na naše zdravje in življenje

Dušanka ŠKRBIĆ, Dominika ROZONIČNIK

Merske enote so zelo pomemben del našega vsakdana. Njihova uporaba se zdi popolnoma samoumevna in velikokrat niti ne opazimo, da jih uporabljamo. Posledice vsake še tako majhne napake, pomote ali nejasnosti pri uporabi merskih enot pa so v določenih primerih lahko katastrofalne in privedejo do nesreč v zračnem, vodnem ali cestnem prometu, vplivajo na življenja ljudi, njihovo kariero, razvoj, znanost, gospodarstvo, okolje itd.

Merjenja in merske enote so v razvoju človeštva imele zelo pomembno vlogo. Tako so že preprosta ljudstva potrebovala osnovne meritve pri mnogih opravilih: gradnji bivališč, oblikovanju oblačil in menjalnem trgovanju s hrano ter naravnimi dobrinami. Pri določanju enot na področju dolžine so tako uporabljali dolžine, ki so jim bile najbližje, npr. korak, stopalo, laket, dlan, prst itd.



*Mere po človeku*

Skozi zgodovino je prišlo do številnih menjav različnih merskih sistemov vse do leta 1875, ko je 17 držav v Parizu podpisalo Metrsko konvencijo in sprejelo nov metriski sistem enot, ki so ga na 11. Generalni konferenci za uteži in mere leta 1960 poimenovali Mednarodni sistem enot SI (fr. *Système international d'unités*). Danes se ta sistem merskih enot uporablja v vseh državah sveta, razen v Mjanmaru, Liberiji in Združenih državah Amerike (ZDA so konvencijo sicer podpisale, vendar SI sistem ni obvezen in je skoraj povsod še v uporabi stari imperialni sistem enot oziroma anglosaški merski sistem (v nadaljevanju: imperialne enote)). V

Sloveniji je bil že leta 1962 sprejet zakon, ki obravnava merske enote, javna uporaba starih imperialnih enot pa je bila dovoljena le do konca leta 1980. Kljub obveščanju in izobraževanju ljudi o pravilni uporabi merskih enot so nekatere od teh še vedno

zelo pogoste v javni uporabi, tako v Sloveniji kot tudi v drugih evropskih državah, zlasti v Angliji.

Področje merskih enot v Sloveniji ureja in vodi Urad Republike Slovenije za meroslovje v skladu z Za-

HAMBURG				
AUSTRIAN	1			
ITALIAN	1			
BREMEN	1			
SWEDISH	1			
TURKISH	1			
BAVARIAN	1			
SPANISH	1			
PORTUGUESE	1			
MOSCOW	1			
RUSSIAN	1			
AMSTERDAM	1			
RHINELAND	1			
FRENCH	1			
ENGLISH	1			

*Pretvorniki med enotami*

Dušanka Škrbić, specialistka organizacije in managementa, mag. Dominika Rozoničnik, univ. dipl. inž; obe Urad RS za meroslovje

konom o meroslovju (Ur. list RS, št. 26/2005 – uradno preč. besedilo) in Odredbo o merskih enotah (Ur. list RS, št. 26/2001). V skladu s temi pravnimi akti se lahko v Republiki Sloveniji za izražanje merilnih rezultatov oziroma vrednosti fizikalnih in kemijskih veličin uporabljajo samo enote mednarodnega sistema merskih enot SI s pripadajočimi množilnimi in delilnimi predponami.

Skladno z Odredbo o merskih enotah se nedovoljene enote lahko uporabljajo samo v primeru, da se pišejo oziroma navajajo skupaj s predpisanimi enotami, vendar morajo biti napisane v oklepaju za predpisano enoto (primer: 100 kW (136 KM)).

## Nekaj najpogostejših uporab nedovoljenih enot

Najbolj pogoste nepravilne merske enote, ki jih srečamo v uporabi, so naslednje:

1. merska enota za delo in energijo: **»kalorija«**. Srečamo jo v člankih o energijski vrednosti hrane, na deklaracijah nekaterih proizvodov, aerobnih napravah v fitnes centrih, v knjigah o prehrani in hujšanju, zdravstvenih priročnikih in podobno;

*Predpisana merska enota za energijo, delo in toploto je »joule«, ki se v slovenskem jeziku izgovarja kot »džul«. Pri preračunavanju se upošteva:  $1 J = 0,2388$  kalorij (cal).*



Merska konvencija

**Tabela 1.** Zapis nekaterih nedovoljenih enot

Nekatere nedovoljene enote			
Veličina	Enota		
	Ime	Simbol	Pretvorba v SI
dolžina	palec, cola*	in	25,4 mm
	čevelj*	ft	0,3048 m
	milja*	mi	1609,344 m
prostornina	galona*	gal	4,54609 dm <sup>3</sup>
	sodček <sup>1)</sup>	bbl	158,9873 dm <sup>3</sup>
moč	konjska moč	KM	735,4988 W
masa	unča* <sup>2)</sup>	oz	28,34952 g
	funt* <sup>3)</sup>	lb	0,4535924 kg
tlak	atmosfera	at	98066,0 Pa
energija	kalorija	cal	4,1868 J
sila	kilopond	kp	9,80665 N

\* Imperialne enote oziroma anglosaški merski sistem, ki se je uporabljal v Združenem kraljestvu in njegovih kolonijah.

<sup>1)</sup> Sodček surove nafte.

<sup>2)</sup> Unča za plemenite kovine in zdravila je enaka 31,10348 g.

<sup>3)</sup> Funt za plemenite kovine in zdravila je enak 0,3732417 kg.

2. merske enote za dolžino: **»palec«** (**»inch«**, **»cola«**), **»milja«**, **»čevelj«**. Palec srečamo pri označevanju dimenzij avtomobilskih platišč, pri različnih profilih cevi, velikosti televizijskih in računalniških zaslonov, CD, DVD, trdih diskov, v strokovni literaturi, »miljo«, »čevelj« pa v pomorstvu, v televizijskih in radijskih oddajah, strokovnih revijah in podobno;

*Predpisana enota za dolžino je meter (m). Pri preračunavanju se upošteva:  $1 cm$  je  $0,3937$  »palec« (col),  $1 m = 3,2808$  čevljev,  $1 km = 0,6214$  milj na kopnem in  $0,5399$  navtičnih milj.*

3. merske enote za prostornino: **»galon«**, **»sodček«**. Najbolj pogosto ju slišimo pri navajanju cen nafte v časopisih, informativnih televizijskih oddajah;

*Predpisana enota za volumen je liter (l ali L). Pri preračunavanju se upošteva:  $1 l = 0,2199$  galon ali  $0,2642$  galon ZDA in  $1000 l = 6,2898$  sodčka.*

4. merska enota za moč: **»konjska moč«**, ki jo lahko slišimo pri nekaterih prodajalcih avtomobilov, v nekaterih revijah, radijskih in televizijskih oddajah o avtomobilih, občasno tudi v nekaterih člankih in podobno;

*Predpisana enota za veličino moči watt (W).  $735,498 W = 1$  konjska moč (KM).*

5. merska enota za maso: **»unča«** se uporablja pri določanju mase plemenitih kovin v borzno-posredniških prispevkih, pri finančnih transakcijah, v strokovnih revijah.

*Predpisana merska enota za maso je kilogram (kg), Pri preračunavanju se upošteva:  $1 kg = 35,2739$  »unč« (»troyounce«).*

## Zakaj je pravilna uporaba merskih enot pomembna

Če je pravilna uporaba enot lahko le informativna, je njihova nepravilna uporaba lahko katastrofalna.

Tako je najbolj znan katastrofalen primer izguba Nasinega plovila Mars Climate Orbiter leta 1999 zaradi nedosledne uporabe enot SI. Plovilo,

ki je razumelo enote sistema SI, so z Zemlje pošiljali podatke v imperialnih enotah.<sup>1</sup> Poleg navedenega je tu še nekaj najbolj odmevnih primerov, ki so še posebej pogosti v letalstvu:

- Leta 1997 je korejsko letalo Korean Air strmoglavilo na gori Nimitz, pri čemer je umrlo 228 ljudi, verjetno zato, ker letalski posadki ni bilo jasno, ali so bile enote višine izražene v čevljih ali metrih.<sup>2</sup>
- Leta 1999 je zaradi zamenjave metrov in fitov (feet) kmalu po vzletu strmoglavilo korejsko tovarno letalo Air 6316 MD-11 na letu iz Šanghaja v Seul, pri čemer so umrli vsi trije člani posadke in pet oseb na letalu, dodatno pa je

bilo ranjenih še 37 ljudi na tleh.<sup>2</sup>

- Zaradi zamenjave enote kilogram s funti pri točenju goriva je leta 1983 kanadskemu letalu Air Canada Flight 143, Boeing 767-200, kmalu po vzletu v zraku zmanjkalo goriva, zato je letalo posledično izgubilo moč na vseh motorjih. Na srečo je izkušen pilot uspel varno pristati.<sup>2</sup>
- Na olimpijskih igrah 2004 v Atenah trojni skok prvaka Melvina Listra ni bil dovolj za kvalifikacije zaradi zamenjave merilnika z merilno skalo v čevljih, ki ga je bil atlet varen in ga je do tedaj uporabljal, z merilnikom, ki je imel merilno skalo v centimetrih.

»Nihče mi ni povedal, da imajo tukaj metrične trakove. Nisem mogel ugotoviti, koliko je znašala moja oznaka,« je po tekmi povedal Lister.<sup>3</sup>

- Znanih je tudi nekaj primerov, ko so zdravstveni delavci imeli težave s preračunavanjem potrebnih količin odmerkov zdravil.<sup>4</sup>

Tudi pri nas je veliko zmede, še zlasti zato, ker se vrednosti, izražene v imperialnih enotah, napačno povzemajo, prevajajo in preračunavajo. Še dodaten problem je, ker imamo pri imperialnih enotah za eno in isto enoto več različnih vrednosti. Tako

**Tabela 2.** Najbolj uporabljane enote mednarodnega sistema enot SI in definicije osnovnih enot

Osnovne enote SI			
Veličina	Osnovna enota SI		
	Ime	Simbol	Definicija
dolžina	meter	m	Meter je dolžina poti, ki jo opravi svetloba v vakuumu v času od 1/299792458 s (sekunde).
masa	kilogram	kg	Kilogram je masa mednarodnega etalona kilograma, ki ga hranijo v Parizu.
čas	sekunda	s	Sekunda je čas trajanje 9.192.631.770 periode sevanja, ki ga odda atom cezija 133 pri prehodu med dvema nivojema hiperfinega razcepa osnovnega stanja.
električni tok	Amper	A	Amper je stalni električni tok, ki pri prehajanju skozi dva premočrtna, vzporedna, neskončno dolga vodnika zamenljivega krožnega prereza, postavljena v vakuum v medsebojni razdalji 1 m, povzroča med njima silo $2 \times 10^{-7}$ N/m.
termodinamična temperatura	Kelvin	K	Kelvin je termodinamična temperatura, ki je 1/273,16 del termodinamične temperature trojne točke vode.
množina snovi	mol	mol	Mol je množina (snovi) sistema, ki vsebuje toliko osnovnih delcev, kolikor atomov je v 0,012 kilograma ogljika 12.
svetilnost	kandela, candela	cd	Kandela je svetilnost vira v določeni smeri, ki oddaja monokromatsko sevanje frekvence $540 \times 10^{12}$ Hz, katerega energijska jakost v tej smeri je 1/683 W/sr.

1 Mars Climate Orbiter Mishap Investigation Board Phase I Report November 10, 1999: [sunnyday.mit.edu/accidents/MCO\\_report.pdf](http://sunnyday.mit.edu/accidents/MCO_report.pdf) (uporabljeno: 22. 7. 2013).

2 National Transportation Safety Board (2000). *Controlled flight into terrain, Korean Air flight 801, Boeing 747-300, HL7468, Nimitz Hill, Guam, August 6, 1997*. Washington: National Transportation Safety Board.

3 *Unit mixups* – Lamar at Colorado State University: 5. 1. 2009: <http://lamar.colostate.edu/~hillger/unit-mixups.html> (uporabljeno: 22. 7. 2013).

4 Wheeler, D. W., D. D. Remoundos, K. Whittlestone, M. I. Palmer, S. J. Wheeler, T. R. Ringrose and D. K. Menon (2004), Doctors' confusion over ratios and percentages in drug solutions: the case for standard labelling, *Journal of the Royal Society of Medicine*, 97, 380–383 in Wheeler, D. W., K. Whittlestone, R. Salvador, D. F. Wood, A. J. Johnston, H. L. Smith and D. K. Menon (2006), Influence of improved teaching on medical students' acquisition and retention of drug administration skills, *British Journal of Anaesthesia*, 96, 1, 48–52.

**Tabela 3.** Zapis izpeljanih enot SI s posebnimi imeni in simboli

Izpeljane enote SI s posebnimi imeni in simboli			
Izpeljana veličina	Izpeljana enota SI		
	Ime	Simbol	Izražena z osnovnimi enotami SI
ravninski kot	radian	rad	m/m
prostorski kot	steradian	sr	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
frekvenca	Hertz	Hz	1/s
sila	Newton	N	kg·m/s <sup>2</sup>
tlak, napetost	Pascal	Pa	kg/(m·s <sup>2</sup> )
energija, delo, toplota	Joule	J	kg·m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>
moč	Watt	W	kg·m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup>
električni naboj, količina elektrine	Coulomb	C	A·s
električna napetost, razlika potencialov	Volt	V	kg·m <sup>2</sup> /(s <sup>3</sup> ·A)
kapacitivnost	Farad	F	s <sup>4</sup> ·A <sup>2</sup> /(kg·m <sup>2</sup> )
električna upornost	Ohm	Ω	kg·m <sup>2</sup> /(s <sup>3</sup> ·A <sup>2</sup> )
električna prevodnost	Siemens	S	s <sup>3</sup> ·A <sup>2</sup> /(kg·m <sup>2</sup> )
magnetni pretok	Weber	Wb	kg·m <sup>2</sup> /(s <sup>2</sup> ·A)
gostota magnetnega pretoka	Tesla	T	kg/(s <sup>3</sup> ·A <sup>2</sup> )
induktivnost	Henry	H	kg·m <sup>2</sup> /(s <sup>2</sup> ·A <sup>2</sup> )
svetlobni tok	lumen	lm	cd
osvetljenost	lux	lx	cd/m <sup>2</sup>
aktivnost (radionuklida)	Becquerel	Bq	1/s
absorbirana doza, prejeta specifična energija, kerma, indeks absorbirane doze	Gray	Gy	m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>
dozni ekvivalent, indeks doznega ekvivalenta	Sievert	Sv	m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>
katalitska aktivnost	katal	kat	mol/s
Celzijeva temperatura <sup>4)</sup>	stopinja Celzija <sup>4)</sup>	°C	°C = K

<sup>4)</sup> Stopinja Celzija je posebno ime za enoto kelvin za podajanje vrednosti Celzijeve temperature.

npr. imamo dve različni konjski moči – metrično, ki znaša 1 KM = 735,49875 W, in angleško katere vrednost je 1 KM = 745,6998 W, pet različnih vrednosti »kalorije« – ki jo nekateri »prevajalci« še dodatno zamenjujejo s »kilokalorijo«, več kot pet različnih vrednosti »unče«, več vrednosti »galon« in podobno. Vse to lahko pripelje do dodatne zmede, nerazumevanja, napačnega informiranja in tudi nepopravljivih napak, ki so lahko tudi usodne.

Najpogostejša je napačna uporaba imperialne enote kalorija za energijsko vrednost živil, ki se, da je napaka še večja, pogosto še napačno prevaja. Zelo pogosto zasledimo napačno prevedene članke, diete, priporočila in podobno, ki vrednost ameriške

Calorie, ki pomeni 1000 kalorij, prevajajo kot 1 kalorija. Tako prihaja do zelo napačnega in škodljivega informiranja potrošnikov. V kar nekaj člankih smo npr. zasledili informacijo, da odrasel moški na dan porabi 2500 »kalorij«, ženska pa 2000, kar je seveda popolnoma napačno, saj moški porabi na dan 2500 kilokalorij in ženska 2000 kilokalorij, kar prevedeno v predpisano enoto predstavlja 10500 kJ oziroma 8400 kJ. Tako prevedene energijske vrednosti so 1000-krat manjše in lahko imajo tudi resnejše posledice za potrošnike oziroma pri dietah tudi škodljive učinke.

**Nadzor na področju merskih enot**  
Urad RS za meroslovje je kot pristojni organ na področju merjenja

in merskih enot v zadnjih letih začel z intenzivnim nadzorom nad pravilno uporabo in označevanjem merskih enot v javni uporabi kot tudi z izobraževanjem in obveščanjem širkega spektra javnosti vse od prvih razredov osnovnih šol dalje.

Prvi nadzori na področju merskih enot so se začeli v letu 2005, ko smo nadzirali pravilno označevanje moči motorjev različnih električnih strojev in naprav. Pri večini primerov so bile ugotovljene kršitve na področju označevanja moči motorjev na deklaracijah, navodilih in prodajnih listkih s ceno izdelkov.

Od leta 2006 naprej izvajamo nadzor pri javnih medijih, radiju in te-



**TEHNA**  
Avtomatizacija

Želite najvišjo kakovost industrijskih komponent po konkurenčnih cenah, enostavno naročilo in hitro dostavo?

Oprema *Allen-Bradley* zagotavlja optimalno zmogljivost najzahtevnejših aplikacij po vsem svetu že več kot 100 let.

Obiščite spletno trgovino na [www.tehna.si](http://www.tehna.si) in si pridobite prednost z izbiro *Allen-Bradley* industrijskih komponent.



info@tehna.si  
www.tehna.si  
Tehnološki park 19 - 1000 Ljubljana

**Rockwell Automation**  
Allen-Bradley - Rockwell Software

leviziji, časopisih, internetnem oglaševanju in v trgovinah. Kršitelji so nepravilnosti v glavnem takoj odpravili in opozorilo sprejeli kot pozitivno, saj je bil najpogosteje vzrok nepoznavanje predpisov. Prav zaradi tega smo se odločili, da v primeru merskih enot delujemo bolj v smislu osveščanja, poučevanja ter preventivnega delovanja in ne kaznovanja. Tako smo kršitelje v prvi fazi samo opozarjali in le v nekaterih primerih, ko so se kršitve nadaljevale, tudi kaznovali.

Zelo pomembna informacija za Urad RS za meroslovje je, da v zadnjem času dobimo tudi veliko prijav občanov, ki jih uporaba nedovoljenih merskih enot moti in zahtevajo naše ukrepanje. To kaže na to, da je večina ljudi na tem področju kljub zelo veliki »zakoreninjenosti« nekaterih nedovoljenih enot vedno bolj osveščena in želi biti informirana v pravih enotah oziroma se zaveda morebitnih posledic napačne uporabe.

### Nepravilno izražanje fizikalne veličine

Poleg nepravilne uporabe merskih enot se srečujemo tudi z nepravilnim izražanjem samih fizikalnih veličin. Najbolj pogosti primeri so:

- »teža« namesto masa in
- »pritisk« namesto tlak.

Masa je skalar, merjen v kg, teža pa vektor, merjen v N (Newton). Masa je lastnost telesa, ki ne more spremeniti njegove lege in hitrosti, medtem ko je sila teže odvisna od lokalne vrednosti gravitacije. Enostavneje povedano: masa telesa je enaka na Luni in na Zemlji, sila teže pa je na Luni le 1/6 sile teže na Zemlji.

Vse, kar se izraža z mersko enoto kilogram (kg) in njegovimi desetiški mnogokratniki (dekagram, gram,

tona ...), je masa in ne »teža«. Teža je drugo ime za silo, ki se izraža z mersko enoto N (Newton).

Najbolj pogosto nepravilno izražanje fizikalne veličine tlaka s »pritiskom« zasledimo v sredstvih javnega obveščanja, še posebej v televizijskih programih, pri napovedih vremenskih podatkov o zračnem tlaku. Prav tako ni nič manj pogosta nepravilna uporaba pri izražanju krvnega tlaka z izrazom krvni »pritisk«. Osnovna merska enota za tlak je Pa (Pascal) osnovna merska enota za pritisk, ki je v osnovi sila pa je N (Newton).

Pri pisanju simbolov veličin pa moramo biti pozorni še na pravilo, da se pišejo v kurzivni pisavi: *m*, *t*, *l*, *x*.

### Zaključek

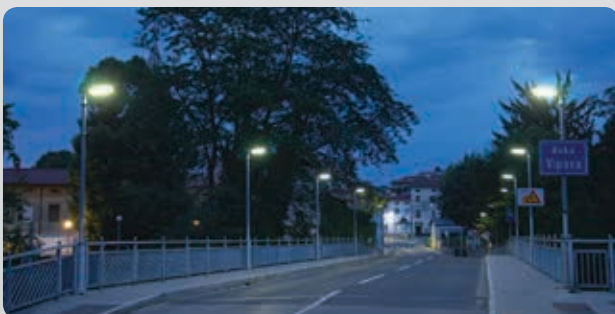
Ker so merske enote bistvene za uporabo vseh merilnih instrumentov, za izražanje meritev ali navedbo veličine in se uporabljajo na večini področij človeškega delovanja, je nujno potrebno zagotoviti največjo možno jasnost ter spoštovanje pravil za njihovo uporabo za gospodarske, zdravstvene, varnostne oziroma upravne namene. Dvojnost, nepravilnost ali dvoumnost pri izražanju in uporabi lahko škodujejo.

Na koncu naj omenimo, da bo Urad RS za meroslovje še naprej deloval v smislu izobraževanja, obveščanja in opozarjanja. V primeru ponavljajočih se kršitev pa bomo prisiljeni posegati tudi po ostrejših ukrepih, saj Zakon o meroslovju (Uradni list RS, št. 26/2005) in Odredba o merskih enotah (Uradni list RS, št. 26/2001) določata, da se v Republiki Sloveniji za izražanje merilnih rezultatov in vrednosti fizikalnih veličin v javni rabi morajo uporabljati enote mednarodnega sistema enot SI (fr. *Système international d'unités*) s pripadajočimi predponami.



# HELLA INDUSTRIJE

Tehnologija z vizijo



LED ZUNANJA  
RAZSVETLJAVA



INDUSTRIJSKA  
RAZSVETLJAVA



PAMETNA  
LED SVETILKA



AMBIENTALNA  
RAZSVETLJAVA



HELLA Saturnus Slovenija d.o.o.  
Letališka c. 17  
1000 Ljubljana/Slovenija  
Tel.: 01 520 32 58  
hss-industries@hella.com  
www.hella-saturnus.si

## Dajalnik pozicije za vgradnjo v T-utore SDAT-MHS

Festo predstavlja dajalnike pozicije SDAT-MHS, ki jih odlikujejo visoka natančnost, ponovljivost, možnost programiranja, pet območij zaznavanja za pomembne standardne dolžine gibov. Dajalniki so posebej zasnovani za Festove pogone.

### Zanesljivo in natančno

Pet območij zajemanja dajalnika pozicije pokriva najpogostejše dolžine gibov Festovih valjev. Dajalnik pozicije SDAT-MHS zajame gibe v celoti, ne da bi segal čez dolžino valja. Območje zajemanja pa tudi ni krajše, kot je gib valja. Dobrodošel učinek: SDAT-MHS zajame celoten gib, vključno s končnim položajem, dodatno stikalo na valju je odveč.

### Visoka učinkovitost

Analogni tokovni izhod, preklopni izhod in IO-link so kombinirani v eni napravi. S tem dobi uporabnik v enem samem krmilniku fleksibilnost

pri izbiri načina za obdelavo signalov.

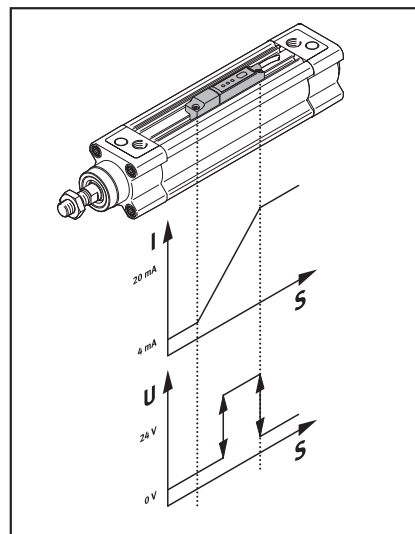
### Enostavnost in gospodarnost

Z enostavnim grafičnim vmesnikom je mogoče v modusu IO-Link programirati do 4 kanale kot stikala za cilindre, histerezne ali pasovne komparatorje. Tako je mogoče izvesti skoraj vsako aplikacijo brez programiranja analognih izhodov ali PLC-programa.

Pri nadzoru procesa vijačenja, kovičenja, ultrazvočnega varjenja, stiskanja in vpenjanja ali pri orientiranju objekta je potrebno točno in ponovljivo določiti pozicijo bata valja. Za ta namen sedaj obstaja cenovno ugodna alternativa za drage dajalnike pozicije ali mehanične potenciometre, to so programabilni dajalniki pozicije SDAT-MHS za analognu zaznavanje.

Glavna področja uporabe so:

- nadzor procesov:
  - preoblikovanja pločevine,
  - privijanja,
  - kovičenja,
  - ultrazvočnega varjenja,



Izhodni tokovni ali napetostni signal

- stiskanja,
- spenjanja;
- razpoznavanje objektov:
  - ugotavljanje pozicije in lege izdelkov,
  - ločevanje dobrih in slabih kosov,
  - sprememba proizvodnega programa.

Območje zajemanja 50, 80, 100, 125, 160 mm, pritrditve v T-utor na zgornji strani valja, izhodni signal od 0 do 20 mA, ponovljivost  $\pm 0,1$  mm, razred zaščite IP65 in IP68, napaka v linearnosti 0,25 mm, priključni kabel 30 cm z M8-vtikačem, IO-link ali preklopni signal ter v obeh primerih možnost programiranja histereznega in pasovnega komparatorja, NO/NC ter stikala na valju.

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



Družina dajalnikov pozicije

**IRT**<sup>3000</sup>  
inovacijerazvojt tehnologije

**NEPOGREŠLJIV VIR  
INFORMACIJ ZA STROKO**

**VSAKA DVA MESECA  
NA VEČ KOT 140 STRANEH**

**Vodnik skozi množico informacij**

- kovinsko-predelovalna industrija
- proizvodnja in logistika
- obdelava nekovin
- napredne tehnologije

Povprašajte za cenik  
oglaševalskega prostora!  
e-pošta: [info@irt3000.si](mailto:info@irt3000.si)



## Napredni laserski senzor OMRON serije E3NC-L in E3NC-S

Predstavljena serija laserskih senzorjev Omron ponuja zelo natančno in zanesljivo zaznavo v industrijskem okolju. Serija E3NC-L je na voljo v izvedbi z delovno razdaljo  $70 \pm 15$  mm oz. za velike razdalje do 1200 mm, kjer je možno nastavljati velikost laserske točke. Preklopna meja se zelo enostavno določi s pomočjo pripadajočega krmilnega ojačevalnika.

Serija E3NC-S uporablja napredno HSDR- (high speed dynamic range) in CMOS-tehnologijo, kjer krmilni ojačevalnik ves čas prilagaja moč svetlobe in odboja in s tem izniči vpliv različnih površin. Na voljo sta dva tipa senzorske glave za delovne razdalje od 35–250 mm oz. 35–100 mm. Zelo majhna laserska točka in napredni krmilni



ojačevalnik omogočata zelo natančno zaznavo, zaradi linearnega merjenja vrednosti odboja pa se lahko senzor pogojno uporabi tudi kot merilni senzor.

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)

## Srednjetačni oljni filter GMF iprotect®

Podjetje Parker Hannifin predstavlja novost na področju filtracije. To je srednjetačni filter GMF iprotect®, ki je posebej zasnovan za primere uporabe, kjer se zahteva stroškovno učinkovito in hkrati kakovostno filtriranje. Oblika filtra je podobna visokotlačni seriji filtrov EPF iprotect®. Je kompakten, filtrirni element med menjavo ostane v filtrirni posodi. Parker Hannifin dobavlja patentirane elemente iprotect® s filtrskim medijem quantumfiber™, ki ima široko filtrirno površino in tako zagotavlja majhen padec tlaka, dolgo življenjsko dobo in maksimalno zaščito tudi v hladnih in dinamičnih pogojih.

Filter GMF iprotect® je idealen za uporabo v mobilni in industrijski opremi za pretoke do 600 l/min in 70 bar maksimalnega delovnega tlaka.

Serija filtrov Iprotect® je naslednja generacija patentiranih filtrirnih elementov, ki ima naslednje značilnosti:

- Zahvaljujoč patentirani konstrukciji posameznih elementov



Filtrirni vložek in filter GMF iprotect®

- iprotect® je zagotovljena kakovost filtracije, saj uporaba neoriginalnih rezervnih delov ni mogoča.
- Poleg najboljše možne zaščite sistema družina filtrov iprotect® zagotavlja, da je vpliv na okolje čim manjši, saj ohranja in ponovno uporablja podporno jedro filtrirnega elementa.
- iprotect® varuje okolje z zmanjšanjem okoljskih odpadkov, običajno za 50 %.

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



➔ 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](mailto:info@sunhydraulik.de)

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

## Merjenje nivoja z LFP cubic

SICK predstavlja nov nivojski senzor LFP cubic, ki zagotavlja največjo stopnjo prilagodljivosti in merilno natančnost. Zaradi IO Link povezave ga je mogoče enostavno integrirati v sisteme za avtomatizacijo procesov ali druge stroje.

LFP cubic združuje v eni napravi neprekinjeno merjenje nivoja z nivojskim stikalom, ki je skoraj brez obrabe in vzdrževanja in se uporablja v kovinskih posodah in rezervoarjih v vodni industriji, v strojogradnji, na obdelovalnih strojih, v proizvodnem inženiringu.

LFP cubic je zasnovan za univerzalno uporabo. Metoda merjenja na principu "vodenih mikrovalov" mu zagotavlja neobčutljivost na način namestitve v posodo in vrsto medija. Zaradi tega je senzor primeren za skoraj vse tekočine na osnovi vode in olja, npr. hladilne tekočine, rezalna olja in hidravlična olja ali mešanice, ki vsebujejo čistila in razmaščevalce. Na voljo je merilna dolžina sonde od 200 mm do 2000 mm, kar omogoča individualno postavitev senzorja. Merilna



sonda iz nerjavečega jekla je privita, kar omogoča enostavno in hitro demontažo ali zamenjavo. LFP cubic je primeren za temperature do 100 °C (212 °F) in tlake do 10 bar (1000 kPa). Nastavitev senzorja poteka s pomočjo zaslona in tipk, upravljanje z meniji izhaja iz predlogov VDMA (nemški Engineering Federation). Druga možnost je nastavitev dveh preklopnih točk in merilnega območja za analogni izhod s povezavo IO Link preko nadzornega sistema, kjer je hkrati možno spremljanje in spreminjanje kar od tam.

LFP cubic se uvršča med najbolj na-

tančne merilne sisteme tudi pri tekočinah s peno. Za razliko od mnogih drugih senzorjev, ki delujejo na osnovi aktivne metode merjenja, na meritev zanemarljivo vplivajo lastnosti medija, npr. gostota ali prevodnost. Kar pomeni, da nivojskega senzorja ni potrebno ponovno nastavljati ob spremembi fizikalnih lastnosti tekočine. LFP cubic ponuja maksimalno dolžino zaznavanja ne glede na izbrani model, ker ima zelo malo mrtve cone (neaktivne površine) ne glede na izbrano dolžino sonde. Merilna natančnost  $\pm 5$  mm predstavlja vrednost, ki jo je drugače možno doseči le s precej dražjimi merilnimi sistemi.

LFP cubic z visokotehnološkim principom zaznavanja zagotavlja najboljše merilne rezultate za različne medije, odlikuje ga odlično razmerje med ceno in učinkovitostjo.

Vir: SICK, d. o. o., Cesta dveh cesarjev 403, 1000 Ljubljana, tel.: 01 47 69 990, fax.: 01 47 69 946, e-mail: [office@sick.si](mailto:office@sick.si), <http://www.sick.si>

## Optični senzorji S15

Vodilni slovenski proizvajalec industrijske senzorike FBS elektronik, d. o. o., predstavlja slovenskemu trgu nov model optičnega senzorja iz serije S15 proizvajalca Datalogic. S15 odlikujejo mehanske lastnosti, ki omogočajo montažo senzorja na zelo kritičnih mestih, kjer je malo prostora in so visoke zahteve glede mehanske zaščite.

### S15-PA

Izvedba optičnega senzorja v plastičnem ohišju je primerna za mesta, kjer se zahtevajo nizki stroški in je omejen prostor za vgradnjo. Predmete je mogoče zaznavati z osnovnimi optičnimi funkcijami, kot so: zrcalna zapora 5 m, tipalo 10 cm, 30 cm, 1 m in tipalo z izločitvijo ozadja 12 cm.

### S15-NA

Novo ohišje iz nerjavečega materiala izpolnjuje vse zahteve v kemijsko agresivnem okolju (pranje v živilski in prehrabni industriji s čistilnimi sredstvi), kjer se zahteva odpornost ohišja

na poškodbe. Ta izvedba vključuje vse optične funkcije z nastavitvijo razdalje preko trimerja in robustnosti preko kovinskega priključnega konektorja M12.

Značilnosti senzorjev:

- plastično kratko ohišje (40 mm) znižuje stroške in omogoča prihranek na prostoru,
- nerjaveče ohišje za mehansko zaščito ip69k,
- vse optične funkcije pri optimalnih razdaljah delovanja,
- modeli s fiksno nastavitvijo ali z nastavitvijo razdalje preko trimerja,
- kabelska, kovinska ali plastična izvedba priklopa M12 in kabel s priključnim konektorjem.

Področja uporabe:

- na strojih in napravah,
- pakirne linije v živilski, prehrabni in farmacevtski industriji,
- polnilnice pijač,
- transportne linije,
- keramična industrija,



- skladišča in logistični centri.

Zahvaljujoč visoki mehanski zaščiti IP69K, so senzorji iz te serije odporni na vodne curke do 100 bar pri temperaturah 80 °C. S serijo S15 je uporabniku omogočeno cenovno ugodno reševanje osnovnih ali zahtevnih primerov uporabe.

Vir: FBS elektronik, d. o. o., Prešernova 8, 3320 Velenje, tel. 03 898 37 02, faks: 03 898 37 18, e-pošta: [peter.meh@fbselektronik.com](mailto:peter.meh@fbselektronik.com), internet: [www.fbselektronik.com](http://www.fbselektronik.com)

## Ionizatorji IZS40, IZS41 in IZS42

Novi ionizatorji podjetja SMC nudijo enostavno in hitro rešitev težav s statično elektriko. SMC se je odzval na zahteve trga in pripravil tri modele ionizatorjev – IZS40, IZS41 in IZS42, ki še hitreje odpravijo elektrostatiko kot prejšnji modeli.

Vsi trije modeli so opremljeni z AC-generatorjem ionov, katerega frekvenca je nastavljiva od negativne ali pozitivne polaritete DC do frekvence 30 Hz, tako že standardni model IZS40, ki je opremljen le z ON/OFF-funkcijo, na razdalji 1000 mm opravi s statično elektriko v 3,2 s.

IZS41 ali »high speed« model je opremljen s senzorjem za zaznavanje preostanka elektrine na obdelovancu, kar mu omogoča prilagoditev polaritete in frekvence in hitro odpravljanje statične elektrike. Za zelo



občutljive izdelke, kot so elektronski čipi in tiskana vezja, so razvili model IZS42, ki ima dvojni AC-generator ionov in hkrati emitira pozitivne in negativne ione na vsaki drugi elektrodi. S tem se doseže zelo hitra razelektritev brez večjega nihanja potenciala, ki bi lahko poškodoval občutljive elektronske komponente.

Z napajalno napetostjo 24 VDC ionizatorji ostajajo prijazni do uporabnika, saj ni potrebno skrbeti za vzdrževanje

visokonapetostnega generatorja in ožičenja. Za še lažje upravljanje med delovanjem so naboru dodatne opreme dodali daljinski upravljalnik in olajšali delo tehnologov in vzdrževalcev. Z zamenljivimi glavami elektrod pa so poskrbeli za krajše zaustavitve pri njihovem servisiranju in čiščenju.

Vir: SMC Industrijska avtomatika, d. o. o., Mirnska cesta 7, 8210 Trebnje, tel.: 07 388 54 12, faks: 07 388 54 35, e-pošta: office@smc.si, internet: www.smc.si

SERVO VENTILI, PROPORCIONALNI VENTILI IN RADIALNO-BATNE ČRPALKE

# MOOG

### Zakaj radialno-batne visokotlačne črpalke MOOG?

- preverjena kvaliteta še nedavno pod "BOSCH-evo" prodajno znamko,
- robustna izvedba in visoka obrabna odpornost omogočata dolgo življenjsko dobo črpalk,
- primerna za črpanje tudi specialnih medijev olje-voda, voda-glikol, sintetični ester, obdelovalne emulzije, izocianat, polioli, ter seveda za mineralna, transmisijska ali biorazgradljiva olja,
- nizka stopnja glasnosti,
- visoka odzivna sposobnost in volumski izkoristek,
- velika izbira regulacije črpalk.

Moogovi servo ventili, proporcionalni ventili in radialno-batne črpalke so sestavni deli najboljših hidravličnih sistemov.

Brez njih si ne moremo zamisliti delovanje strojev za brizganje plastike in aluminija, strojev za oblikovanje v železarnah in lesni industriji, v letalih in napravah za simulacijo vožnje.



ZASTOPA IN PRODAJA  
**PPT commerce d.o.o.**  
 Pavišičeva 4  
 1000 Ljubljana  
 Slovenija  
 tel.: +386 1 514-23-54  
 faks: +386 1 514-23-55  
 e-pošta: ppt\_commerce@siol.net

Orbitalni hidromotorji, z zavore ali z dodatnimi blok ventili



Servo krmilni sistemi za vozila- viličarje, traktorje, gradbene stroje ...



**A-S HYDRAULIC**

# Kaj pomeni »razvoj izdelka« v Helli Saturnus?

Tomaž JUREJEVČIČ

Hella Saturnus Slovenija, katere osnovno dejavnost predstavljata razvoj in proizvodnja svetil, se je razvila v razvojno izjemno napredno podjetje. 3 kompetenčni centri – za dodatne žaromete, enofunkcijske svetilke in Hellin program za športne avtomobile – potrjujejo, da črpa slovenska podružnica, tako kot koncern, močan zagon v tehnologiji in inovacijah. Hkrati Hella v zadnjih letih svoje bogato znanje in izkušnje s področja avtomobilske svetlobne opreme intenzivno prenaša v koristne in učinkovite aplikacije v drugih panogah, kot so področja LED-razsvetljave ulic, zgradb in letališč ter štetja prehodov ljudi. Kakovost slovenskih inženirjev in širitev Hellinih razvojnih pristojnosti sta tako botrovali intenzivni širitvi razvojnega oddelka, kjer danes zaposluje že več kot 200 strokovnjakov strojništva, fizike in elektronike.

## ■ Razvojna dejavnost

V splošnem je vsebina razvojne dejavnosti jasna, če jo gledamo z vidika dodane vrednosti – gre za aktivnosti s skupnim ciljem ustvariti dokumentacijo, tehnična sredstva

in organizacijo za proizvodnjo in trženje novega izdelka. Če je podjetje oz. razvojna skupina del velike poslovne skupine (koncerna), pa so pristopi k razvoju izdelkov in tehnologij malenkost bolj specifični. Za kaj gre?

več umeščen v celoten mozaik aktivnosti, ki jih izvajamo v poslovni skupini podjetij in katerih končni rezultat je kakovosten izdelek za našega kupca.

Osnovna naloga razvoja je, da razvije nove izdelke in pripravi potrebno

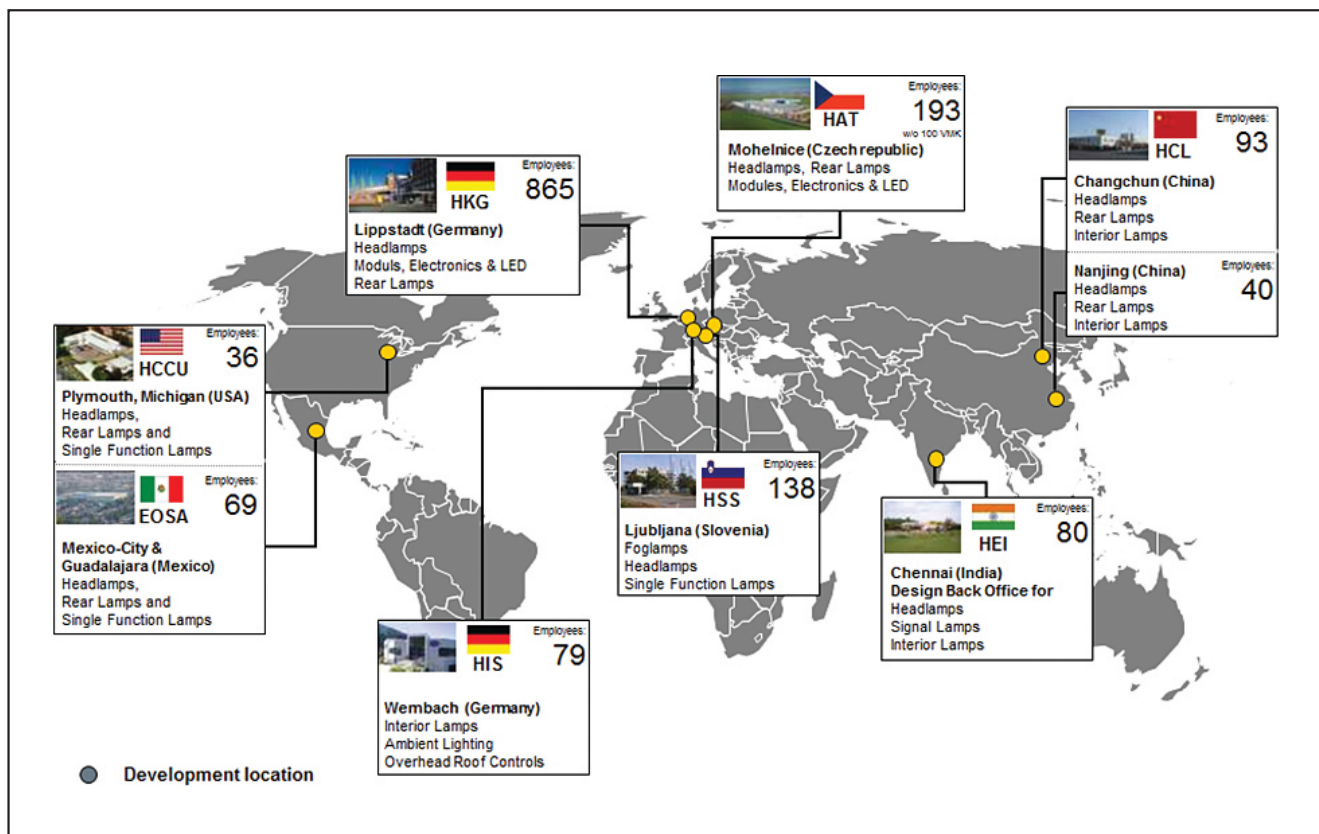


Slika 1. Razvojni oddelek

Dr. Tomaž Jurejevčič, univ. dipl. inž., Hella Saturnus, d. o. o., Ljubljana

Vprašati se moramo, kaj pravzaprav sodelavci v razvojnih oddelkih podjetja Hella Saturnus počnejo, kakšno je njihovo delo in kako je njihov prispe-

dokumentacijo in podatke za to, da smo nato lahko vsi skupaj po 1 do 2 letih pripravljeni na uspešen zagon proizvodnje.



Slika 2. Razvojne lokacije koncerna Hella

### ■ Kaj pomeni "razviti izdelek"?

Žaromet kot končni cilj je precej kompleksen izdelek, zato si pri obvladovanju tako zahtevne naloge pomagamo s projektnim inženirskim pristopom. Kompleksne probleme inženirji poskušamo rešiti na način, da jih najprej analiziramo in nato razdelimo na manjše naloge, ki so bolj obvladljive. Pomagamo si s časovnim planiranjem teh nalog, jih nato razrešimo in posamezne rešitve na koncu sestavimo v končni izdelek.

Da se pri razvoju v posameznih prepletajočih se procesih med seboj razumemo, uporabljamo vnaprej dogovorjene metode dela in izmenjujemo informacije na dogovorjen način – preko elektronske pošte, standardiziranih dokumentov, tabel, diagramov, računalniških modelov in risb. Ker je omenjenih aktivnosti zelo veliko (uradno v Hellingem razvojnem procesu govorimo o ok. 300 nalogah, ki jih moramo izvesti v okviru razvoja enega izdelka), so naši inženirji specializirani za posa-

mejno skupino nalog, ki jih v okviru internega usposabljanja dobro spoznajo in kasneje tudi odlično obvladujejo. V tem smislu v posameznem projektnem timu, ki od začetka posla skrbi za razvoj izdelka in pripadajočih tehnoloških postopkov, ločimo več strokovnih vlog inženirjev: imamo vodjo projekta, konstrukterje, planerje kakovosti, planerje procesa, simulacijske inženirje, optike, inženirja za homologacije in fotometrijo itd.

### ■ Kako poteka projekt razvoja izdelka?

Tisto, kar vidimo kot začetek proizvodnje izdelka, je praktično le končni rezultat razvojnega projekta. Na začetku projekta se prodajni oddelek koncerna in programski centri za žaromete ter meglenke s kupcem dogovarjajo o tem, ali bomo kot skupina Hella odgovorili na povpraševanje kupca po določenem izdelku za novo vozilo. Če ocenimo, da lahko pripravimo konkurenčno ponudbo, se lotimo njene priprave.

Priprava obsega izdelavo prvih konceptualnih rešitev, prvih simulacij fotometrije in toplotnih obremenitev, nato pa na osnovi tako določenih podatkov o materialih, težah in potrebnih tehnoloških procesih izračunamo ceno bodočega izdelka. Hellingina prodajna služba nato pripravi ponudbo za kupca. Če je ponudba uspešna in projekt pridobimo, se nato razvoj nadaljuje z inženiringom izdelka in tehnoloških procesov.

V teh fazah izdelek z računalniškimi programi natančno zmodeliramo, preverimo potencialna tveganja in pripravimo rešitve za posamezne probleme. Izdelamo tehnično dokumentacijo (risbe) in posredujemo podatke orodjarnam, da lahko dobavitelji orodij izdelajo načrte za orodja in pričnejo z izdelavo orodij in montažnih linij.

Ko so orodja izdelana, dobimo na voljo prve komponente iz orodij in jih začnemo preverjati. Preverimo dimenzije, trdnost, toplotno odpornost, primernost za nadaljnjo obdelavo (npr. naparevanje, lepljenje, montažne operacije), fotometrične

karakteristike itd. Če so komponente ustrezne in skladne z zahtevami kupca, se lotimo sestavljanja prvega izdelka za validacijo (kvalifikacijo).

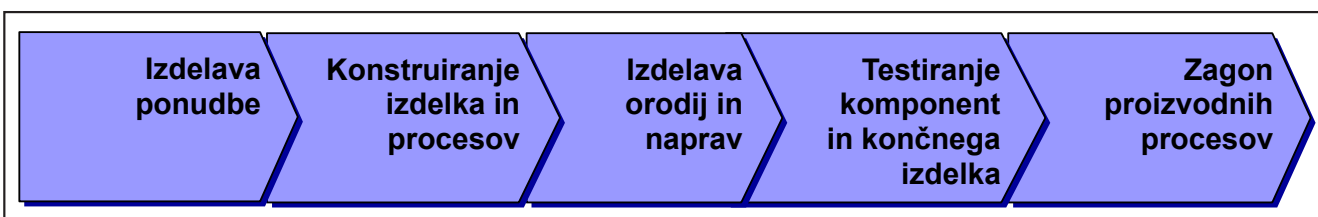
Tak izdelek je lahko sestavljen ročno, vendar iz preverjenih komponent, ker ga v nadaljevanju preverjamo na testih, ki jih zahteva kupec. Če izdelek uspešno prestane taka testiranja, lahko govorimo o "kvalificiranem" izdelku, ki ga šele v tem trenutku smemo dobaviti kupcu.

**■ Zakaj je kvalifikacija prvega izdelka tako pomemben mejnik?**

Med procesom kvalifikacije se seveda ukvarjamo z optimiranjem orodij za brizganje, procesov naprevanja in z montažnimi procesi. Zagotoviti je potrebno interno izdelane komponente in kvalificirane komponente, ki so jih izdelali poddobavitelji.

Tudi sodelavci iz proizvodnega sektorja so v teh fazah projekta tesno vključeni v razvojni proces, ko npr. izvajamo šolanje na posameznih delovnih mestih in izvedemo test proizvodnih procesov, ki mu pravimo »Full-Run«. To je eden od končnih mejnikov razvoja izdelka in ocena tega testa pove, ali smo v podjetju

nično podkovani. Vse to so nujne osnove za to, da posameznik sploh lahko sodeluje v razvojnem timu. Seveda pa je tu še poslovna plat sodelovanja v skupini – posamezne posle skupina prevzema v paketu več projektov, kjer je potrebno včasih od določene razvojne ali proizvodne lokacije prevzemati projekte, ki mogoče niso najbolj atraktivni, kjer so donosi enkrat večji, drugič manjši. Ta pristop je namreč bistveno odvisen od upravljanja portfelja izdelkov, razvojnih kapacitet in proizvodnih tehnologij, ki na koncu na nivoju skupine rezultira v najboljši izkoristek kon-



Slika 3. Razvojni proces izdelka in pripadajoče tehnologije

Zato, ker smemo v skladu z zakonodajo, ki velja na posameznih trgih (Evropa, Amerika, Kitajska ...), prodajati samo izdelke, ki niso nevarni za uporabnike – končne kupce vozil.

Ko torej dosežemo, da izdelek ustreza vsem zahtevam kupca, lahko take izdelke šele tržimo – prej pa ne.

vsi skupaj pripravljene za proizvodnjo planiranih količin novega izdelka in njegovo dobavo kupcu.

Torej je prvi potrební pogoj, da so naši inženirji usposobljeni za internacionalno delovno okolje, da poznajo tuje jezike, različne kulture in mentalitete in da so dobro teh-

solidirane bilance podjetij. Vsekakor to za posamezno razvojno lokacijo pomeni, da se mora neprestano dokazovati tako pri kupcih kot interno v okviru skupine, da si v pogojih današnjega globalnega tržišča z uspešno izvedbo razvojnih projektov zagotovi dolgoročno stabilnost in prihodnost.



# 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

# DOMEL®

*Ustvarjamo gibanje*

DOMEL d.o.o., Otoki 21, 4228 Železniki, Slovenija  
T: +386 (0)4 51 17 358; F: +386 (0)4 51 17 357;  
E: brane.ozebek@domel.si; I: [http://ozi.domel.si/sl/pc\\_oz](http://ozi.domel.si/sl/pc_oz)



## Rexroth

Bosch Group

Zastopamo in prodajamo proizvode podjetja **Bosch Rexroth** s področja servo pogonov in krmilne tehnike.

Nudimo:

- servo pogone
- krmilnike
- SPS IndraLogic sisteme
- avtomatizirane sisteme
- varnostno tehniko
- servis in pomoč pri zagonu



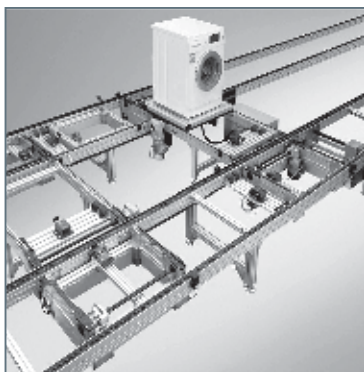
**Rexroth**

**ORGATEX®**

**LEANPRODUCTS®**



**BOSCH**



**OPL**  
automation

OPL avtomatizacija, d.o.o.  
Dobrave 2  
SI-1236 Trzin, Slovenija

Tel. +386 (0) 1 560 22 40  
Tel. +386 (0) 1 560 22 41  
Mobil. +386 (0) 41 667 999  
E-mail: opl.trzin@siol.net  
www.opl.si

**Nova revija za avtomatizacijo robotiko Strojništvo in informatiko**

WWW.SVET-ME.SI

## Oglaševalci

ATLAS COPCO, d. o. o., Trzin	303
AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana	318
DOMEL, d. d., Železniki	317
DVS, Ljubljana	265
FANUC Robotics, Češka	249
FESTO, d. o. o., Trzin	249, 320
HAWE HIDRAVLIKA, d. o. o., Petrovče	319
HELLA SATURNUS, d. o. o., Ljubljana	309
HYDAC, d. o. o., Maribor	316
ICM, d. o. o., Celje	265, 292
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.) NORGREN, Lesce	249
INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija	270
JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	317
MAPRO, d. o. o., Žiri	249, 250
MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	249
OLMA, d. d., Ljubljana	249
OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o, Trzin	249, 318
PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	249
PH Industrie-Hydraulik, Germany	285
POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o, Žiri	249
PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	313
PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	310
PS, d. o. o., Logatec	302
SICK, d. o. o., Ljubljana	249
STROJNISTVO.COM, Ljubljana	275
SUN Hydraulik, Erkelenz, Nemčija	311
TC SEMTO, Ljubljana	293
TEHNA, d. o. o., Ljubljana	308
UL, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana	264
UL, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana	275, 284
UM, Fakulteta za strojništvo, Maribor	259
VISTA HIDRAVLIKA, d. o. o., Žiri	249
YASKAWA SLOVENIJA, d. o. o., Ribnica	252