



FESTO

POCLAIN
Hydraulics

OLMA
LUBRICANTS

Parker

IMI
Precision Engineering

MIEL OMRON
www.miel.si

VISTA
HIDRAVLIKA

OMEGA
AIR

- Intervju
- Hidravlični motor tipa gerotor
- Stisljivost hidravličnega olja in vpliv zraka
- Iz prakse za prakso
- Hitra menjava serij – SMED metoda
- Letalstvo
- Podjetja predstavljajo

OPL

Rexroth
Bosch Group

Zastopstvo



Clean
Room

Ergonomija
Vitka proizvodnja
Fleksibilna avtomatizacija

HIDRAVLICNE NAPRAVE



Obdelovalni stroj



Hidromehanska oprema



Ladijski vitel



Impresum	453	■ INTERVJU	
Beseda uredništva	453	Obisk delegacije Epson v Sloveniji – pogovor z gospodom Yoneharu Fukushima	454
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	458	■ HIDRAVLIČNI MOTORJI	
■ NOVICE – ZANIMIVOSTI	467	<i>Ervin STRMČNIK, Gregor KOKOT, Franc MAJDIČ:</i> Vpliv velikosti izvrtin v ventilski plošči na volumetrični, mehansko-hidravlični in skupni izkoristek počasi vrtečega hidravličnega motorja tipa gerotor	482
Seznam oglaševalcev	534	■ HIDRAVLIČNE TEKOČINE	
Znanstvene in strokovne prireditve	459	<i>Darko LOVREC, Vito TIČ:</i> Stisljivost hidravličnega olja in vpliv zraka	492

Naslovna stran:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

■ VITKA PROIZVODNJA

Žiga JORDAN KOZJAK, Tomaž BERLEC, Janez KUŠAR: Hitra menjava serij – SMED metoda

■ IZ PRAKSE ZA PRAKSO

Rainer SCHWAN, Gert NAHLER, Rudolf LÄSSLER: Regulacija diferenčne temperature v industriji omogoča velik prihranek

■ LETALSTVO

Aleksander ČIČEROV: Mednarodni pravni status vodje zrakoplova – 3. del

■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

ABB YuMi®, prvi resnično sodelujoč dvoročni robot na svetu (ABB)

Okrov senzorjev za eksplozivna delovna okolja – SRBE (FESTO)

Dvižni nosilec za ekrane – MONITORLIFT (INOTEH)

Krmilnik NX1 – kompakten v velikosti, močan po funkcionalnosti (MIEL Elektronika)

Varnostni krmilnik MOSAIC (PS)

■ NOVOSTI NA TRGU

Nova iSTEP črpalka (HENNLICH)

Dvojne osi za velike momente in velike mase bremena – HIWIN (HIWIN)

Ventilski otok serije ES05 (LA & Co)

Generator vakuumu piCOMPACT® 23 (INOTEH)

Naslov še dodamo (PARKER)

■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO

Cenovno ugodni industrijski roboti (HENNLICH)

Pomembnosti dimenzioniranja sistemov s stisnjenim zrakom (OMEGA AIR)

Dinamično spremljanje stanja strojne opreme (TEHNA)

■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA

Nove knjige

■ PROGRAMSKA OPREMA – SPLETNE STRANI

Zanimivosti na spletnih straneh

ventil
REVISTA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO
ISSN 1518-1218 | letnik 22 / 2016 / 6

- Intervju
- Hidravlični motor tipa gerotor
- Stisljivost hidravličnega olja in vpliv zraka
- Iz prakse za prakso
- Hitra menjava serij – SMED metoda
- Letalstvo
- Podjetja predstavljajo

OPL
Ergonomija
Vitka proizvodnja
Fleksibilna avtomatizacija



IFAM
international trade fair of
automation & mechatronic



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

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

ELEKTRO  **POJIL**

© Ventil 22 (2016) 6. Tiskano v Sloveniji.
Vse pravice pridržane.
© Ventil 22 (2016) 6. Printed in Slovenia.
All rights reserved.

Impresum

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

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

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

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

Letnik	22	Volume
Letnica	2016	Year
Številka	6	Number

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

Ustanovitelj:
SDFT in GZS – ZKI-FT

Izdajatelj:
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Glavni in odgovorni urednik:
prof. dr. Janez TUŠEK

Pomočnik urednika:
mag. Anton STUŠEK

Tehnični urednik:
Roman PUTRIH

Znanstven-strokovni svet:
prof. dr. Maja ATANASIJEVIČ-KUNC, FE Ljubljana
izr. prof. dr. Ivan BAJSIČ, FS Ljubljana
doc. dr. Andrej BOMBAČ, FS Ljubljana
prof. dr. Peter BUTALA, FS Ljubljana
prof. dr. Alexander CZINKI, Fachhochschule Aschaffenburg,
ZR Nemčija
doc. dr. Edvard DETIČEK, FS Maribor
prof. dr. Janez DIACI, FS Ljubljana
prof. dr. Jože DUHOVNIK, FS Ljubljana
prof. dr. Niko HERAKOVIČ, FS Ljubljana
mag. Franc JEROMEN, GZS – ZKI-FT, je upokojen
prof. dr. Roman KAMNIK, FE Ljubljana
prof. dr. Peter KOPACEK, TU Dunaj, Avstrija
mag. Milan KOPAC, POCLAIN HYDRAULICS, Žiri
izr. prof. dr. Darko LOVREC, FS Maribor
prof. dr. Santiago T. PUENTE MÉNDEZ, University of
Alicante, Španija
doc. dr. Franc MAJDIČ, FS Ljubljana
prof. dr. Hubertus MURRENHOFF, 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
Janez ŠKRLEC, inž., Razvojno raziskovalna dejavnost, Zg.
Poljskava
prof. dr. Brane ŠIROK, FS Ljubljana
prof. dr. Željko ŠITUM, Fakultet strojarstva in brodogradnje
Zagreb, Hrvaška
prof. dr. Janez TUŠEK, FS Ljubljana
prof. dr. Hironao YAMADA, Gifu University, Japonska

Oblikovanje naslovnice:
Miloš NAROBÉ

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

Lektoriranje:
Marjeta HUMAR, prof., Andrea POTOČNIK

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

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

Marketing in distribucija:
Roman PUTRIH

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

Naklada:
1500 izvodov

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

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

Revija Ventil je indeksirana v podatkovni bazi INSPEC.

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

Digitalni indeks in digitalna Slovenija



Evropska komisija je pred leti sprejela strategijo razvoja z naslovom Evropa 2020. Predlagala je sedem prednostnih področij. Med temi pobuda mi je tudi Evropska digitalna agenda 2 (Digital Agenda for Europe – EDA), ki je ena od bolj pomembnih in se v prizadevanjih za večjo učinkovitost poslovanja gospodarstva in javne uprave tiče vseh državljani. Za doseganje strateških ciljev se bo morala globalno uveljaviti uporaba informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT). Splošni cilj EDA je poskrbeti, da bo enotni di

gitalni trg, ki se opira na hitre in ultra hitre internetne povezave ter interoperabilne aplikacije, dal trajne gospodarske in družbene koristi. Slovenija oziroma slovenska vlada se je tem predlogom zavestno priključila. Da je res tako, lahko sklepamo iz obiskov vladnih predstavnikov v številnih ameriških podjetjih za informacijsko-komunikacijske tehnologije, opremo in naprave.

Slovenija je bila glede računalniške pismenosti vedno visoko uvrščena na lestvicah v mednarodnih merilih. Že v osemdesetih letih so se pojavili zasebniki, ki so orali ledino pri uvozu računalniških komponent, ki so jih nato pri nas sestavljali in bolj ali manj na črno prodajali. Tisti, ki smo bili proti koncu osemdesetih in v začetku devetdesetih let po svetu v tujih institucijah, smo se čudili, da je Slovenija v primerjavi s tujimi institucijami na področju računalništva dokaj dobro opremljena. Podobno je veljalo in še velja za naše prebivalstvo glede uporabe spleta in drugih informacijskih in komunikacijskih pripomočkov. Še pred nekaj leti smo na evropskem nivoju dobili prestižno priznanje za najboljšo izvedbo storitev e-uprave.

Prav zato preseneča podatek, da smo v zadnjih letih na mednarodnih lestvicah tako nizko uvrščeni glede digitalnega indeksa. Na primer lansko leto smo na prej omenjeni lestvici med 28 državami zasedli šele 19. mesto.

Zelo nizka uvrstitev Slovenije glede digitalnega indeksa še posebno preseneča, če vemo, da imamo med mladimi najvišji odstotek šolajočih se mladine v terciarnem izobraževanju.

Digitalni indeks pove, kako prebivalci države uporabljajo informacijsko-komunikacijske naprave, koliko imajo internetnega znanja, kako pogosto uporabljajo spletne dejavnosti – od novic do nakupovanja in naročanja storitev ter načinov razvoja ključnih digitalnih tehnologij, kot so e-računi, storitve računalništva v oblaku in digitalnih javnih storitev, kot sta e-uprava in e-zdravje.

V celoti je v digitalnem indeksu zajetih 30 kazalnikov.

Pri tem se spet postavlja vprašanje, kaj je pri nas narobe, da smo glede »digitalizacije« dokaj nepismeni. Na koga lahko pokažemo s prstom, da ne dela, kot bi moral. Če bi obstajali podatki, na katerih področjih, v katerih službah in v katerih poklicih smo glede digitalnega indeksa najslabši, bi mnogo lažje pokazali na krivca. Pri tako splošnih podatkih pa ne moremo zapisati, da so na primer netehnični poklici na tem področju slabši od tehničnih.

Je res, da je pri nas infrastruktura slaba in pod povprečjem. Slovenija je slaba na področju povezljivosti, saj je fiksna širokopasovna povezava na voljo samo 89 odstotkom gospodinjstev, kar je pod evropskim povprečjem, ki znaša 97 odstotkov. Za to stanje je prav gotovo kriva država. Vendar smo verjetno ljudje sami najbolj odgovorni, da ne uporabljamo novosti, ki v večini primerov prinašajo koristi.

Zelo slabo se je spet odrezala javna uprava. Slovenija je na področju digitalnih javnih storitev uvrščena šele na 22. mesto, na področju odprtih podatkov pa se uvršča na 23. mesto. Še slabše od javne uprave pa je e-zdravje. Tu smo zasedli zadnje, to je 28. mesto.

Tudi gospodarstvo ni na tem področju nič boljše. Uspešnost digitalnega gospodarstva se med državami članicami močno razlikuje, saj znaša na primer na Danskem digitalni indeks 0,67 od 1, v Sloveniji 0,41, v Romuniji pa 0,31.

Na koncu je spet »kriva« država. Vlada oziroma ministrstvo za infrastrukturo mora, če želimo bolje izkoristiti prednosti digitalnega gospodarstva in upravljanja, izboljšati zlasti pokritost s fiksnimi širokopasovnimi omrežji in povečati število naročnikov na mobilne širokopasovne povezave in hitra širokopasovna omrežja.

Janez Tušek

Obisk delegacije Epson v Sloveniji

Sodelovanje podjetja DAX s firmo Epson iz Japonske ima že dolgoletno tradicijo, formalno je bilo vzpostavljeno leta 1993, prvi posel pa sega v daljno leto 1984. V zadnjih letih je trg malih montažnih robotov v Sloveniji resnično oživel, kar je vzbudilo posebno zanimanje vodstva Epson. V smislu še boljše podpore kupcem in poglobitve sodelovanja so DAX obiskali najvišji predstavniki podjetja: Yoneharu Fukushima, COO, Yoshifumi Yoshida, pomočnik COO, Michiya Hirasaki, glavni direktor prodaje in marketinga, Tsuyoshi Hatakayama, višji svetovalec za plan in načrtovanje, Volker Spanier, direktor Robotic Solutions Europe, Dirk Folkens, direktor prodaje Robotic Solutions. Med obiskom so si ogledali nekaj najvidnejših slovenskih strojegradiateljev in z velikim zanimanjem prisluhnili našim izkušnjam. V okviru tega obiska je nastal kratek pogovor z gospodom Fukushimo za revijo Ventil.

Darko Koritnik, DAX, d. o. o., Trbovlje

Epson delegation visit to Slovenia

The cooperation of the company DAX with the company Epson from Japan has a long tradition. Formally it was established in 1993, the first business even dating back to 1984. In the course of the last years the market of small podlagarobots in Slovenia really became alive, which aroused special interest in the management of Epson. In the sense of a better customer support and the intensification of cooperation, the company DAX was supported by a visit of the highest company representatives: Yoneharu Fukushima, COO, Yoshifumi Yoshida, Deputy COO, Michiya Hirasaki, General Manager Sales and Marketing, Tsuyoshi Hatakayama, Senior Expert Planning and Design, Volker Spanier, Head of RS Europe, and Dirk Folkens, Manager Sales RS. During their visit they took a look at some of the most prominent Slovenian machine builders and listened to our experience with great interest. In the course of this visit, a short interview was conducted with Mr. Fukushima for the magazine Ventil.

Interview with Mr Yoneharu Fukushima

Dragica NOE

Ventil: *The history of Epson is rich, which were the most important milestones? Would you please tell us more about it?*

Mr. Yoneharu Fukushima: Yes, indeed. The history of Epson is very rich and many of Epson's product developments have been major milestones in technology. If you only take a look at our core technologies: Micro-Piezo, 3LCD or QMEMS – but I think your question is more targeted towards Robotic Solutions where also in this particular field we have been the first

for a lot of unique products that differentiate us from competition. For example the first robot with Windows controller or the first cleanroom class zero robot. Looking into the near past or future then of course, we have to mention the introduction of the Epson Spider, which is a SCARA type robot but with no dead zone in the center. Just now we have released another milestone unique to the market: a vertically articulated 6 axis arm maximizing the space efficiency which can be seen for the first time in Europe at the June Automatica

fair in Munich. Not to forget the ongoing development of Epson's dual arm robot which is another important milestone for the industry and for us as a technology carrier in the Industry 4.0 environment. For reference I kindly direct you to our latest video on the Epson channel: <https://www.youtube.com/watch?v=v2MDq-f-my8>

Ventil: *Epson is a global corporation, what are your priorities and which of your strongest precedencies are over competition?*



Visit to the company Hidria TC d.o.o. Koper

Mr. Yoneharu Fukushima: As you may know the global Epson business is based on four major columns, which are "Inkjet Innovation", "Visual Innovation", "Wearables Innovation" and last but not least "Robotics Innovation". All columns are aiming to give our customers great value and as a global company we are highly committed to this target, and at the same taking responsibility also for the environmental footprint generated by the development and usage of our products. All details can be obtained under <http://global.epson.com/SR/>. We believe that sustainability, transparency and trust are values that are as well honored by our customers. Keeping this in mind together with our power to continuously develop unique products, these customers have given us the absolute market leader position in many different areas and with regard to industrial robots, especially in the area of SCARA robots. As mentioned before we are trying to make automation industry more convenient by providing a more innovative articulated 6 axis arm as a folding arm (like model: N2) or slim-long arm (like model: C8XL). The philosophy

derives from our "Value Generated by Epson Technology" http://global.epson.com/company/corporate_vision/. Our 6 axis robot strategy is along with this and we are sure that customers can enjoy these values like space saving, cost saving and energy saving.

Ventil: *Slovenia is a relatively small market, but we see very good cooperation with DAX, what is your view on this cooperation?*

Mr. Yoneharu Fukushima: DAX is a great and important partner and their Epson distributorship is one of our eldest in Europe – it has a proud history of more than 23 years. This can of course only work when both partners trust each other and are open for new ideas. Together with DAX we have helped to develop the Slovenian automation market with industrial robots so that as of today we can say that also according to IFR (International Federation of Robotics) the Slovenian market is not so small as you mention.

Ventil: *Is this your first visit to Slovenia? Do you want to extend Epson presence in EU?*

Mr. Yoneharu Fukushima: Yes, this is my first visit to Slovenia and I am very impressed by the nice country and its hospitality. The companies we have visited so far show a very high degree of professionalism and prove to be global companies. They are doing right in relying on Epson's robotic solutions but also relying on our global service and support network. Particularly within the EU we are represented in each country by ourselves or by a distributor like Dax. Nevertheless we still have some white spots especially in the new Eastern Europe countries that in the moment are covered by our European Robotic Solutions headquarter in Meerbusch, Germany. We keep a close look on those areas and take our time to find an appropriate distributor.

Ventil: *What are Epson's main trends and directions in robotics for the next years?*

Mr. Yoneharu Fukushima: I think we have to distinguish between mid-term and long-term future. For the mid-term future, Epson has a whole bunch of new technology just released or coming



The new family of robots Prosix C8

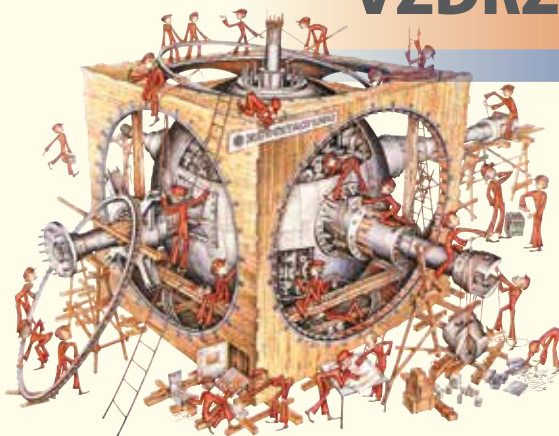
soon to satisfy the current industrial trends, like the dual arm robot, value added options, functions related to Industry 4.0, the expansion of our compact 6 axis portfolio or the new revolutionary N-series kinematic. Also we carefully monitor the current strong customer demand for collaborating robots and check the feasibility in relation with our high productivity industrial robots. For the long-term future please understand that I cannot disclose any details right now but be sure that we have enough ideas and basic research ongoing to utilize our above mentioned core technologies making the lives of people easier.

*Izr. prof. dr. Dragica Noe
University of Ljubljana
Faculty of Mechanical Engineering
Editorial board of journal Ventil*

27. TEHNIŠKO POSVETOVANJE VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE

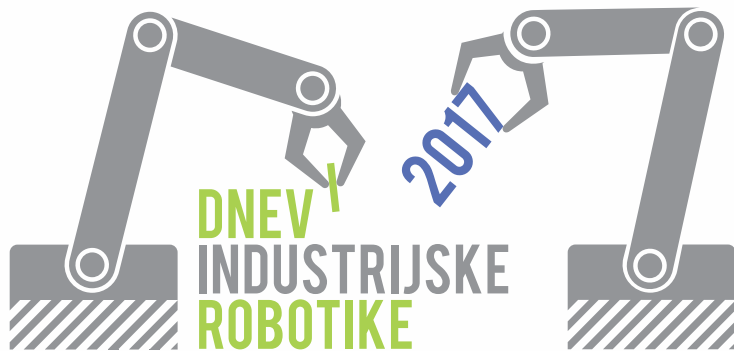
ENERGETIKA

VZDRŽEVANJE



DVS

Otočec, 19. in 20. oktober 2017 | www.tpvsi.si



27.3.-31.3.2017

FAKULTETA ZA ELEKTROTEHNIKO

Med **27. in 31. marcem** bodo študentje Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani organizirali že 13. Dneve industrijske robotike - DIR 2017.

Kot že v preteklih letih, bodo v prostorih Fakultete za elektrotehniko v Ljubljani predstavili robote, ki bodo, po zaslugi truda študentov, opravljali različne naloge: od industrijskih procesov do interakcije s človekom. Organizatorji bodo ponovno gostili **strokovnjake** s področja robotike na ponedeljkovih predavanjih.

V sklopu dogodka bo potekal tudi RobotChallenge, študentsko tekmovanje v simulaciji robotskih celic v programskem okolju RobotStudio.

Študentje katerekoli fakultete ali univerze se lahko od blizu seznanijo z aplikacijami in delajo na robotih **brezplačno**. Število mest je omejeno, zato priporočamo čimprejšnjo prijavo na dnevirobotike.si. Ogled celotnega programa DIR je za vse obiskovalce možen v popoldanskem času brez najave; vstop je brezplačen.

Za več informacij nas obiščite na **dnevirobotike.si**



V spomin profesorju dr. Iztoku Žunu



Vest o smrti prof. dr. Iztoka Žuna nas je močno presenetila in globoko pretresla. Svojo bolezen je večkrat premagal, zato nismo dvomili, da bo tudi tokrat tako. Ob tem žalostnem dogodku bi kot eden izmed najožjih sodelavcev rad povzel njegovo profesionalno življenjsko pot.

Profesor dr. Iztok Žun je diplomiral na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani leta 1972. V želji po iskanju novega znanja je nadaljeval študij. Magistriral je leta 1974, nato je bil na študijskem obisku na Thayer School of Engineering na Dartmouth Collegeu v ZDA. Doktor tehniških znanosti je postal leta 1976. Njegova učiteljska pot se je pričela leta 1977, ko je na Fakulteti za strojništvo postal docent za termodinamiko in mehaniko fluidov. Leta 1982 je bil izvoljen v izrednega profesorja, leta 1987 pa v rednega profesorja. Ker se je zavedal, da je osnova za kvalitetno znanstvenoraziskovalno delo dobro organiziran in opremljen laboratorij, je leta 1983 ustanovil in od takrat vodil Laboratorij za dinamiko fluidov in termodinamiko, svoj LFDT, kot ga je v skrajšani obliki najraje imenoval. Leta 1997 je ustanovil še katedro z istim imenom in bil ves čas njen predstojnik. Bil je eden od glavnih pobudnikov in zagovornikov koncepta katedre kot osnovne izobraževalne, raziskovalne in razvojne enote, pri čemer je predstojnik odgovoren za njen razvoj. Tak koncept je posredno pripomogel k vključevanju novih raziskovalnih področij in odpiranju novih študij-

ski smeri, s tem pa je pomembno prispeval k vsestranskemu razvoju Fakultete za strojništvo.

Poznavanje dogajanj v tekočinah je pomembno v številnih industrijskih vejah, od živilske, petrokemijske, farmacevtske in kemijske do energije in transporta. Profesor Žun je vedel, da je izvirno gonilo tehničnega napredka prenosa toplote in snovi v razvoju razumevanja fizike večfaznih tokov in, po osvojitvi tega vpogleda, v razvoju ustreznih matematičnih modelov za napovedovanje teh pojavov. Zato je bil njegov primarni raziskovalni interes dvofazni tok, s posebnim poudarkom na mehurčastem toku. Spoznanja profesorja Žuna so odmevna v mednarodnem merilu, saj je nekatere probleme s področja kompleksnih tokov rešil prvi v svetu. Prvi je pokazal, kako polje prečne vzgonske sile deluje na mehurčke v turbulentnem toku kapljavine in povzroča nehomogeno porazdelitev deleža plinske faze v vertikalnem kanalu. Odkritje je bilo pomembno za pojasnitev nehomogene porazdelitve parne oz. plinaste faze v jedrskih in kemijskih reaktorjih. Bil je prvi, ki je predstavil rezultate numerične simulacije evolucije kopičenja deleža plinske faze z območja stene kanala v njegov osrednji del, kar je predstavljalo enega izmed glavnih problemov v analizah jedrskih reaktorjev. Nadaljnje študije modeliranja na več skalah hkrati v sodelovanju z dr. Tomiyamo z univerze v Kobeju na Japonskem so razkrile vzroke bočnih migracij mehurčkov, kar je nudilo trdno osnovo relevantnim računalniškim kodam, ki se uporabljajo danes. S tem je bil postavljen temelj za nadaljevanje dela v okviru raziskovalnega programa, ki zajema tri udarne smeri: principe kompleksne dinamike fluidov, fizične probleme, povzročene s tokovi, in interakcije fluid-okoliška struktura.

Po dvajsetih letih intenzivnega sodelovanja z japonskimi kolegi je profesor Žun dobil posebno čast

organizirati prvo srečanje japonskih in evropskih znanstvenikov s področja dvofaznih tokov v Portorožu leta 1998. Takrat je bilo ustanovljeno Evropsko-japonsko združenje za dvofazne tokove, katerega predsednik je bil do leta 2015. Ta srečanja se izmenično vrstijo vsako tretje leto. Njihovi glavni cilji so predstavitev naj sodobnejših raziskovalnih dosežkov, sinergija akademskih in gospodarskih krogov ter posebna skrb za mlajše generacije.

Poleg že omenjenih je profesor Žun opravljal še mnoge vodstvene in druge pomembne funkcije doma in v mednarodnem prostoru. Omenil bom le nekatere. Leta 1999 je ustanovil in od takrat vodil nacionalni raziskovalni program Tranzientni dvofazni tokovi. Od leta 2008 je bil redni član Inženirske akademije Slovenije. Bil je eden od njenih ustanoviteljev, nekaj let pa tudi aktiven član njenega izvršnega odbora. Od leta 2014 je bil podpredsednik Virtualnega mednarodnega razvojnega inštituta za dvofazni tok in prenos toplote.

Znanstvenoraziskovalni opus profesorja Žuna obsega več kot 50 člankov v revijah in več kot 130 člankov v recenziranih zbornikih. Ob tem je imel več kot 80 vabljenih predavanj na konferencah, inštitutih, univerzah in v industriji v EU, na Japonskem in v ZDA. Ima več kot 1000 citatov ter 5 patentov.

Vzporedno z raziskavami dinamike dvofaznega toka je profesor Žun svoje znanje prenašal v stroko. Leta 1989 je uspešno realiziral implementacijo nadzora, upravljanja in modeliranja slovenskega zemeljskega plinovodnega sistema, ki jasno vključuje vse priznane attribute procesa deregulacije plinovodne distribucije v Evropi danes. Ta proces se je v EU začel veliko kasneje, v letu 1998 s plinsko direktivo EU, ki je bila priznana kot eno od najpomembnejših vprašanj na evropskem energetskem trgu. Učinkovito

upravljanje transmisijnega sistema pri različnih operativnih faktorjih in faktorjih trga je bilo izvedeno z uporabo koncepta dinamične eksergije, ki jo je profesor Žun uvedel kot novost. Med pomembnejše aplikacije v industriji sodijo še projekt PREVERO, katerega cilj je zmanjšanje emisij dizelskega motorja zaradi kavitacije, razvoj kuhinjske pečice nove generacije Simplicity ter razvoj procesne naprave za oblaganje delcev v farmacevtskih tehnologijah.

Med številnimi nagradami, ki jih je prejel za svoj doprinos k znanosti in razvoju na področju kompleksnih dvofaznih tokov, je potrebno izpostaviti Zoisovo priznanje leta 1999 in nagrado Japonskega združenja

za večfazne tokove leta 2003. To združenje mu je letos podelilo plaketo o častnem članstvu za izjemen prispevek k znanosti in tehnologiji na področju večfaznih tokov.

V svoji dolgoletni karieri je profesor Žun uspešno prenašal svoje znanje na mlade, saj se je vedno trudil študentom vzbuditi občutek radovednosti, da bi lahko premikali meje svojega razumevanja. Na dodiplomskem študiju je imel več kot 11500 študentov pri predmetih Termodinamika in Dinamika fluidov, v okviru podiplomskega študija pa je pod njegovim mentorstvom zaključilo študij 13 magistrstov in 6 doktorjev znanosti s področja dvofaznih tokov. Pogrešali bomo njegovo neizmerno

voljo do raziskovanja. Videl je uporabnost svojega znanja v različnih aplikacijah večfaznega toka ter ob tem znal navdušiti sogovornika za iskanje novih spoznanj. Pogrešali bomo njegovo doslednost in natančnost pri vsem, česar se je lotil. Njegova zapuščina je velika, saj je ustvaril pogoje za nadaljevanje kreativnega raziskovalnega, razvojnega in izobraževalnega dela tako za svoje sodelavce znotraj laboratorija in katedre kot za Fakulteto za strojništvo v celoti.

Ohranili ga bomo v trajnem spominu.

*Doc. dr. Matjaž Perpar
Univerza v Ljubljani,
Fakulteta za strojništvo*

Znanstvene in strovne prireditve

The 17th Drive Train technology Conference (ATK) 2017 – 17. Konferenca o tehnologiji pogonov (ATK) 2017
7.–8. 03. 2017

Aachen, ZR Nemčija

Informacije:
– <https://www.rwth-aachen/institute-about-us/atk/home/>

International Fluid Power Expo – Mednarodna razstava fluidne tehnike
7.–11. 03. 2017

Las Vegas, Nevada, ZDA

Informacije:
– <http://www.ifpe.com>

The 9th International Conference on Fluid Power Transmission and Control (ICFP 2017) – 9. Mednarodna konferenca o fluidnotehničnem pogonu in krmiljenju (ICFP 2017)

11.–13. 04. 2017

Hangčou, Kitajska

Informacije:
– e-pošta: icfp2017@zju.edu.cn
– Internet: sklofp.zju.edu.cn/icfp2017

Sensor + test 2017 – (Vodilni sejem senzorike, merilne opreme in tehnike preskušanja)

30. 05.–01. 06. 2017

Nürnberg, ZR Nemčija

Udarba tema 2017: Merilnotehnična omrežja za mobilno uporabo

Informacije:
– www.sensor-test.de

The 15th Scandinavian International Conference on Fluid Power (SICFP 2017) – 15. Skandinavska mednarodna konferenca o fluidni tehniki (SICFP 2017)

7.–9. 06. 2017

Linköping, Švedska

Informacije:
– e-pošta: sicfp17@iei.lin.se

The 19th International Conference on Hydraulics and Pneumatics – 19. Mednarodna konferenca o hidravliki in pnevmatiki

11.–12. 10. 2017

Osaka, Japonska

Informacije:
– <https://www.waset.org/conference/2017/10/osaka/ICHP>

The 10th JFPS International Symposium on Fluid Power – 10. JFPS Mednarodni simpozij o fluidni tehniki

25.–27. 10. 2017

Fukuoka, Japonska

Informacije:
– e-pošta: fukuoka2017@fps.or.jp
– Internet: <http://www.jfps.jp/net/10thjfps>

Internationale Hydraulik Akademie – Seminar program 2017/2018 – Mednarodna akademija hidravlike – Programi seminarjev za obdobje 2017/2018

Okoli 25 različnih seminarjev

Tematika seminarjev:

- Osnove hidravličnih naprav – 1. del, 2. del
- Hidravlični cevovodi – izvedba, projektiranje
- Mobilna hidravlika
- Hidrostatični pogoni
- Projektiranje hidravličnih naprav
- Hidravlični fluidi
- Vzdrževanje hidravličnih naprav
- Diagnostika okvar
- Varnost hidravličnih naprav
- Tesnjenje in tesnila hidravličnih naprav
- Hidravlični akumulatorji
- Elektrohidravlika
- Servo- in proporcionalni ventili

Naslov: Internationale Hydraulik Akademie, Am Promigberg 26, D-01 808 Dresden, tel.: + 49 351 658 780-0, faks: + 49 351 658 780-24; e-pošta: info@hydraulic-akademie.de

26. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije (TPVS)

Tehniška posvetovanja vzdrževalcev Slovenije so bila poznana predvsem po tem, da so se vrsto let prirejala na Rogli. Letos je Društvo vzdrževalcev Slovenije (DVS) organiziralo 26. TPVS že peto leto zapored na Otočcu. Posvetovanje je potekalo 20. in 21. oktobra 2016.

Predsednik Društva vzdrževalcev Slovenije Darko Cafuta je v uvodnem govoru poudaril, da je za letos predvidena glavna tema sodelovanje vzdrževalnih služb s proizvodnjo. Moto 26. TPVS je bilo, da brez učinkovitega vzdrževanja ni učinkovite proizvodnje. Da pa se prične vzdrževanje obravnavati kot velik potencial za povečanje profita podjetij, pa bo potrebno narediti tektonske spremembe v vodstvih podjetij in ustanov. Društvo vzdrževalcev Slovenije vidi v novih mednarodnih standardih s področja vzdrževanja in obvladovanja fizičnih sredstev možnost, da se bo nekaj premaknilo na boljše v kratkem.

V letošnjem programu posvetovanja so bile prvi dan izvedene standardne dejavnosti posvetovanja: okrogla miza in predavanja, vzporedno pa je potekal sejem opreme, strojev in



Okrogla miza je bila dobro obiskana

naprav, ki jih uporabljajo vzdrževalci ali pa jih servisirajo.

Takoj po koncu otvoritvene slovesnosti je potekala okrogla miza s temo: *Brez učinkovitega vzdrževanja ni učinkovite proizvodnje*.

Na okroglo mizo, ki jo je vodil mag. Mihael Hameršak, direktor družbe Talum Servis in inženiring, je DVS povabil pomembne predstavnike vzdrževalcev, predvsem iz uspešnih slovenskih podjetij. DVS poskuša tudi s pomočjo okroglih miz stimulirati podjetja, ki še niso dovolj učin-

kovita na področju vzdrževanja, da sledijo uspešnim podjetjem z učinkovitim vzdrževanjem. Tokrat smo imeli v svoji sredi tudi predstavnika proizvodnje, tako so potekale dvosmerne izmenjave stališč. Na tak način poskušamo, da bi se navezovala poslovna znanstva in prenašale izkušnje med udeleženci okrogle mize in tudi ostalimi vzdrževalci.

Okrogla miza je potekala v skladu z zastavljenim programom, razprava je bila zelo koristna, tako za sodelujoče kot za poslušalce.

V okviru predavanj, ki so potekala prvi dan posvetovanja, se je predstavilo sedem predavateljev. Vsa predavanja so objavljena v zborniku, ki izide v času TPVS.

Vzdrževalci se udeležijo Tehniškega posvetovanja iz različnih razlogov. Med najpomembnejšimi je vsekakor obisk **spremljajoče razstave** s področja vzdrževanja. Med razstavljalci iščejo vzdrževalci proizvode in storitve, ki jih posebej zanimajo, ker imajo recimo kakšne probleme pri vzdrževanju v podjetjih. Iščejo tudi novosti, rešitve in nasvete za učinkovitejše delo. Poleg tega izkoristijo obiske razstavljalcev za obnove poslovnih vezi ali pa navezavo novih. Sejem je letos obiskalo približno toliko obiskovalcev kot lani. Na



Predsednik DVS Darko Cafuta predaja posebno priznanje podjetju ABC-maziva, ki je že 23-krat razstavljal na TPVS



Skupna fotografija vseh nagrajencev za najboljši diplomski deli, najboljši izobraževalni instituciji, najboljšemu projektu in najboljši inovaciji

posvetovanje so bila povabljeni vsa slovenska podjetja, ki imajo oddelke vzdrževanja, vendar se že kar nekaj let vidi, da predstavniki nekaterih podjetij, predvsem tistih, ki imajo finančne težave, ne prihajajo na Otočec. Pravilna pot za izhod iz težav bi bila, da bi iskali rešitve za učinkovito vzdrževanje in prenos znanja od učinkovitih podjetij in specialistov posameznih razstavljavcev.

Podelili smo posebne zahvale podjetjem, ki so že 15-krat ali več razstavljala na Rogli oziroma Otočcu. Med njimi je bilo letos rekorder podjetje, ki je že 23-krat razstavljalo na Tehniških posvetovanjih. To je podjetje ABC-maziva, ki zastopa proizvajalca maziv Castrol. Tesno mu sledijo KOPA in ULBRICH (20-krat), CIN-KARNA (17-krat) in FUCHS maziva (15-krat).

Podjetje INPRO je bilo letos spet bronasti sponzor Tehniškega posvetovanja vzdrževalcev Slovenije.

Prvi dan posvetovanja se je zaključil s slovesno večerjo.

V okviru Tehniškega posvetovanja je bilo razpisano državno tekmovanje diplomskih nalog s področja vzdrževanja. Natečaj pridobiva na višjih strokovnih šolah, visokih šolah in fakultetah tehnične stroke iz leta v leto večji ugled in vsako leto se nanj odzove vedno več diplomskih nalog.

Poleg tega je bil razpisan še natečaj za najboljši projekt s področja vzdrževanja in inovacij s področja vzdrževanja.

Letos je prispelo na natečaj preko 30 diplomskih nalog, magisterij, projekti in nekaj inovacij.

Strokovna komisija pod vodstvom mag. Mirana Saksida je imela pri takšnem številu prijavljenih nalog kar zahtevno nalogo izbrati najboljši diplomski nalogi, najboljšo izobraževalno institucijo, najboljši projekt in najboljšo inovacijo.

Podelitev priznanj državnega tekmovanja najboljšim diplomskim nalogam, najboljšemu projektu s področja vzdrževanja in najboljši inovaciji poteka tradicionalno drugi dan posvetovanja, v petek dopoldne.

Po podelitvi priznanj so potekale predstavitve najboljših diplomskih nalog, najboljšega projekta in inovacije.

Vsi, ki ste se letos udeležili jubilejnega posvetovanja, in tisti, ki se ga zaradi različnih razlogov niste mogli, ste vabljeni na 27. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije, ki bo 19. in 20. oktobra 2017 na Otočcu.

Darko Cafuta
Društvo vzdrževalcev Slovenije

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



Mednarodna znanstvena konferenca Zgradbe prihodnosti

Posvetovanje z gornjim naslovom je 25. in 26. oktobra v Kulturnem domu v Cerknici organizirala revija Ventil v sodelovanju s Fakulteto za strojništvo Univerze v Ljubljani, podjetjem Intech-Les z Rakeka in s številnimi drugimi podjetji iz Slovenije in tujine.

Mednarodna konferenca je obravnavala, kot naslov pove, zgradbe prihodnosti. Prav gotovo je za posameznika kot za celotno človeštvo prav zgradba, v kateri biva, najpomembnejša, najbolj zaželena in za številne najdražja dobrina v vsem življenjskem obdobju.

Od začetka obstoja človeške vrste pa vse do danes so se oblike bivalnih prostorov in način bivanja spreminjali in razvijali v skladu s celotnim človeškim razvojem. Od samega začetka je človek gradil svoje domove z naravnimi materiali in jih z njimi skušal narediti čim bolj varne in udobne. Ta želja ostaja enaka še danes in se od preteklosti do danes ni prav nič spremenila. Zanos človeka pa je bil pogostokrat prevelik in je v svoje bivalne prostore želel »vnesti« vse najmodernejše dosežke: od novih nenaravnih materialov do opreme, strojev in naprav. Podobno velja za energijo, ki jo je človek pridobival neekonomično in nenaravno. Številne novosti so se s časom izkazale kot neprimerne. V zadnjem obdobju pa se načrtovalci in graditelji ponovno vračajo k naravi in skušajo izrabljati naravne materiale in naravne zakonitosti. Pravi namen mednarodne konference pa je bil ravno to, da se ljudem materiali prikažejo in opišejo, da se ljudje prepričajo o potrebnosti vrnitve nazaj k naravi, k izrabljanju naravnih materialov in energije ter da se tako materiali kot energija izrabljajo v smislu trajnostnega razvoja.

Recenzirani znanstveni prispevki zbornika mednarodne konference obravnavajo ravno ta vidik. Delo



Udeleženci konference so med drugim predstavljali nove rešitve na področju energetske učinkovitosti Zgradb prihodnosti, ki so odgovor na izziv energetske potratnih in bivanjsko neugodnih objektov.

vsebuje 25 znanstvenih člankov, ki se po vsebini med seboj zelo razlikujejo, a so smiselno povezani v celoto. Osnovni namen dela je prav v razvojnih trendih in smernicah za načrtovanje in gradnjo sodobnih, okolju prijaznih bivalnih in drugih zgradb ter objektov z metodami trajnostnega razvoja, izrabo naravnih materialov po pravilih narave, kar temelji na novem znanju. V sodobnih stanovanjskih gradnjah se odraža celoten razvoj praktično na vseh področjih človekovega delovanja. V splošnem lahko zapišem, da je vsako stanovanje mehatronski sistem z vsemi lastnostmi in značilnostmi mehatronike. Poleg popolnoma naravnih materialov srečamo v sodobnih stanovanjskih objektih tudi kovine, umetne snovi, kompozite in celo materiale s spominom. Za ogrevanje, razsvetljavo in hlajenje potrebujemo vire in prenosnike energije, ki so krmiljeni in nadzorovani s sodobno digitalno tehniko. Za komuniciranje, informiranje, obveščanje in varovanje potrebujemo moderne infrastrukturne in informacijske sisteme. Za prijetno udobje potrebujemo živo naravo, rastline in zelenje v samem domu ali tik ob njem.

Vsebina predstavljenih člankov je zelo raznolika, kot so raznolike potrebe in želje ljudi pri gradnji ali nakupu

stanovanjskih in drugih zgradb. Članke obravnavajo nove izdelke in storitve ter podporne rešitve.

Novi izdelki in storitve se nanašajo na tri področja. Članke prvega področja obravnavajo predvsem les kot naravni material prihodnosti, ki je osnova za kakovostno statično in potresno varno gradnjo. Drugo področje obsega članke, ki obravnavajo energetske učinkovitost zgradb z vidika toplotnoizolacijskega materiala in sistemskih izvedb toplotnega ovoja zgradb ter novih in znatno izboljšanih materialov. Naslednje področje obravnava posamezne konstrukcijske sklope zgradb prihodnosti.

Podporne rešitve sestavljata dve področji. Prvo vsebuje članke, ki ne vplivajo na konstrukcijo zgradbe, temveč posredno na izvedbo detajlov. Direktno s samo gradnjo in bivanjem nimajo dosti povezave, a so pri izdelavi elementov za gradnjo objektov in naprav, opreme, pohištva za udobno bivanje ljudi ter tudi drugih živih bitij ravno tako pomembni. Drugo področje temelji na vsebinah, vezanih na elektronske komponente in inteligentne rešitve.

Prikazana je izdelava rebrastih križno lepljenih lesenih plošč, ki so z vidika trdnosti močnejše kot do se-



Slovenska podjetja svojo znanstveno odličnost izkazujejo med drugim tudi s sodelovanjem z znanstvenimi inštitucijami pri čemer gre izpostaviti Inštitut Jožef Štefan. Prof. dr. Vladimir Cindro je predstavil izjemne dosežke slovenske znanosti v CERNU.

daj poznane. Pri oblikovanju križnih lepljenih plošč je bila uporabljena numerična simulacija, ki omogoča razvoj novih oblik in sistemov ter zagotavlja dimenzijsko in statično stabilno strukturo. Prikazan je razvoj visoko odpornih lesenih gradnikov, ki so oblikovani modularno in multifunkcijsko, kar omogoča gradnjo lesenih modularnih in modularnih objektov za enkratno uporabo na različnih lokacijah ali za večkratno uporabo na različnih mestih.

Nekateri članki obravnavajo kompozitne materiale kot nov pristop v razvoju toplotnoizolacijskih materialov. Kompozitni materiali so večinoma sestavljeni iz naravnih lesenih delov in z raznimi drugimi dodatki, predvsem iz umetnih snovi. Običajno so to plošče, ki delujejo kot izolacijski material ali pa tudi kot nosilni element za povečanje stabilnosti objekta. Kot novi materiali se pojavljajo ekstrudirani polistiren, nanomateriali in drugi kompoziti. Nosilni elementi teh kompozitnih materialov pa so lahko različne kovine ali drugi materiali. Nekatere vsebine, ki obravnavajo izolacijske materiale, se dotikajo tudi področja vzdrževanja vlage v prostoru oziroma njenega odstranjevanja iz njega, tesnjenja objektov pred talno vlago in pronicajočo vodo, kar je z vidika človekovega udobja ravno tako po-

membno. Sem lahko štejemo tudi lesene fasadne izolacijske panele, ki po besedah avtorjev člankov predstavljajo nov produkt lastnega razvoja. To je gradbeni konstrukcijski element s funkcijo toplotne in zvočne izolacije. V zborniku se v več člankih obravnavajo izolacijski materiali v obliki kompozitov, panelov, različnih segmentov, trakov in najrazličnejših plošč, ki jih lahko vgradimo v notranjost zgradb ali na zunanjo površino objekta.

Nekateri izolacijski materiali so opisani kot gibka masa ali malta, kot na primer več tipov bitumenske mase. Od teh je posebej obravnavan prototip ekološkega premaza na osnovi bitumna. Za ekološki bitumenski premaz so avtorji koncipirali in v članku predstavili dve različni vrsti. Za vsak element, ki ga kupimo in uporabimo, je zelo pomembna dimenzijska stabilnost. V zborniku so opisani dimenzijska stabilnost in termična obstojnost premaznih sistemov za zagotavljanje daljše življenjske dobe sistema, neprepustnost za vlago in vodo ter vpliv sprememb na kemično strukturo gradbenih slojev. Omenili smo, da nekateri članki v zborniku niso direktno povezani z gradbeno konstrukcijo zgradb, ampak so z njimi le v posredni povezavi, npr. uporaba posod iz nerjavnega jekla že spada

v ta okvir. Podobno velja za znanstveni članek o modularnih elementih za različne namene ter za članek, ki obravnava lasersko utrjevanje delov orodij za delo v hladnem. S to novo tehnologijo je možno utrditi in izboljšati mehanske lastnosti tistih delov orodij za izdelavo pohištva ali drugih lesenih elementov, ki so najbolj obremenjeni, in jim podaljšati uporabno dobo.

Novosti na področju zapiralnih, inteligentnih upravljaljskih sistemov in nadzornih sistemov, ki zagotavljajo varnost bivanja, lahko razvrstimo na energetske področje oziroma v skupino energetske učinkovitosti. Termično ogrevanje, ki ga imenujemo tudi ogrevanje z infrardečimi žarki, je vedno bolj prepoznavno. Njegova uporaba se hitro širi kot osnovni vir ogrevanja notranjosti prostorov. Članek opisuje osnovni princip tega sevanja, absorpcijo infrardečega sevanja v zraku, na človeški koži in drugje. Avtorji prikažejo grelni element za infrardečo svetlobo – to je za toplotne žarke za ogrevanje. Nekateri članki so posvečeni novim materialom za manjše energetske izgube, drugi boljšemu načinu ogrevanja stavb in natančnejšemu krmiljenju naprav za ogrevanje, tretji pa novim načinom ogrevanja bivalnih in drugih objektov.

Zbornik vsebuje ključne elemente novosti in razrešuje znanstvene in tehnološke nejasnosti. Članki odpirajo najpomembnejša vprašanja in uporabo znanj na nov način v zasnovi in delovanju zgradb prihodnosti. S tehnološkega in znanstvenega vidika poglobljeno in sistematično obravnavajo problematiko izvedbe gradbenih konstrukcij, trajnostne rabe virov in materialov ter povezave z naprednimi sistemi upravljanja. Rezultati člankov odpirajo nove povezave, pojave in principe obdelave, ki so zanimivi za več organizacij. Novo znanje pa je bistven prispevek k znanosti in razvoju novih in naprednih tehnoloških rešitev.

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

Konferenca SloTrib 2016

V organizaciji Slovenskega društva za tribologijo je bilo 17. novembra v hotelu Radisson Blu Plaza v Ljubljani strokovno-znanstveno posvetovanje o tribologiji, mazivih in tehnični diagnostiki. Posvetovanje, ki tradicionalno poteka vsaki dve leti, je bilo letos že 12. po vrsti. Čeprav sta se dolžina in lokacija v teh letih nekajkrat spremenili, pa posvetovanje že od leta 1994 zasleduje isti cilj, to je zbrati skupaj ljudi iz gospodarstva in akademskih ustanov, ki se kakorkoli ukvarjajo s problemi trenja, mazanja, obrabe in vzdrževanja.

Letošnjo konferenco je z nagovorom odprl predsednik društva prof. dr. Mitjan Kalin, v nadaljevanju pa je bilo v štirih sekcijah predstavljenih 16 prispevkov, od tega 4 vabljenega predavanja. Dr. Marta Svoljšak Jerman iz podjetja Petrol je tako spregovorila o emisijskih izzivih alternativne mobilnosti, prof. dr. Maja Remškar z



Zbrani udeleženci na posvetovanju SloTrib 2016

pila Gregor Sablič iz SKF Slovenija, ki je spregovoril o optimizaciji obvladovanja fizičnih sredstev pri vzdrževanju, izr. prof. dr. Tomaž Katrašnik z Ljubljanske Fakultete za strojništvo pa o mehanskem modeliranju in toplotnem upravljanju motornih sistemov. Večina ostalih predavanj je bila iz slovenskih podjetij ali plod sodelovanja med industrijo in akademskimi ustanovami. Tako se je na konfe-

Tudi letošnje posvetovanje sta, tako kot prejšnja leta, finančno podprli podjetji Olma, d. o. o., in Petrol, d. d., kot razstavljalci pa so sodelovali Hennlich, Ventil, IRT3000 in Scan.

Dober odziv obiskovalcev, predvsem pa zanimive debate pri posameznih predstavitev so pokazali, da so tovrstni dogodki v našem prostoru še vedno zelo dobrodošli in tudi v prihodnje potrebni.



Sproščen klepet med posameznimi sekcijami



Instituta Jožef Stefan pa o uporabi nanocevk za znižanje trenja in obrabe. V popoldanskem delu sta kot vabljenega predavatelja nasto-

renci zbralo 23 ustanov, od tega je bilo kar 18 različnih podjetij, kar je glede na predhodna posvetovanja zelo razveseljiv podatek.

*Prof. dr. Mitjan Kalin,
dr. Marko Polajnar
oba Univerza v Ljubljani,
Fakulteta za strojništvo*

6. evropska konferenca o tribologiji



7.–9. junij 2017
Cankarjev dom, Ljubljana

10. januar 2017	Oddaja povzetkov
31. januar 2017	Obvestilo o sprejetju
31. januar 2017	Druga najava
30. april 2017	Rok za predčasno prijavo
15. maj 2017	Oddaja prispevkov
7.–9. junij 2017	Konferenca

| TEME |

- ⚙ Mazanje in maziva, vključujoč trdna maziva
- ⚙ Preveleke in površinsko inženirstvo
- ⚙ Trenje, obraba in kontaktni mehanizmi
- ⚙ Zelena tribologija
- ⚙ Primeri industrijskih, avtomobilskih in proizvodnih študij
- ⚙ Biotribologija in biotribomateriali
- ⚙ Modeliranje in simulacije v tribologiji
- ⚙ Nano in mikrotribologija
- ⚙ Tribokemija
- ⚙ Tribokorozija

| KONTAKT |

SLOVENSKO DRUŠTVO ZA TRIBOLOGIJU

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

Bogišičeva 8
1000 Ljubljana

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

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



Slovensko društvo za tribologijo



Avstrijsko tribološko društvo



Italijansko tribološko združenje



Švicarska tribologija

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

| PRIJAVA |

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

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



Vir: slovenia.info

Posvet ASM '16

Na GZS v Ljubljani je 7. decembra potekal že 13. strokovni posvet na temo Avtomatizacija strege in montaže 2016 – ASM '16. Posvet, ki je najpomembnejši dogodek v Sloveniji s področja strege in montaže, je organiziral Laboratorij za strego, montažo in pnevmatiko Fakultete za strojništvo, Univerza v Ljubljani, v soorganizaciji z Gospodarsko zbornico Slovenije, Združenjem kovinske industrije.



Udeleženci posveta ASM '16 med predavanji

Glede na razmere v gospodarstvu in družbi nasploh je bil posvet zelo dobro obiskan, saj se ga je udeležilo preko 140 udeležencev iz kar 51 podjetij, iz osmih raziskovalnih in izobraževalnih inštitucij ter iz štirih medijev. Dober in raznovrsten obisk kaže na izredno zanimanje za ta dogodek in predvsem na pomembnost področja avtomatizacije strege in montaže v gospodarstvu. Za posvet ASM danes že kar velja, da je postal dogodek, na katerem enostavno moraš biti prisoten, če deluješ na področju strege in montaže.

Na posvetu so se predstavila številna podjetja s svojimi dosežki, tehnološkimi rešitvami in novostmi. Mnoge rešitve, ki so bile prikazane, so plod lastnega razvoja podjetij in inovativnosti njihovih inženirjev in

bodo prav gotovo marsikomu pripomogle pri rešitvi njihovih problemov in dilem, s katerimi se srečujejo v vsakodnevni praksi. Predavatelji na posvetu so izhajali iz sledečih organizacij: FESTO, d. o. o., Yaskawa Slovenija, d. o. o., ABB, d. o. o., DAX, d. o. o., Fanuc Adria, d. o. o., MIEL, d. o. o., Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, OLMA, d. d., Kibernova, s. p., Laboratorij LASIM – Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Bosch Rexroth, TPV, d. o. o., LOTRIČ Meroslovje, d. o. o., Tehna, d. o. o., Beckhoff Avtomatizacija, d. o. o., Hennlich, d. o. o., INEA, d. o. o., Gorenje, d. d., Plastika Skaza, d. o. o., Riko, d. o. o., in Ptica – zavod.

Organizator je skupaj z avtorji iz različnih podjetij pripravil izredno zanimivo srečanje, ki ga je podprlo več ustanov, podjetij in medijev. Med njimi naj omenimo generalnega pokrovitelja FESTO Ljubljana, ki je dobro znan dobavitelj opreme za ceneno avtomatizacijo v svetovnem merilu, OPL kot zlati pokrovitelj in številni drugi pokrovitelji ter sponzorji.

Na razstavnem prostoru pred konferenčno dvorano so imela podjetja možnost predstavitve svoje dejavnosti s publikacijami, demonstracijskimi paneli ali večjim promocijskim zaslonom. Posvet ASM '16 je bil torej enkratna priložnost za predstavitev novosti in naprednih pristopov, prav tako pa za srečanje strokovnjakov s področja avtomatizacije in za medsebojno izmenjavo mnenj ter izkušenj.

Vsem udeležencem se za obisk in sodelovanje na ASM '16 najlepše zahvaljujemo in vse zainteresirane vabimo, da se nam kot soorganizatorji ali udeleženci pridružijo na naslednjem posvetu ASM, ki ga načrtujemo v začetku decembra 2017.

Več utrinkov s posveta ASM '16 je dostopnih na spletni strani posveta www.posvet-asm.si.

Dr. Mihael Debevec, OO ASM '16 in UL, FS, LASIM



Prijeten pogovor udeležencev posveta

Prva evropska proizvodnja robotov japonske korporacije Yaskawa bo v Sloveniji!

»Japonska korporacija Yaskawa bo do leta 2022 ustvarila najmanj 200 novih delovnih mest,« sta na tiskovni konferenci v Frankfurtu napovedala Hiroshi Ogasawara (direktor in predsednik Yaskawa Electric Corporation) in Manfred Stern (predsednik in izvršni direktor Yaskawa Europe ter podpredsednik korporacije Yaskawa Electric Corporation).

Yaskawa bo v Sloveniji odprla novo proizvodno podjetje za izdelavo robotov, ki so jih doslej izdelovali le v proizvodnih centrih na Kitajskem in Japonskem. Potreba po razširitvi produkcijskih kapacitet bo Sloveniji do leta 2022 predvidoma prinesla 200 novih delovnih mest.

Prve Yaskawine robote iz evropske proizvodne linije naj bi dobili leta 2018. Novo proizvodno podjetje v Sloveniji bo zadostilo okoli 80 % evropskih potreb po robotih. Celotna investicija je ocenjena na približno 25 milijonov evrov.

Kot eden največjih globalnih akterjev v sektorju industrijskih robotov z več kot 350.000 prodanimi vgrajenimi roboti in kot vodilni medna-



Slika, od leve proti desni: Hubert Kosler - direktor Yaskawa Ristro d.o.o. in Yaskawa Slovenija d.o.o., Aleš Cantarutti - državni sekretar Ministrstvo za gospodarstvo in tehnologijo, Bruno Schneckeburger - predsednik Yaskawa Robotics Europe, Masahiro Ogawa - podpredsednik korporacije Yaskawa Electric Corporation, nj. eksc. Marta Kos Marko - slovenska veleposlanica v Nemčiji, Hiroshi Ogasawara - direktor ter predsednik Yaskawa Electric Corporation, Manfred Stern -predsednik in izvršni direktor Yaskawa Europe ter podpredsednik korporacije Yaskawa Electric Corporation, Jukka-Pekka Mäkinen - predsednik in izvršni direktor The Swich - a Yaskawa company.

rodni dobavitelj pogonske tehnologije ter sistemov za avtomatizacijo Yaskawa zasleduje ambiciozno zastavljeno strategijo širitve v Evropo. Korporacija s stoletno tradicijo po-

stavlja nove tehnološke trende, saj v nasprotju z mednarodnimi usmeritvami svetovnih korporacij, ki svoje tehnološko znanje in proizvodnjo selijo iz Evrope v Azijo, Yaskawa ubira prav nasprotno, sebi lastno poslovno pot.

Yaskawa z investicijami v obstoječe robotske posle in tehnologijo električnih pogonov širi svoje evropske aktivnosti. Podjetje je razširilo svoj poslovni model z nedavnimi strateškimi priključitvami podjetij s področij industrijske krmilne tehnologije in »zelene energije«, ki se osredotočata na energetske rešitve z vetrno energijo in elektrifikacijo ladijskih pogonov.

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



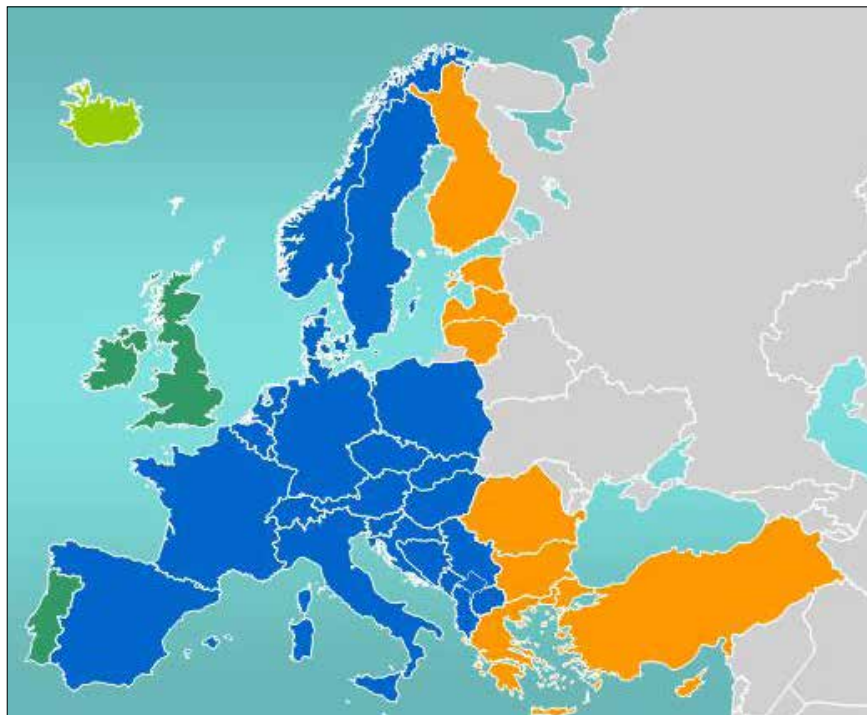
V nedeljo, 30. oktobra 2016, smo eno uro dalj spali

V nedeljo, 30. oktobra, ob 3. uri zjutraj smo na naših urah predstavili kazalce za eno uro nazaj, kar v praksi pomeni, da smo lahko spali eno uro dlje. S tem smo vstopili v zimski čas, ki bo trajal do zadnje nedelje v marcu 2017.

Merjenje časa je za ljudi pomembno že tisočletja, kar nam kažejo številne najdbe od majevskih piramid do Stonehenga, ki predstavlja največji koledar v naravi oziroma največjo sončno uro. Razvoj je šel naprej in današnji najboljši laboratorijski poskusi že ponujajo stabilnosti ur, ki bi se od velikega poka pa do danes zmotile zgolj za eno sekundo.

Za koordinacijo enotnega svetovnega časa UTC skrbi Mednarodni urad za uteži in mere v Parizu (BIPM). V Sloveniji pa te meritve izvaja Slovenski institut za kakovost in meroslovje (SIQ), ki je v okviru Urada RS za meroslovje nosilec nacionalnega etalona za čas in s svojo cezijevo uro tudi prispeva k določanju svetovnega časa UTC.

UTC se dejansko določa na osnovi meritev časa v posameznih meroslovnih inštitutih po svetu s skupno več kot 300 atomskimi urami. UTC je mednarodno sprejet standardni čas in je vezan na definicijo sekunde s sevalnimi prehodi cezijevega atoma. Ker se tako definiran mednarodni atomski čas zaradi upočasnevanja vrtenja Zemlje razhaja z astronomsko določenim časom, ga občasno



Časovne cone v Evropi:

- UTC (WET – zahodnoevropski čas, ni poletnega časa)
- UTC (WET, WEST – zahodnoevropski poletni čas ali UTC + 1 h)
- UTC + 1 h (CET, CEST – centralnoevropski poletni čas ali UTC + 2 h)
- UTC + 2 h (EET, EEST – vzhodnoevropski poletni čas ali UTC + 3 h)

31. decembra ali 30. junija popravijo z vstavitvijo dodatne prestopne sekunde. Tako usklajeni čas se imenuje univerzalni koordinirani čas (UTC).

Slovenija pri premiku ure sledi direktivi Evropskega parlamenta in Sveta o ureditvi poletnega časa, ki je bila v slovenski pravni red prenesena z vladno Uredbo o določitvi obdobja poletnega časa (Uradni list

RS, št. 9/06). Tako se ura pomakne naprej zadnjo nedeljo v marcu (ob 1.00 UTC) in zopet za eno uro nazaj zadnjo nedeljo v oktobru (ob 1.00 UTC). S tem je čas v Sloveniji usklajen s časom v vsej Evropi, ki seveda pozna tri časovne pasove: UTC, UTC + 1h (tudi Slovenija) in UTC + 2h.

Mag. Dominika Rozoničnik
Urad RS za meroslovje

IRT 3000
INOVACIJE • RAZVOJ • TEHNOLOGIJE

NEPOGREŠLJIV
VIR INFORMACIJ
ZA STROKO

VSAKA DVA
MESECA NA VEČ
KOT 180 STRANEH

UGODNOSTI ZA
NAROČNIKE REVIE

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



Upoštevanje človeka
je prvo pravilo robotike.



Man and Machine

www.staubli.si

Kaj če robot in človek (resnično) delata skupaj?

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

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

DOMEL®
Ustvarjamo gibanje

STÄUBLI

Mladi slovenski raziskovalci dosegli odlično uvrstitev na prestižnem tekmovanju iGEM v ZDA

Ekipa mladih slovenskih raziskovalcev z različnih fakultet se je konec oktobra udeležila prestižnega tekmovanja iGEM v ZDA, na katerem so zasedli odlično prvo mesto na področju Temeljnega napredka (Foundational advance) in tako potrdili, da ima Slovenija vrhunske znanstvenike, ki s svojim znanjem in odkritji prebijajo meje v znanosti.

iGEM pod vodstvom **prof. dr. Romana Jerale**, se je lotila enega največjih izzivov sintezne biologije. Povečali so hitrost odziva na signale iz okolja z nekaj ur ali dni, kar zmorejo sedanji sistemi, na vsega nekaj minut ali sekund. Za pravilno delovanje organizma je namreč pomembno, da se telo v nekaj minutah odzove na spremembe, kot je npr. koncentracija glukoze v krvi, saj bi bilo čez nekaj ur lahko

po mojem mnenju za doslej največji znanstveni preboj na tem tekmovanju in prvo mesto na področju razvoja temeljev te znanstvene veje je odličen dosežek.«

»Strategija Kemijskega inštituta je podpora in delo z mladimi raziskovalci, kar pomeni, da mlade poskušamo navdušiti za znanstveno-raziskovalno delo že na fakultetah. iGEM z vsemi napornimi priprava-



Slovenska ekipa s pokalom za osvojeno 1. mesto na področju Temeljnega napredka na tekmovanju projektov sintezne biologije iGEM 2016

iGEM je zelo prestižno tekmovanje za mlade raziskovalce, ki se ga je letos v Bostonu, ZDA, udeležilo rekordnih 300 ekip, potekalo pa je med 27. in 31. oktobrom. Zaradi velikega zanimanja mladih slovenskih raziskovalcev in uspehov iz preteklih let so se mentorji na Kemijskem inštitutu odločili, da jim ponovno omogočijo sodelovanje na tekmovanju, in sicer v okviru Sklada Janka Jamnika za iskrive mlade v znanosti, s katerim želi KI podpirati najbolj prodorne in motivirane mlade raziskovalce z izvirnimi idejami.

Sonicell, ekipa Kemijskega inštituta, ki se je udeležila tekmovanja

že prepozno. Za hitre signale so uporabili svetlobo, majhne molekule. Najpomembnejša novost projekta pa je, da so naredili celice občutljive na dotik ali stimulacijo z ultrazvokom, kar pomeni, da bi lahko uravnavali tudi delovanje celic v notranjosti telesa. »Želimo si, da bi na podoben način lahko vplivali na celice v možganih, s čimer bi morda lahko pomagali bolnikom s Parkinsonovo boleznijo brez potrebe po operaciji ali da bi sprožili hitro izločanje inzulina, kar bi v bodočnosti lahko pomagalo osebam z diabetesom,« je pojasnil dr. Jerala, »Čeprav tokrat nismo osvojili velike nagrade kot že trikrat doslej, pa gre

mi, realizacijo in prezentacijo pred najboljšimi raziskovalnimi ekipami na svetu je idealen projekt, ki nam pomaga identificirati najbolj ambiciozne in najbolj prodorne mlade, ki že v tej fazi pokažejo predanost cilju, osredotočenost, sodelovanje in delavnost ter raziskovalno radovednost. Delo mentorjev Kemijskega inštituta in delna finančna podpora inštituta za to tekmovanje sta za mlade velika referenca za iskanje bodočih priložnosti,« je povedal **dr. Gregor Anderluh**, direktor Kemijskega inštituta.

Brigita Pirc, Kemijski inštitut v Ljubljani

ZARADI IZJEMNEGA ZANIMANJA SMO RAZSTAVNIM POVRŠINAM NAMENILI ŠE DVE NOVI SEJEMSKI DVORANI!
Na voljo je še nekaj prostih mest. Pohitite, če se nam želite pridružiti tudi vi!

MEDNARODNI

Industrijski sejem 2017

CELJSKI SEJEM
4.-7. april 2017

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

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

www.ce-sejem.si

40
let
Vaš partner

CELJSKI SEJEM

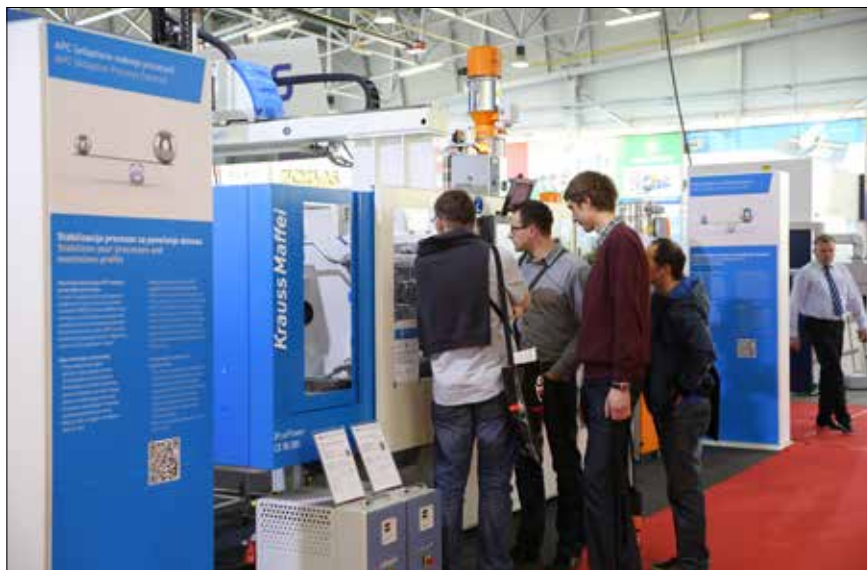
IRT
INOVACIJE • NAČRTE • TEHNOLOGIJE
Medijski partner

Boljše gospodarske razmere spodbujajo sejemske dejavnost – 2017 bogato sejemske leto za Celjski sejem

Pred največjo domačo sejemsko hišo Celjski sejem je bogato sejemske leto 2017. Pripravili bodo 12 mednarodnih sejemskih dogodkov, nadaljujejo pa tudi z mesečno pripravo kulinarčnih festivalov, ki so jih zelo uspešno uvedli oktobra 2015. Med novostmi prihodnjega leta v Celju posebej izpostavljajo nov koncept industrijskih sejmov v skladu z izzivi četrte industrijske revolucije oz. industrije 4.0 ter popolnoma nov sejem inovativnih digitalnih rešitev Feel the Future, ki bo neke vrste nadgradnja sejma informacijskih tehnologij, ki ga v Sloveniji ni že skoraj poldrugo desetletje, in na novo zastavljen sejem logistike. Leto 2017 pa bo posebej zaznamovalo tudi praznovanje 50. obletnice sejma MOS.

Dve dodatni sejemske dvorani zaradi velikega zanimanja za mednarodni Industrijski sejem

Mednarodni Industrijski sejem bo v Celju od 4. do 7. aprila. Zaradi izjemnega zanimanja so v Celjskem sejmu razstavnim površinam namenili še dve dodatni sejemske dvorani, ki se prav tako odlično zapolnjujeta, zato bo sejmišče v celoti polno. »Na sejmišču bodo predstavljeni stroji, ki so vredni tudi 10 milijonov evrov ali več in jih ni mogoče videti drugje kot na sejmu, saj jih zaradi vrednosti nihče nima na zalogi. Praktično je sejem edina priložnost, kjer si je mogoče delovanje stroja ogledati v živo. In njegovo delovanje predstavijo strokovnjaki iz tovarne,« pojasnjuje izvršni direktor Celjskega sejma mag. Robert Otorepec. Prav strokovni sejmi, kot je njihov Industrijski sejem, so po njegovih besedah sami po sebi dokaz, da so sejmi kljub vsem novim tehnologijam in digitalizaciji še



Sejem je praktično edina priložnost za ogled delovanja strojev

vedno pomembno orodje, ki podjetjem v obdobju hitrega razvoja omogoča hitro predstavitev novosti in takojšnje testiranje, kako se bodo prijele. »Veliko lahko slišiš, bereš, pogledaš, na sejmu pa lahko to občutiš z vsemi čutili. Če boš v živo igral namizni tenis z robotom, je doživetje bistveno drugačno, kot če si igro ogledaš na YouTube,« svojo izkušnjo z nemškega industrijskega sejma plastično predstavi izvršni direktor Celjskega sejma. Zaradi hitrega življenja je osebnih stikov vse manj, zato je sejem praktično edina priložnost, da se proizvajalec sreča s končnim kupcem. »Gre za čedalje redkejšo dobrino, ki je zato vse bolj dragocena.«

Tako doživljanje prihodnosti z vsemi čutili bo po Otorepčevih besedah ponudil novi sejem inovativnih digitalnih rešitev Feel the Future. Eden od ciljev novega sejma, ki bo na celjskem sejmišču od 19. do 21. oktobra, je zmanjšati zaostanek Slovenije na področju digitalizacije, ki na nekaterih področjih že resno zmanjšuje našo konkurenčnost. »O digitalizaciji se je zadnje čase tudi v Sloveniji začelo precej govoriti in pisati, na sejmu pa jo bo imel vsakdo možnost tudi občutiti z vsemi

čutili, kar pa prav gotovo nikogar ne bo pustilo ravnodušnega,« poudarja Robert Otorepec.

Leto 2017 tudi v znamenju 50. jubileja MOS-a

50. ponovitev MOS-a od 12. do 17. septembra bodo v Celjskem sejmu izkoristili za še večjo vsebinsko segmentacijo sejma na pet ključnih področij: MOS – gradnja in obnova doma, MOS – turizem in gostinstvo, MOS – oprema in materiali za obrt in industrijo, MOS – izdelki široke potrošnje, MOS – poslovne storitve in poslovne priložnosti v tujini. V Celjskem sejmu pa so tudi v sklepnih dogovorih, da Hrvaška postane prva država partnerica v zgodovini sejma. Na MOS-u so sicer Celjani samo v zadnjem desetletju gostili več kot 1,5 milijona obiskovalcev in več kot 15.000 razstavljalcev iz 40 držav.

Sejemske sezone 2017 bodo sicer v Celju začeli februarja (18. in 19. februar) z 2. festivalom hrane in pijače Kulinarart ter z 2. festivalom Kava Slovenija. Partnerji pri slednjem so Italijani oz. tržaško združenje proizvajalcev in trgovcev s kavo. S podporo združenja je mogoče v Celju pričati



Največji sejem MOS v letu 2017 praznuje 50. jubilej

kovati še celovitejšo ponudbo za vse ljubitelje kave, ki so se odlično odzvali na festival kave v letošnjem januarju. Marca sledi (10.–12. marec) spomladanski sejamski trojček Flora, Poroka in Altermed ter največje evropsko srečanje čebelarjev ApiSlovenija. Zaradi velikega zanimanja ponudnikov izdelkov in sto-

ritev za zdrav način življenja, ki se predstavljajo na sejmu Altermed, so tega preselili v večjo sejamsko dvorano L. Za ApiSlovenija, ki bo v marcu 2017 praznoval 40. ponovitev, pa se Celjani skupaj s Čebelarstvo zvezo Slovenije, ki je soorganizator, dogovarjajo s Češko, da postane država partnerica.

Maja bo celjsko sejmišče v znamenju avto-moto-logistične stroke, saj bodo od 18. do 21. maja pripravili že 20. sejem Avto in vzdrževanje, 10. jubilej praznuje sejem Gospodarska vozila, sejem Moto boom pa bo doživel svojo 12. ponovitev. Sejmsko dogajanje bo zaokrožil še mednarodni sejem Logistika – na novo zasnovan sejem celotne logistike oskrbovalne verige od dobaviteljev do končnega kupca. V Celjskem sejmu so veseli zelo dobrega odziva na področju gospodarskih vozil, napovedujejo pa tudi bogat obsejski program, saj imajo odlične površine, od asfaltnih do makadamskih, za različne testne poligone in adrenalinske šove. Sejmsko sezono bo tudi prihodnje leto v Celju zaključil erotični sejem sLOVerotika (8.–10. december), ki bo praznoval 10. jubilej.

*Nataša Vodušek Fras,
Celjski sejem, d. d.*

USTVARJENI, DA ZABLESTIJO V VAŠI PROIZVODNJI



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

Povečajte produktivnost.
Zmanjšajte napake.
Prihranite čas.

Kako OECD vidi 10 izbranih tehnoloških smeri in kako tehnološko prihodnost?

Čeprav ni malo takšnih, ki v svetu tako ali drugače napovedujejo tehnološko prihodnost, so zadnji podatki v dokumentu OECD (Organizacije za ekonomsko sodelovanje in razvoj) zanimivi, saj naj bi pomembno vplivali na širši gospodarski razvoj v EU, celo za obdobje 10 oz. 15 let. Mogoče bodo ti podatki zanimivi tudi primerjajoč prioriteta tehnološka področja, ki smo jih v Sloveniji zapisali v Strategijo pametne specializacije.

Med tem ko se svet sooča s številnimi izzivi, kot so staranje prebivalstva, podnebne spremembe, izčrpavanje naravnih virov, bodo nove načrtovane tehnologije po prepričanju OECD prispevale k boljšim rešitvam. Socialno-tehnološke zahteve bodo oblikovale dinamiko tehnoloških sprememb in razvoj v znanosti in novih tehnologijah. Zadnji dopolnjen dokument OECD obravnava 10 ključnih in nastajajočih tehnologij, ki bodo prinesle velike spremembe in pomembna tveganja. Izbira tehnologij bazira predvsem na ugotovitvah večjega števila predvidevanj, izvedenih v zadnjih letih. V teh 10 izbranih tehnologij sodijo: **1** internet stvari, **2** analiza velikega obsega podatkov (Big analytics data), **3** umetna inteligenca, **4** nevrotehnologije, **5** mikro- in nanosateliti, **6** nanomateriali, **7** dodajalne tehnologije, **8** napredne tehnologije za shranjevanje energije, **9** področja sintetične biologije in **10** posebne baze podatkov, ki omogočajo prenos vrednosti v računalniških omrežjih (Blockchain).

Internet stvari oz. skrajšano IoT obljublja hiperpovezave, digitalno odzivno družbo, ki bo imela velik vpliv na vseh področjih gospodarstva in družbe. Internet stvari se hitro širi in ocenjuje se, da bo že leta 2030 v informacijsko omrežje povezanih več kot 25 milijard



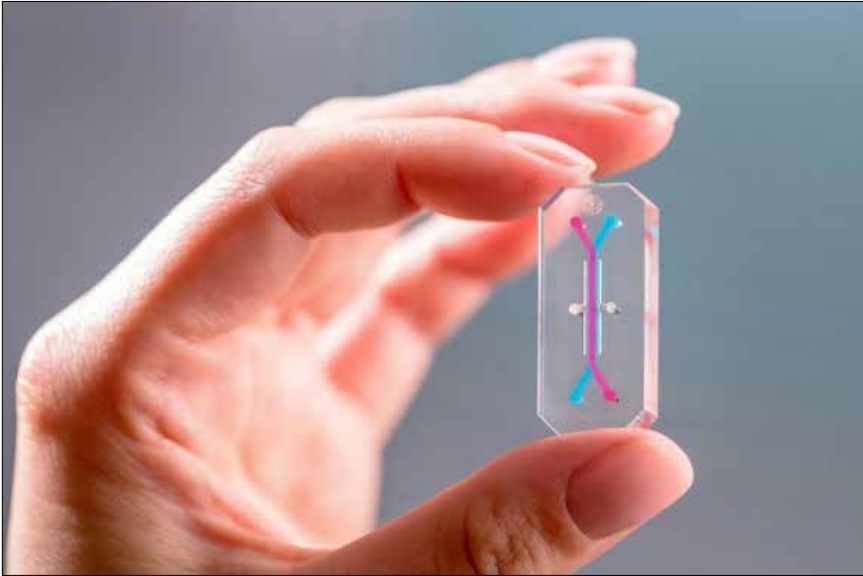
Internet stvari nam obljublja hiperpovezave z inteligentnimi napravami tako v industriji kot gospodinjstvih

pametnih naprav. Nekatere druge ocene govorijo še o bistveno večjih podatkih. Pri analizi velikega obsega podatkov se predvsem opredeljuje kot skupek tehnik in orodij za obdelavo velike količine podatkov in ponujenih možnosti za povečanje produktivnosti. Pri umetni inteligenci se izpostavlja predvsem sposobnost strojev in sistemov za pridobivanje znanja in inteligentnega izvajanja nalog. To v bistvu pomeni široko paleto kognitivnih nalog, npr. zaznavanje, pretvorbe v razumljiv jezik, učenje, sposobnost in nadzor gibanja in različnih manipulacij. V okviru nevrotehnologije se obeta velik napredek v diagnostiki in zdravljenju. Opredeljujejo jo kot umetno sredstvo za interakcijo z možgani in živčnim sistemom. V bodoče pa bi prav s pomočjo nevrotehnologije lahko bolje razumeli naravne procese v možganih za študij in zdravljenje nevroloških motenj in poškodb za izboljšanje kognitivnih sposobnosti in povečanje človeške zmogljivosti.

Področje mikro- in nanosatelitov se izjemno povečuje tako za vojaške, vesoljske kot civilne namene. Manjši sateliti so seveda cenejši in hitrej-

ši in bodo tudi dostopnejši večjemu številu uporabnikov. Komponente, ki se že zdaj na splošno uporabljajo za gradnjo satelitskih platform, podpirajo množično proizvodnjo. Zanimanje za mikro- in nanosatelite strmo narašča, z njimi pa tudi široka paleta uporabnosti: od opazovanja Zemlje in komunikacije do znanstvenih raziskav, posebnega tehnološkega razvoja, izobraževanja, obrambe in drugo. Ko je govor o nanomaterialih, imamo takoj v mislih edinstvene optične, magnetne in električne lastnosti, ki jih je mogoče izkoriščati na različnih področjih, od zdravstva do energetskih tehnologij in drugega, vendar tehnične omejitve in negotovosti glede njihovega vpliva na ljudi in okolje še vedno ovirajo široko uporabo. Nanomateriali pa so opredeljeni kot snovi na nanometrskem območju od 1–100 nanometra. Nanomateriali so lahko naravni ali izdelani umetno na inženirski način.

Področje tako imenovanih dodajalnih tehnologij je v izjemnem vzponu, pomeni pa proizvodnjo s postopnim dodajanjem materiala, da dobi izdelek ustrezno obliko. Dodajalne tehnologije so v bistvu



Sistemi »organi na čipu« so najnovejši sistemi, namenjeni testiranju zdravil in ugotavljanju učinkov. Raziskovalcem omogočajo videnje bioloških mehanizmov, kar do zdaj ni bilo mogoče.

nasprotje klasičnim obdelovalnim tehnologijam. Dodajalne tehnologije razumemo predvsem kot 3D-tiskanje, ki zajema različne tehnike za gradnjo izdelkov z dodajanjem materiala po plasteh. Napredne tehnologije za shranjevanje energije pa lahko opredelimo kot sistem, ki absorbira energijo in jo shrani za kasnejšo uporabo na določeno

zahtevo. Shranjevanje energije predstavlja znaten gospodarski potencial z daljnosežnimi poslovnimi priložnostmi. Nabori različnih tehnologij za shranjevanje energije so še vedno v zgodnjih fazah razvoja, vključno z multivalentnimi baterijami visoke hitrosti, vztrajniki, superprevodnimi magnetnimi sistemi za shranjevanje energije in drugo, pri

toploti pa z razvojem nanoporoznih materialov kot temperaturnih zalogovnikov. Sintetična biologija je novo raziskovalno področje v biotehnologiji, deluje na področju manipulacije DNA v organizmih in omogoča projektiranje in gradnjo novih bioloških delov in bioloških sistemov za koristne namene. Na tem področju se pričakuje izjemno širok spekter uporabe na področju zdravstva, kmetijstva, industrije in energije. Sintetična biologija obljublja radikalne inovacije v številnih gospodarskih sektorjih. Kot zadnjo, deseto izpostavljeno tehnologijo ali tehnološko smer OECD predstavlja (Blockchain) bazo podatkov, ki omogoča vrednost v računalniških omrežjih. Ta tehnologija omogoča skupno razumevanje vrednosti določenih podatkov in transakcije, ki jih je treba izvesti. Širjenje te tehnologije je na nek način omejeno zaradi številnih tehničnih vprašanj. Če je verjeti OECD usmeritvam, bodo te precej drugačne, kot so tehnološke usmeritve in prioriteta področja, zapisana v naši Slovenski strategiji pametne specializacije.

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

Inovativna regulacijska oprema

GIAFLEX

SAMSON AG MESS- UND REGELTECHNIK
GIA-S d.o.o., Industrijska 5, 1290 Grosuplje
Telefon: +386 1 7865 300, Telefax: +386 1 7863 568
E-mail: info@gia.si, Internet: www.samson-slo.com
Internet: www.giaflex.com

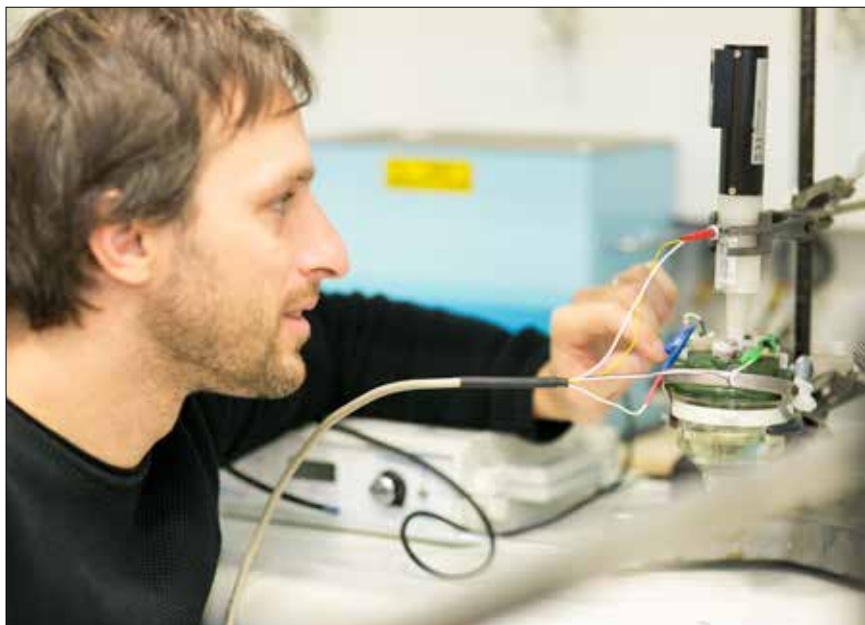



Slovenski znanstveni preboj prinaša bolj zeleno prihodnost za cel svet

Na Kemijskem inštitutu so predstavili pomemben znanstveni dosežek na področju recikliranja platine, ki je bil dosežen pod vodstvom dr. Nejca Hodnika v okviru projekta Zeleno recikliranje platine s pomočjo učinkovitega raztapljanja s procesom spreminjanja površinskega potenciala.

Nov način raztapljanja platine se v primerjavi z najbolj razširjenim postopkom – raztapljanjem z zlatotopko (lat. aqua-regia) – izkaže kot okoljsko bistveno manj škodljiv proces. *»Ta projekt je pomemben najprej na okoljski ravni, saj predstavlja korak k zelenim rešitvam 'umazane kemije', kot je hidrometalurgija, kar je najpogostejša metoda za ekstrakcijo kovin iz mineralnih koncentratov. Projekt je pomemben tudi na ravni recikliranja in izrabe odpadkov, s čimer se bomo kot družba vedno bolj soočali. V prihodnosti bomo morali razviti tehnološke koncepte in procese, ki bodo v svojem življenjskem ciklu trajnostni, če želimo ohraniti čisto Slovenijo tudi za prihodnje generacije. Hkrati pa bi radi opozorili na problem izkoriščanja slabih zakonodaj v državah tretjega sveta, kjer se trenutno odlaga in reciklira večina naših električnih in elektronskih odpadkov,«* je povedal **dr. Nejc Hodnik**, nosilec projekta na Kemijskem inštitutu.

Dr. Hodnik je dodal, da če želi biti Slovenija ena izmed vodilnih držav na področjih, za katera se ve, da bodo v prihodnosti pomembna, mora že »včeraj« začeti vlagati za »jutri«: »V našem primeru je to recikliranje plemenitih kovin in tudi razvoj tehnologije za elektrokemične pretvorbe energije, kot so gorivne celice in elektrolizerji – tehnologije, ki omogočajo brezogljično pretvorbo energije. Ko bo Evropa poostrila



Dr. Nejc Hodnik

zakone, ki določajo količino odpadkov, izkoristke recikliranja in še dopustno raven izpustov toplogrednih plinov (TGP), bo treba imeti te tehnologije že pripravljene tu v Sloveniji,« je zaključil dr. Hodnik.

Projekt je potekal od začetka leta 2015, ko se je porodila ideja, do januarja 2016, ko se je zaključilo eksperimentalno delo. Ustrezno znanje pa se je akumuliralo med večletnimi raziskavami, ki so potekale tako na Kemijskem inštitutu (predvsem v okviru sodelovanja Odseka za katalizo in reakcijsko inženirstvo, Odseka za kemijo materialov in Odseka za analizo kemijo) kot tudi na Inštitutu Max-Planck v Düsseldorfu, kjer je dr. Hodnik opravljal doktorskostrokovno izpopolnjevanje pod mentorstvom dr. Karla Mayrhoferja s prestižno štipendijo Marie Curie. Članek o projektu in njegovih rezultatih je bil objavljen tudi v zelo ugledni znanstveni reviji **Nature Communications**.

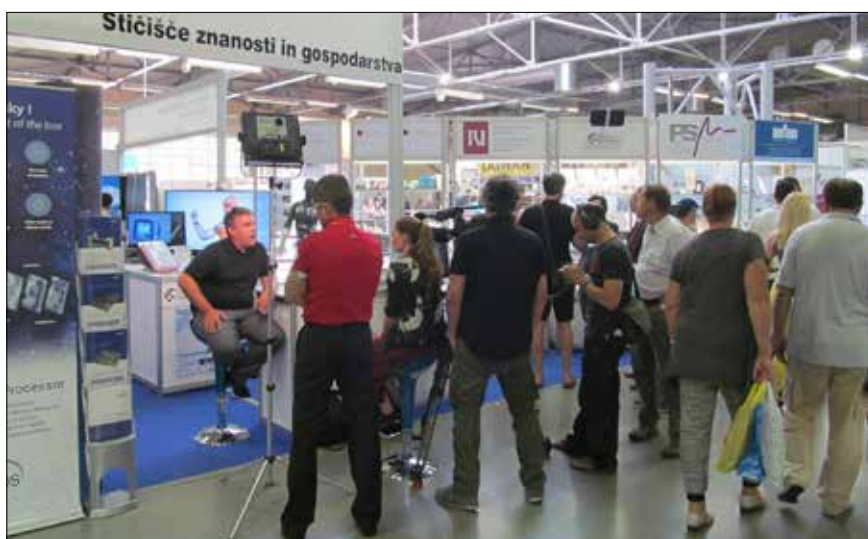
Dr. Gregor Andrejluh, direktor Kemijskega inštituta, je dosežek

projekta komentiral z naslednjimi besedami: *»Na Kemijskem inštitutu smo izredno veseli in ponosni na tovrstne dosežke naših mlajših znanstvenikov in sodelavcev. Dosežek dr. Hodnika je izredno pomemben tako za slovensko kot za svetovno znanost, ker vodi k boljšemu jutri za vse prebivalce sveta. Hkrati pa je ta projekt lepa iztočnica in priložnost za neposredno sodelovanje z industrijo ter za črpanje evropskega denarja preko projektov Obzorja 2020, kjer se že dogovarjamo s partnerji. Ta projekt je seveda na splošno pomemben tudi zaradi treh ciljev, ki utrjujejo poslanstvo Kemijskega inštituta, in sicer zaradi pozicioniranja v svetovni moderni znanosti, sodelovanja s svetovnimi institucijami, ki izkazujejo prebojno vlogo na področju povezovanja znanosti in uporabnih znanj, in odpiranja novih priložnosti in utrjevanja ugleda, ki jih KI dosega s tako vrhunskimi publikacijami v zadnjem času.«*

<http://www.ki.si/70-let/>

Izjemno zanimanje za naslednje **Stičišče znanosti in gospodarstva**

Letošnje **Stičišče znanosti in gospodarstva** v okviru sejma MOS 2016 je vzbudilo izjemno zanimanje mnogih institucij in tehnološko usmerjenih podjetij. Stičišče znanosti in gospodarstva je bil prvi tovrstni projekt Ministrstva za izobraževanje, znanost in šport. Projekt sem vodil kot član Sveta za znanost in tehnologijo Republike Slovenije z enim samim ciljem: predstaviti vrhunske visokotehnološke inovacije širši javnosti, predvsem gospodarstvu, predstaviti nove tehnologije in tehnološke procese ter dobre primere prakse sodelovanja med inštituti, fakultetami, univerzami in drugimi institucijami.



Utrip z letošnjega Stičišča znanosti in gospodarstva v okviru MOS 2016 (foto: Alen Rojko)

Po dolgoletnem vodenju odbora za znanost in tehnologijo pri OZS je bil to moj prvi projekt, ki ni bil povezan z zbornico. Neverjetno uspešen projekt pa je bil le odraz želje različnih institucij po sodelovanju med znanostjo, gospodarstvom in izobraževalno sfero. Doslej v okviru sejma MOS ni bilo nikoli združenih toliko institucij v eno skupno zgodbo.

V Stičišču znanosti in gospodarstva so sodelovali: Institut Jožef Stefan, Kemijski inštitut v Ljubljani, Nacionalni inštitut za biologijo, FERI Univerze v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, Univerza v Novi Gorici, Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Visoka šola za bioniko na Ptuj, Center odličnosti Nanocenter, Center odličnosti Namaste, SIS-EGIZ in drugi. V stičišču je sodelovalo kar 14 tehnološko usmerjenih

podjetij in 16 razvojno-raziskovalnih in izobraževalnih institucij. Posebej izpostavljena pa so bila naslednja področja: elektronika, mehatronika, avtomatika, energetika, strojništvo, robotika, IKT, bionika, novi materiali in nanotehnologija. Glede na uspešno izpeljan projekt je Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport izrazilo pripravljenost, da tak projekt podpre tudi v naslednjem letu z željo, da se v Stičišču znanosti in gospodarstva vključi še več uglednih razvojno-raziskovalnih institucij in visokotehnoloških podjetij. Letos so bili medijski partnerji projekta: revija Ventil, IRT 3000 in Večerova priloga Kvadrati.

*Janez Škrlec, inž. mehatronike,
Razvojno raziskovalna dejavnost, Zg.
Polskava
član Sveta za znanost in
tehnologijo RS*

zenon

SVETOVNA TEHNOLOGIJA ZA
PAKIRANJE IN UPRAVLJANJE
LINIJ. ZDAJ.

ready for
ISO 50001



Obvladajte proizvodnjo,
reagirajte fleksibilno in hitro na
nepredvidene dogodke,
bodite učinkoviti in zmanjšajte
stroške.

- ▶ Pregled vrednosti - KPI v realnem času
- ▶ Analiziranje arhiviranih podatkov o proizvodnji
- ▶ Upravljanje z viri in energenti

www.copadata.com/FNB



COPADATA
do it your way



Microsoft Partner
Gold Application Development
Gold Intelligent Systems

Podjetje NI predstavlja rešitev ADAS za preskušanje avtomobilskih radarskih sistemov v frekvenčnem območju 76–81 GHz

Nova rešitev na osnovi vektorske signalne sprejemno-oddajne naprave zagotavlja prilagodljivo in zanesljivo rešitev za proizvajalce avtomobilov, ki preskušajo avtonomna vozila.

Podjetje NI (Nasdaq: NATI), ponudnik rešitev na podlagi enotne platforme, ki inženirjem in znanstvenikom omogočajo reševanje največjih svetovnih inženirskih izzivov, je na prireditvi Evropski teden mikrovalov (EuMW) najavilo tehnološko demonstracijo nove rešitve za preskušanje naprednih sistemov za pomoč vozniku (Advanced Driver Assistance Systems – ADAS). ADAS je zasnovana za radarje kratkega in dolgega dosega v frekvenčnem območju 76–81 GHz, temelji pa na tehnologiji NI mmWave za vhodni del in nedavno predstavljeni vektorski signalni sprejemno-oddajni napravi (VST) druge generacije PXIe-5840.

»ADAS, nova rešitev NI za preskušanje, zagotavlja edinstven pristop do karakterizacije in preskušanja radarskih sistemov z razširljivimi možnostmi izvajanja sledljivih RF-meritev ter simulacij sistemov,« je dejal Stefano Concezzi, podpredsednik svetovne pobude NI za avtomobilsko industrijo. »Zakonske zahteve se še vedno razvijajo, zato prilagodljivost te rešitve omogoča inženirjem hitro prilagajanje sistemov za preskušanje za reševanje izzivov pri rabi novih radarskih sistemov.«

ADAS združuje napravo NI VST druge generacije skupaj s frekvenčnemu območju prilagojenimi pretvorniki navzgor in navzdol, tako da omogoča preskušanje radarskega frekvenčnega območja 76–81 GHz s pasovno širino 1 GHz v realnem času. Sistem lahko s takšno zasnovo deluje kot vektorski signalni generator in analizator za milimetrsko

območje. Inženirji lahko napravo FPGA v napravi VST programirajo v okolju LabVIEW, tako da lahko uporabljajo ADAS za posnemanje radarskih tarč, kjer preskusna oprema posnema površino, doseg, radialno hitrost in vpadni kot različnih predmetov. To je ključnega pomena za preskušanje programske in strojne opreme radarskega sistema.

»Radar je ključna tehnologija za prihodnost. Pomembnost zanesljivosti radarskih sistemov pa zahteva napredne pristope do preskušanja,« je povedal Niels Koch, odgovorna oseba za radarske sestavne dele v podjetju Audi. »Kombinacija široke pasovne širine in programske opreme s kratkimi zakasnitvami, ki jo omogoča naprava PXI VST, nam je omogočila doslej nedosegljiv vpogled v avtomobilsko radarska tipala – z njo smo celo odkrili kritične napake naše radarske enote, ki jih prej nismo mogli zaznati.«

Zahteve po popolnoma avtonomni vožnji zahtevajo, da vozila prihodnosti ne bodo uporabljala le radarja, ampak tehnologijo združevanja tipal, ki združuje vhode iz sistemov GNSS, radarskih sistemov, kamer in tipal LiDAR. Platforma NI PXI zagotavlja zmožnosti za časovno usklajitev, proženje in sinhronizacijo, instrumente od enosmernega do visokofrekvenčnega območja ter vmesnike za vodila, kot je CAN, tako da zagotavlja idealno rešitev za preskušanje sistemov z združevanjem tipal. Inženirji lahko s to prilagodljivo platformo uporabijo en sam sistem za preskušanje strojne opreme tipal skupaj s preskušanjem vgrajene programske opreme, ki interpretira in sprejema odločitve na podlagi podatkov tipal, na bolj sistemski ravni po konceptu strojne opreme v zanki (HIL).



Nova rešitev za preskušanje ADAS je del prilagodljive programske in modularne strojne platforme podjetja NI, s katerima lahko inženirji izdelujejo pametnejše sisteme za preskušanje in instrumentacije z visoko stopnjo prilagodljivosti. Uporabniki lahko pri tem izkoristijo visoko storilnost, ki jo zagotavljata programski okolji **LabVIEW** in **TestStand**, skupaj z živahnim ekosistemom partnerjev, dodatnimi IP-rešitvami ter aplikacijskimi inženirji, da dramatično znižajo stroške preskušanja, skrajšajo čas do trga in svoje preskusne sisteme pripravijo na zahtevne izzive prihodnosti.

Če si želite ogledati predstavitev nove rešitve za preskušanje ADAS, obiščite razstavno mesto NI (št. 4) na prireditvi EuMW 2016. Več informacij o rešitvah NI VST pa najdete na naslovu www.ni.com/vst.

Vir: National Instruments, Instrumentacija, avtomatizacija in upravljanje procesov, d. o. o., Kosovelova ulica 15, 3000 Celje, tel: +386 3 425 4270, fax: +386 3 425 4212, e-mail: ni.slovenia@ni.com, internet: www.ni.com/sl-si.html

PPTcommerce d.o.o.

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

HIDRAVLIKA IN PROCESNA TEHNIKA

PRODAJA • PROJEKTIRANJE • SERVIS

www.ppt-commerce.si



EMERSONTM
Process Management



BETTISTM

DantorqueTM



Shafer[®]



A. Stušek, uredništvo revije Ventil

Neomejene perspektive fluidne tehnike – **kratek pogovor s profesorico Moniko Ivantysynovo**

Profesorica Monika Ivantysynova je v letu 2004 tvegala skok čez »Veliko lužo« in sprejela povabilo na univerzo Purdue, eno od svetovno najbolj uveljavljenih tehniških univerz v ZDA. Tam vodi katedro za fluidno tehniko. Od leta 2005 pa je tudi članica znanstveno-tehniškega sosveta pri reviji O + P fluidna tehnika. V okviru tega se je nedavno predstavila v kratkem pogovoru z uredništvom revije.

Gospa profesorica Ivantysynova, prosimo, predstavite se na kratko, kako ste prišli do sedanjih položajev?

Prof. Ivantysynova: Že v času študija strojništva sem pričela sodelovati na področju fluidne tehnike. Po diplomi sem začela industrijsko kariero kot konstrukterka in pozneje kot vodja oddelka in projektna menedžerka v različnih podjetjih na področju fluidne tehnike. Po sedmih letih dela v industriji sem se odločila za raziskave in se vrnila v akademsko okolje. 1996 sem postala profesorica na univerzi v Duisburgu, kjer sem zasnovala svoj prvi laboratorij za fluidno tehniko. Tri leta pozneje sem odšla na tehniško univerzo Hamburg-Harburg. Po petih letih uspešnega raziskovalnega dela v Hamburgu sem bila povabljen na univerzo Purdue kot vodilna profesorica na novo ustanovljene katedre za fluidno tehniko. Od avgusta 2004 pa vodim tudi s tem položajem povezan inštitut za fluidno tehniko na univerzi Purdue v ZDA.

Kaj je bila v vašem poklicnem življenju do sedaj največja sprememba?

Prof. Ivantysynova: Prav gotovo prehod iz nemškega visokošolskega okolja v ameriški univerzitetni sistem in s tem povezana sprememba življenja – iz Nemčije na srednji zahod v ZDA. S to menjavo pa je povezanih kar nekaj sprememb: od omejenega raziskovalnega denarja in nezanesljivih delovnih mest k v povprečju boljšim študentom in dobri tradiciji sodelovanja med visokim šolstvom in industrijo s paketom neomejenih možnosti z vsem dobrim in slabim.

Katere so po vaših izkušnjah največje razlike pri izobraževanju in raziskavah v Nemčiji in ZDA?

Prof. Ivantysynova: Največje razlike so prav gotovo v uspešnosti visokošolskih sistemov. Močno in konsekvntno rangiranje univerz v ZDA vodi k povsem drugačnim sestavam študentov in doktorandov na posameznih univerzah. Purdue spada med vrhunske tehniške univerze v ZDA. To omogoča tudi lažjo izbiro vrhunskih raziskovalcev. Iz v povprečju visoko motiviranih študentov je mogoče izbrati najboljše kandidate za posamezna področja študija. Visoka cena študija je za večino študentov ustrezna motivacija za dokončanje študija v rednem času.

Katere naloge je potrebno na področju fluidne tehnike kratko- in srednjeročno uspešno rešiti, če želimo v prihodnosti zagotoviti ustrezno perspektivnost?



Prof. Ivantysynova: Fluidna tehnika mora končno zapustiti tehnologijo 20. stoletja in tržno uveljaviti nove koncepte varčevanja z energijo ter ekološko prijazne in inteligentne pogone. Fluidna tehnika ima velike potenciale za cenovno, okoljsko in sistemsko ugodne rešitve sistemov na tradicionalnih trgih in mnogih novih področjih uporabe. Eden od primerov novih rešitev sistemov je hidravlični hibridni pogon. Za mnoga vozila ima hidravlični hibridni pogon mnogo prednosti v primerjavi z električnimi variantami pogona, npr. za varčevanje z gorivom ter zmanjšanje obremenitev okolja v primerjavi z mehanskimi prenosniki in avtomatskimi gonili. Ena od najpomembnejših nalog je pri tem ojačenje in razširitev izobraževanja in raziskav na področju fluidne tehnike.

Vir: O + P Lounge: Unbegrenzte Möglichkeiten mit allen Pros and Cons, O + P 60(2016)9 – str. 10

Hidravlična olja Liqui-Moly z Bosch-Rexrothovim dovoljenjem

V zadnjih letih so se delovni tlaki v hidravličnih napravah pomembno povišali, s tem pa tudi nevarnost obrabe in izpadov naprav. To vse bolj povečuje tudi pomen kakovosti hidravličnega olja za življenjsko dobo in zanesljivost delovanja hidravličnih

naprav. Specialist za olja za mazanje Liqui-Moly to upošteva pri njihovem razvoju, zato je opravil najzahtevnejše preskuse po Bosch-Rexrothovm testu RD 90325. Vsa njihova preskušena olja izpolnjujejo njegove zahteve. Pri testu RD 90325 gre za znan-

stveno utemeljen standardiziran postopek preskušanja, ki preverja obnašanje olja za mazanje v realnih obratovalnih razmerah skupaj z osnovnimi hidravličnimi sestavnimi, črpalkami in motorji.

Vir: Fluid 49(2016)10 – str. 7

A. Stušek, uredništvo revije Ventil

Največji tunelski vrtalni stroj za Santa-Lucio

V nekaj mesecih je bil v Schwana-uu sestavljen impozanten tunelski vrtalni stroj za cestni predor Santa Lucia. Vrtalni stroj ima premer 15,87 m. 4 800 ton težek vrtalni velikan bo v naslednjih treh letih izvrtal skozi Apenine 7 528 m dolg cestni predor in s tem postavil nov rekord v Italiji (prejšnji tunel Sparvo je imel premer 15,62 m). Stroj rekorder je bil tehnično prevzet v avgustu leta 2016. Višek je bilo poskusno vrtenje masivnega rezilnega kolesa (teže 410 ton), ki se bo prebijal skozi heterogeno hribino. Delovanje tunelskega vrtalnega stroja bodo nadzorovali: naročnik



Tunelski vrtalni stroj s premerom 15,87 metrov za predor Santa Lucia skozi Apenine v Italiji je največji v Evropi

- gradbeno podjetje *Pavimental*, zastopniki italijanskih avtocest in predstavniki podjetja *Herrenknecht*. Skupaj s tem tunelskim vrtalnim strojem bo sedaj v Italiji delovalo 13 velikih Herrenknechtovih tunelskih vrtalnih strojev, večina največjih velikosti. Osem jih ima premer nad osem metrov.

Vir: *Fluid* 49(2016)10 – str. 7

Zakaj prehod na inteligentno tehnologijo?

Izboljšana povezanost

Uporabniki strojev vse pogostejše uporabljajo sestavine IoT, ki omogočajo nujno povezanost omrežij. Posebno v Evropi so sestavine IoT pomembna vsebina industrije 4.0. Svetovni izdelovalci delajo na tem, da z mreženjem sistemov povečajo produktivnost svojih obratov. S sposobnimi inteligentnimi sestavinami IoT postanejo njihovi proizvodni obrati učinkovitejši.

Podaljša življenjski cikel izdelkov

Inteligentni sistem s pametnimi sestavinami lahko podaljša življenjski cikel izdelkov. Inteligentni stroji podpirajo koncepte monitoringa njihovega stanja in minimizirajo čase odpovedi. Pazljiv zagon strojev lahko zmanjša obrabo posameznih sestavin in preostalega sistema, kar zagotavlja tudi njihov daljši življenjski cikel.

Povečanje moči sistema

Pomemben faktor je tudi moč sistema, ki jo lahko omogoča uporaba inteligentnih sestavin. Če uporabniki izboljšajo učinkovitost proizvodnih obratov, lahko vsak sistem ali podsistem v okviru svojega območja skupne produktivnosti in učinkovitosti na različne načine izboljšajo. Inteligentne sestavine omogočajo izboljšanje učinkovitosti sistema in izpeljavo posameznih funkcij. To poveča učinkovitost in zmanjšuje zahteve po energiji.

Inteligentno vzdrževanje

Inteligentne naprave lahko uporabniki bolje nadzorujejo in pravočasno odločajo, kdaj je potrebno vzdrževanje posamezne sestavine. Investicije v inteligentne sestavine pri opremljanju strojev in naprav se hitreje izplačajo, ker se pri vsaki sestavini stroški vzdrževanja

zmanjšajo. Ob potrebi po vzdrževanju se lahko to napove že tedne vnaprej, rezervni deli se lahko pravočasno nabavijo in časi izpada se minimizirajo.

Podporne diagnoze

Večina proizvodnih obratov si danes ne more privoščiti posebne strokovnjaka za vzdrževanje hidravlike, odprava napak pa ob povečani kompleksnosti sistema postaja vse bolj zahtevna. To prav tako velja, če je ekspert na voljo v delovnem timu. Inteligentne sestavine lahko pomagajo pri identifikaciji specifičnih problemov, tako da lahko uporabnik sistemov natančno uravnava optimalno produktivnost in učinkovitost.

Vir: *Warum sie zu Smarter Technologie wechseln sollten?; O + P* 60(2016)9 – str. 72 ali www.eaton.com/DMC

Vpliv velikosti izvrtin v ventilski plošči na volumetrični, mehansko-hidravlični in skupni izkoristek počasno vrtečega hidravličnega motorja tipa gerotor

Ervin STRMČNIK, Gregor KOKOT, Franc MAJDIČ

Izvleček: Razvoj družbe poteka z nepojmljivo hitrostjo, kar se med drugim odraža v razvoju tehnike in izdelkov, med katerimi najdemo tudi hidravlične komponente, ki jih imenujemo hidravlični motorji. V članku je predstavljena posebna izvedba hidravličnega motorja s plavajočim zunanjim obročem. Za hidravlični motor tipa gerotor je značilno počasno vrtenje in doseganje velikih momentov. Ima relativno malo sestavnih delov, med katerimi so najpomembnejši rotor, rotorjev obroč, ohišje in ventilska plošča. V raziskavi smo analizirali vpliv velikosti izvrtin v ventilski plošči na volumetrični, mehansko-hidravlični in skupni izkoristek hidravličnega motorja. Ugotovili smo, da velikost izvrtin vpliva na delovanje hidravličnega motorja. Največje skupne izkoristke smo dobili v primeru izvrtine, ki je bila velika Φ 6,3 mm. Skupni izkoristek se je v primeru velikosti izvrtin Φ 6,3 mm v vseh merilnih točkah povečal v povprečju za 5 % glede na začetno stanje, ko so imele izvrtine premer Φ 5,5 mm. V članku so podrobneje predstavljene značilnosti obravnavanega hidravličnega motorja, hidravlična shema preizkuševališča, metodologija raziskave ter postopki izračunov izkoristkov in iztislone hidravličnega motorja.

Ključne besede: orbitalni hidravlični motor, ventilska plošča, velikost izvrtine, skupni izkoristek

1 Uvod

Hidravlika je v strojništvu že zelo uveljavljeno in dokaj zrelo področje, a vendar se še vedno razvija z neverjetno hitrostjo, kar se kaže tako v akademskih krogih kot v industriji. Hidravlični motorji (v nadaljevanju bomo namesto besedne zveze hidravlični motor uporabili kratico HM) so ena izmed hitro

razvijajočih se hidravličnih sestavin, ki jih uporabljamo v najrazličnejših industrijskih aplikacijah. V članku želimo predstaviti posebno izvedbo HM-ja z notranjim ozobjem, za katerega je značilno počasno vrtenje in doseganje velikih momentov. HM tipa gerotor s plavajočim zunanjim obročem ima relativno malo sestavnih delov in za delovanje ne potrebuje dodatnega pretvornika vrtilne hitrosti oz. reduktorja. Tako v znanstveni kot strokovni literaturi je bilo do danes objavljenih zelo malo prispevkov, ki bi obravnavali takšen tip HM-ja. Bolj pogosta izvedba gerotorjev ne vsebuje plavajočega rotorjevega obroča, ampak zgolj notranji rotor in ohišje. Na de-

lovanje hidravličnih motorjev vplivajo številni dejavniki, kot so npr. viskoznost hidravlične kapljavine, indeks viskoznosti, strižne sile [1]. Zelo pomemben vpliv na delovanje hidravličnih motorjev in tudi črpalk ima oblika zobniške dvojice [2, 3, 4]. V preteklosti je bilo veliko raziskanega na področju najrazličnejših konstrukcijskih rešitev, vendar je bila uporaba takšnih hidravličnih motorjev zelo vprašljiva. Povezave med obliko zobniške dvojice in delovanjem HM-ja so raziskovalci poizkušali ugotoviti z večkriterijskimi optimizacijskimi metodami [5] kakor tudi s CFD-simulacijami [6], ki pohitrijo procese v razvojni fazi izdelka [7] in omogočajo lažji pre-

Ervin Strmčnik, mag. inž. str., mag. posl. ved, Gregor Kokot, doc. dr. Franc Majdič, univ. dipl. inž., vsi Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

hod iz raziskovalnega v industrijsko okolje. Izkoristki so zelo povezani z izgubami. Večje izgube vodijo v znižanje izkoristkov hidrostaticnih hidravličnih komponent [8]. Poznamo več vrst izgub, ki jih v splošnem razdelimo na volumetrične in mehansko-hidravlične izgube, ki so povezane tudi s tribološkimi fenomeni, kot sta trenje [9] in obraba [10, 11].

■ 2 Teoretične osnove

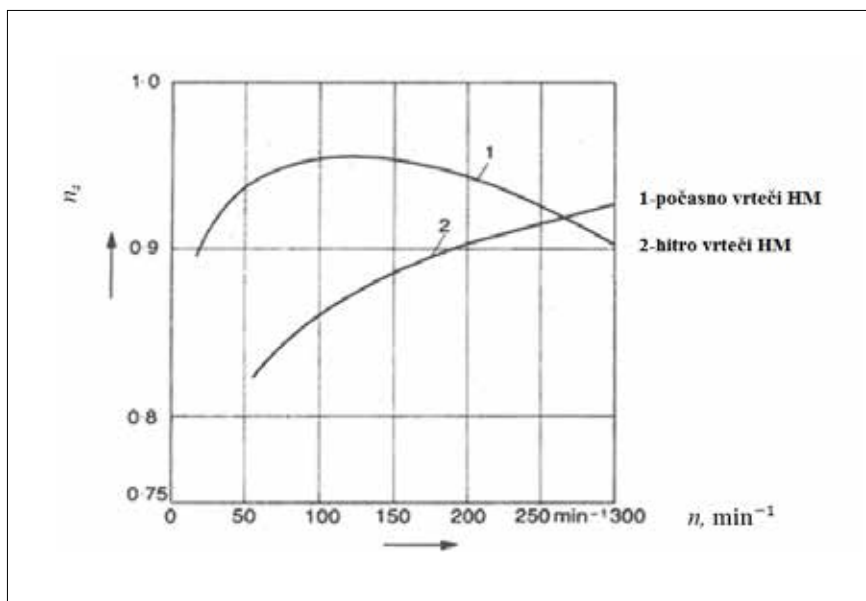
■ 2.1 Vrste hidravličnih motorjev

Glede na vrtilno hitrost ločimo dve vrsti hidravličnih motorjev. Počasno vrteči hidravlični motorji ne presegajo vrtilne hitrosti 250 min^{-1} [12], medtem ko se hitro vrteči hidravlični motorji lahko vrtijo hitreje kot 250 min^{-1} . Razlika med obema vrstama je prikazana v diagramu skupnega izkoristka (η_s) v odvisnosti od vrtilne hitrosti (n). Počasno vrteči se HM dosegajo višji skupni izkoristek (η_s) pri manjših vrtilnih hitrostih (slika 1). Skupni izkoristek se pri hitro vrtečih HM povečuje z večanjem vrtilne hitrosti.

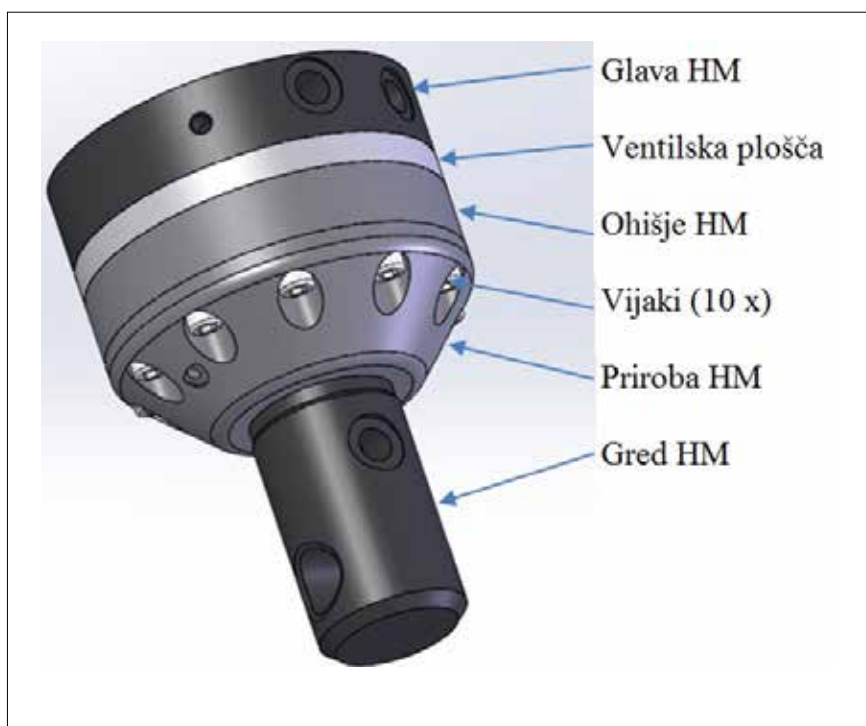
Za HM tipa gerotor je značilno počasno vrtenje in doseganje zelo majhnih vrtilnih hitrosti v primerjavi z ostalimi hidravličnimi motorji [12]. Gerotor nima možnosti doseganja spremenljive iztisnine. Kot večina tehničnih sistemov ima naš obravnavani HM nekaj prednosti in nekaj omejitev (preglednica 1).

■ 2.2 Sestavni deli hidravličnega motorja

HM, ki je prikazan na sliki 2, je sestavljen iz približno 30 različnih strojnih elementov. Največji premer



Slika 1. Diagram skupnega izkoristka za počasno in hitro vrteče hidravlične motorje



Slika 2. Orbitalni HM tipa gerotor ($\Phi 174 \text{ mm} \times 250 \text{ mm}$) motorje [12]

Preglednica 1. Prednosti in omejitve HM tipa gerotor

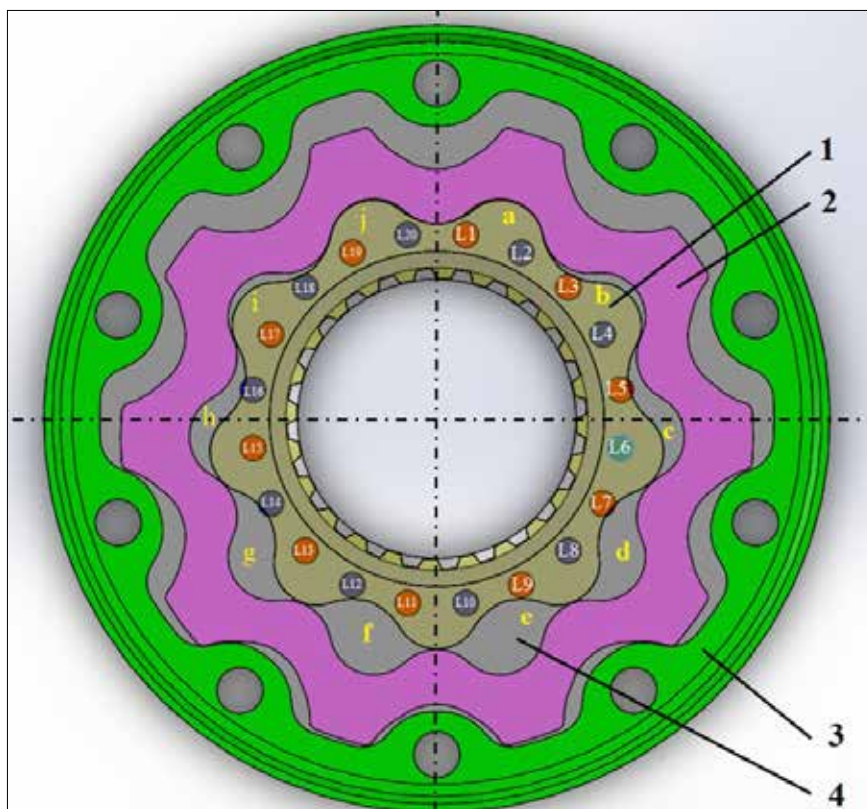
Prednosti	Omejitve
• majhno število sestavnih delov	• visoko trenje
• zmožnost premagovanja velikih momentov	• velika obraba
• počasno vrtenje	• slabo tesnjenje med komorami in
• samodejno zaviranje po zaustavitvi vrtenja gredi	• nizek skupni izkoristek
• relativno majhna velikost in masa	
• relativno nizka cena	

HM je $\Phi 174$ mm. HM meri v višino 250 mm. Njegova masa je 20 kg. Največji dopustni delovni tlak je 35 MPa.

Najpomembnejši strojni elementi HM-ja s stališča njegovega delovanja so prikazani na *sliki 3*. To so 1 – rotor, 2 – plavajoč rotorjev obroč, 3 – ohišje in 4 – ventilska plošča. S črkami od »a« do »j« so označene komore. To so prostori, katerih volumen se časovno spreminja v odvisnosti od relativne lege rotorja in rotorjevega obroča. Z oznakami L1, L2, L3, ... L20 so označene izvrtine v delilni plošči. Rdeče lihe številke izvrtin so dovodne izvrtine, po katerih pride hidravlična kapljevina pod visokim tlakom. Odvodne izvrtine so označene z modro barvo in sodimi številkami. Vsaki dovodni izvrtini sledi odvodna in vsaki odvodni sledi dovodna. Odvodne izvrtine lahko prevzamejo funkcijo dovodnih izvrtin in obratno. Katere so dovodne in katere odvodne izvrtine, je definirano z želeno smerjo vrtenja, kar običajno določimo s potnim ventilom. Rotor ima 9 zob in predstavlja neko vrsto zobnika z zunanjim ozobjem. Rotorjev obroč ima en zob več kot rotor, torej 10 zob. Funkcija ohišja je omejitev gibanja zunanjega obroča.

2.3 Delovanje hidravličnega motorja

Obravnani orbitalni HM tipa gerotor pretvarja hidravlično energijo v mehansko delo. Pretvorba hidravlične energije v mehansko delo poteka po ujeti kapljevini v komorah, ki razriva dele rotorja in rotorjevega



Slika 3. Najpomembnejši sestavni elementi hidravličnega motorja tipa gerotor ($\Phi 174$ mm) s stališča njegovega delovanja

vega obroča. Hidravlična kapljevina doteka v HM po dveh kanalih v glavi in ventilski plošči. Kanal je lahko dovodni ali odvodni, kar je odvisno od smeri vrtenja. Na *sliki 4a* sta kanala na zgornji strani ventilske plošče prikazana z rumeno (drugi kanal) in zeleno barvo (prvi kanal). Če pogledamo ventilsko ploščo s spodnje strani, vidimo, da so središča izvrtin rumenih in zelenih kanalov enako oddaljena od središča ventilske plošče (*slika 4b*).

Vrtenje HM omogoča ustrezen geometrijski profil rotorja, rotorjevega

obroča, ohišja ter ustrezno odpiranje dovodnega in odvodnega kanala. Pogled na HM s spodnje strani razkriva, da so izvrtine na spodnji strani ventilske plošče prekrivane z rotorjem, ki jih odpira in zapira med vrtenjem (*slika 5*).

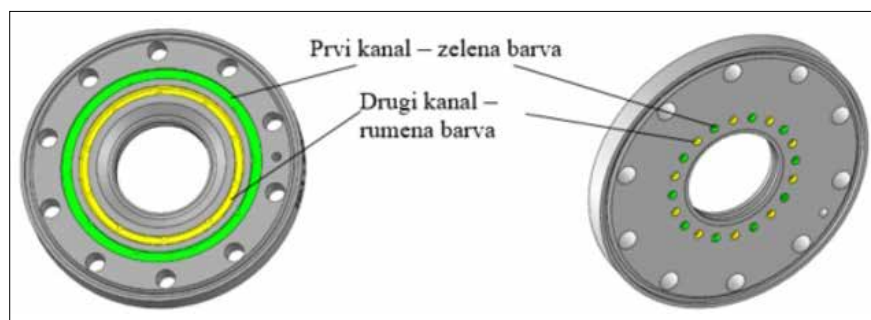
2.4 Izračun izkoristkov hidravličnega motorja

Skupni izkoristek HM-ja predstavlja razmerje med izhodno-dobljeno-teoretično mehansko močjo in vhodno-vloženo-dejansko hidravlično močjo. Skupni izkoristek HM-ja izračunamo s pomočjo vrtilne hitrosti HM, momenta na gredi HM, prostorninskega pretoka na vtočni strani HM in razlike tlakov na vstopu in izstopu iz HM z enačbo (1).

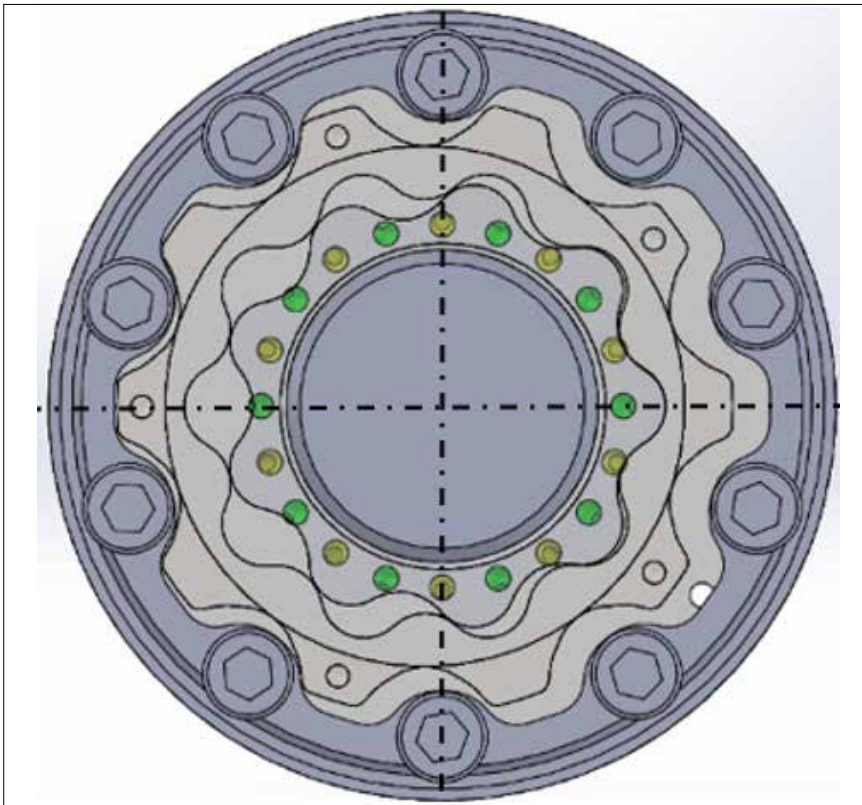
$$\eta_{s, HM} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot M}{Q_1 \cdot (p_1 - p_2)} \quad (1)$$

Skupni izkoristek HM je zmnožek volumetričnega in mehansko-hidravličnega izkoristka HM-ja, kar je prikazano z enačbo (2).

$$\eta_{s, HM} = \eta_{v, HM} \cdot \eta_{mh, HM} \quad (2)$$



Slika 4. a) Dovodni in odvodni kanal na zgornji strani ventilske plošče ($\Phi 174$ mm $\times$ 15 mm), b) Prikaz izvrtin dovodnega in odvodnega kanala na spodnji strani ventilske plošče ($\Phi 174$ mm $\times$ 15 mm)



Slika 5. Pogled na HM (Φ 174 mm × 15 mm) s spodnje strani

Volumetrični izkoristek HM-ja je odvisen od vrtilne hitrosti, iztisnine hidrauličnega motorja in prostorninskega pretoka na vtočni strani hidrauličnega motorja kot je prikazano v enačbi (3).

$$\eta_{v, HM} = \frac{n \cdot q_{hm}}{Q_{dej}} \quad (3)$$

Tudi pri izračunu mehansko-hidrauličnega izkoristka potrebujemo informacijo o iztisnini HM-ja. Poleg tega je za določitev mehansko-hidrauličnega izkoristka potrebno poznati moment,

ki predstavlja izhodni koristen moment, in razliko tlakov med vtočno in iztočno stranjo HM-ja (enačba 4).

$$\eta_{mh, HM} = \frac{M \cdot 2\pi}{(p_1 - p_2) \cdot q_{HM}} \quad (4)$$

■ 5 Določitev iztisnine hidrauličnega motorja

V poglavju o izračunu izkoristkov smo ugotovili, da moramo pri izračunu volumetričnega in mehansko-hidrauličnega izkoristka poznati dejansko iztisnino HM-ja [13, 14], ki

jo izračunamo z metodo najmanjših kvadratov z enačbo (5), kot je opisano v standardu ISO 8426 [15].

$$q_{HM} = \frac{\sum_{j=1}^k n_j \cdot Q_{1j} - \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k n_j \sum_{j=1}^k Q_{1j}}{\sum_{j=1}^k n_j^2 - \frac{1}{k} (\sum_{j=1}^k n_j)^2} \quad (5)$$

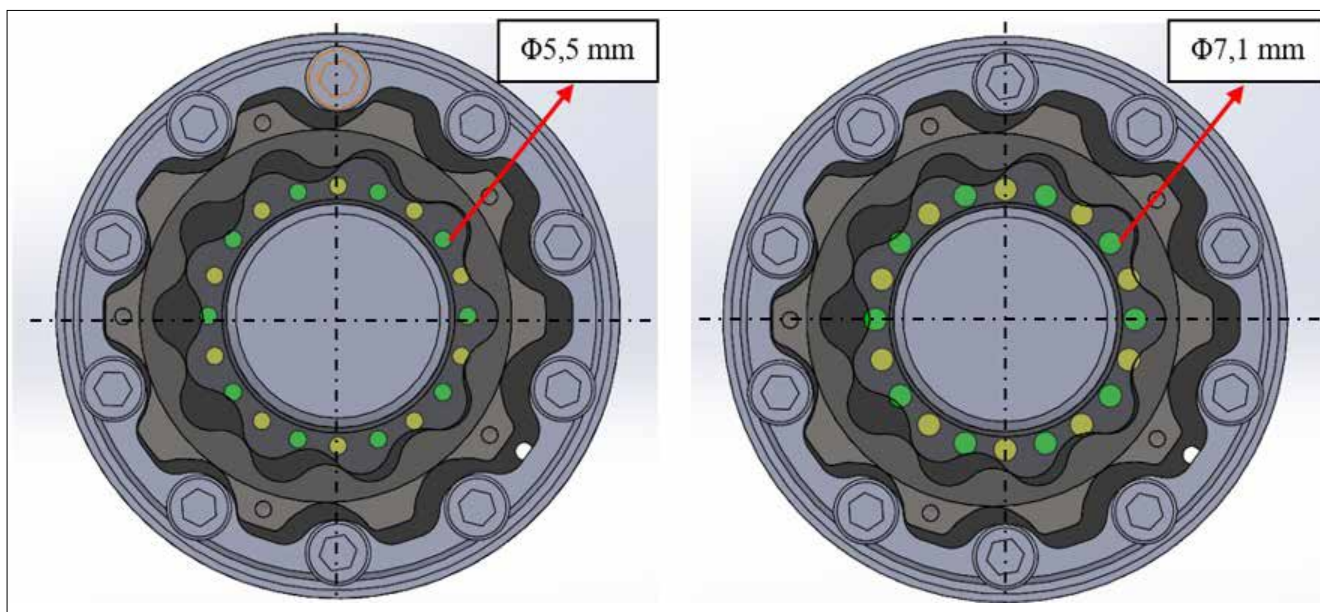
■ 3 Metodologija

V raziskavi smo analizirati vpliv velikosti izvrtin v ventilski plošči na delovanje HM-ja. Na podlagi izkušenj, pridobljenih s preteklimi raziskovalnimi aktivnostmi, smo se odločili za merjenje in določitev izkoristkov v 18. merilnih točkah (preglednica 2). Meritve smo opravili pri dveh različnih vrtilnih hitrostih (15 min⁻¹, 17 min⁻¹) in devetih različnih razlikah tlakov (160 bar, 170 bar, 180 bar, 190 bar, 200 bar, 210 bar, 220 bar, 230 bar, 240 bar). Pri načrtovanju in izvajanju meritev smo upoštevali mednarodni standard ISO 8426 [15] kakor tudi druga priporočila v povezavi z določanjem skupnega izkoristka [16]. Na podlagi opravljenih meritev smo izračunali iztisnino HM, skupni, volumetrični in mehansko-hidraulični izkoristek.

Meritve so bile opravljene pri temperaturi hidraulične kapljevine 60 °C. Prvotna velikost izvrtin v ventilski plošči je bila Φ 5,5 mm (slika 6a). Izvrtine smo od začetne velikosti izvrtin Φ 5,5 mm osemkrat povrtali za Φ 0,2 mm tako, da je bil največji premer izvrtin Φ 7,1 mm (slika 6b).

Preglednica 2. Seznam 18 merilnih točk

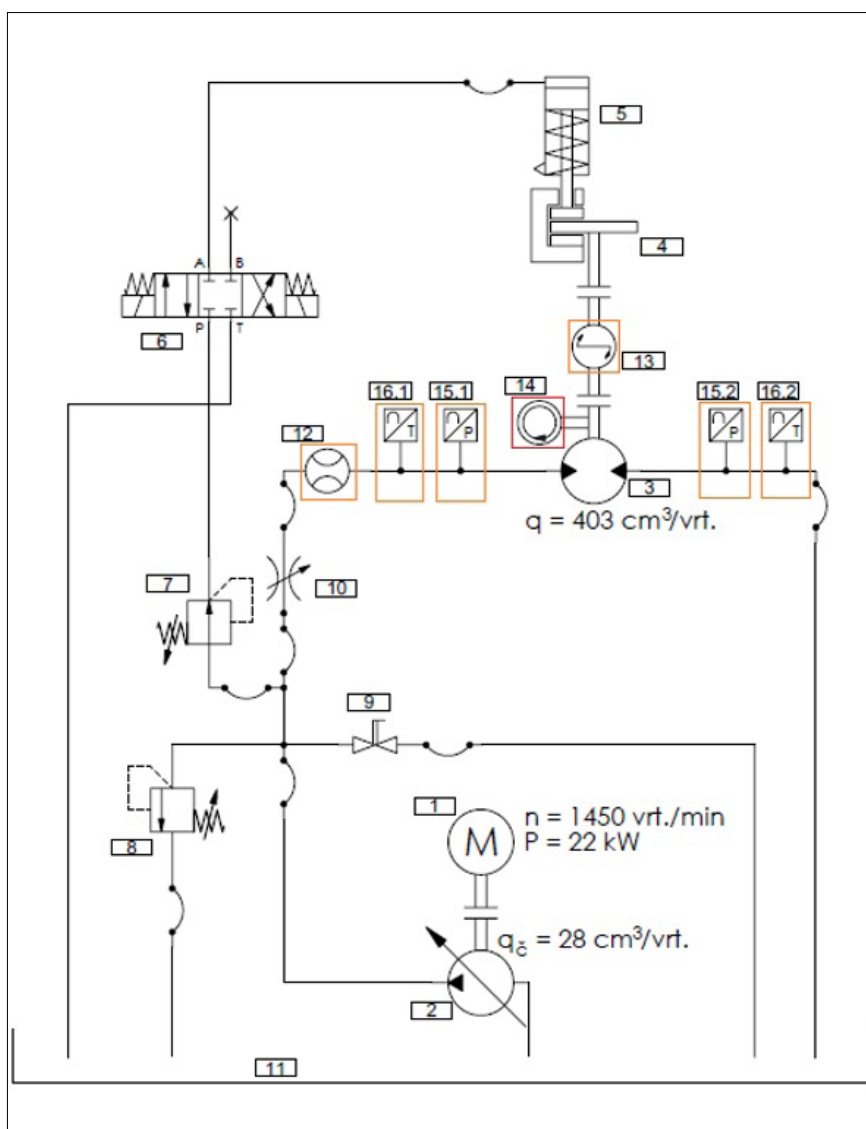
#	Vrtilna hitrost, min ⁻¹	Razlika tlakov, bar	#	Vrtilna hitrost, min ⁻¹	Razlika tlakov, bar
1	15	160	10	17	160
2	15	170	11	17	170
3	15	180	12	17	180
4	15	190	13	17	190
5	15	200	14	17	200
6	15	210	15	17	210
7	15	220	16	17	220
8	15	230	17	17	230
9	15	240	18	17	240



Slika 6. a) Najmanjša velikost izvrtin ($\Phi 5,5 \text{ mm}$) v ventilski plošči ($\Phi 174 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}$), b) Največja velikost izvrtin ($\Phi 7,1 \text{ mm}$) v ventilski plošči ($\Phi 174 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}$)

■ 4 Preizkuševališče

Hidravlični sistem za izvajanje meritev na HM-ju je sestavljen iz šestnajstih različnih hidravličnih sestavin, ki so prikazane na *sliki 7*. Posamezne hidravlične sestavine so predstavljene v zaporedju, kot si sledijo v legendi. Elektromotor (1) z močjo (P) 22 kW in vrtilno hitrostjo (n) 1450 min^{-1} poganja črpalko s spremenljivo iztisnino (2), ki lahko doseže največjo iztisnino (q_c) pri $28 \text{ cm}^3/\text{vrt}$. Številko (3) je označen preizkušani HM, kateremu ustvarjamo breme s kolutno zavoro (4), ki je povezana z zavornim hidravličnim valjem (5). S številko (6) je označen potni ventil 4/3 za krmljenje zavornega hidravličnega valja. Za nastavljanje tlaka v zavornem hidravličnem valju uporabljamo tlačno reducirni ventil (7). Sistemski tlak nastavljamo s tlačno omejitelnim ventilom (8) oz. s tako imenovanim varnostnim ventilom. Za razbremenitev delovnega voda služi krogelni ventil (9). Z nastavljivim dušilnim ventilom (10) je možno nastavljati prostorninski pretok kapljevine, ki ga želimo imeti pred vstopom v hidravlični valj. Olje hidravličnega sistema se zbira v rezervoarju za olje (11). Za merjenje veličin, na podlagi katerih ocenjujemo karakteristike motorja, so uporabljeni merilnik prostorninskega pretoka olja (12), merilnik momenta (13), merilnik vrtilne hitrosti (14),



Slika 7. Hidravlična shema preizkuševališča

tlačno zaznavalo za merjenje tlaka na delovnem (15.1) in povratnem vodu (15.2) ter temperaturno zaznavalo na delovnem (16.1) in povratnem vodu (16.2).

5 Rezultati

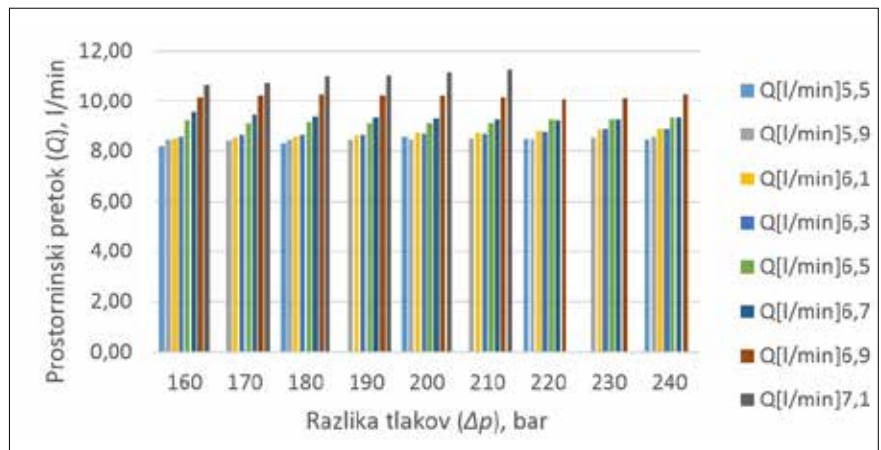
V tem poglavju so predstavljeni rezultati meritev prostorninskega pretoka in momenta. Podrobneje so opisani rezultati izračunanega skupnega, volumetričnega in mehansko-hidravličnega izkoristka. Analize izkoristkov HM-ja so bile narejene za različne vrtilne hitrosti, različne razlike tlakov in različne velikosti izvrtin v ventilski plošči.

5.1 Meritve prostorninskega pretoka

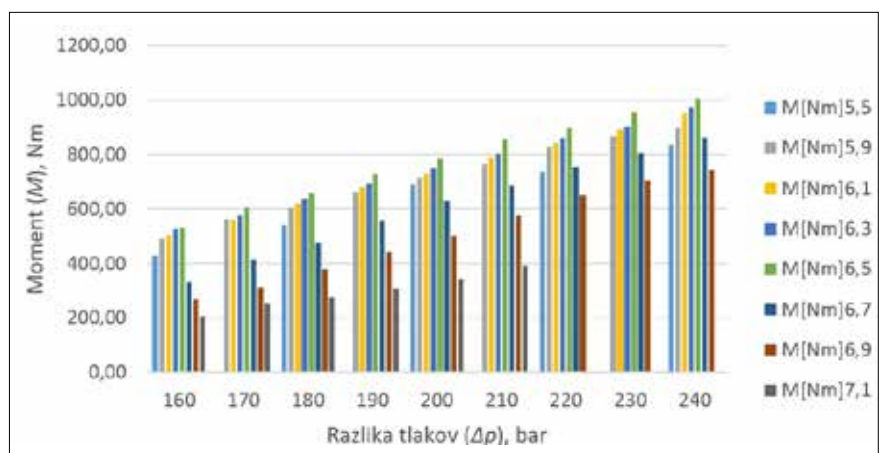
Prostorninski pretok hidravlične kapljavine skozi HM, katerega gred se je vrtela z vrtilno hitrostjo 15 min^{-1} , se je z večanjem premera izvrtin v večini primerov povečeval (slika 8; arabske številke v legendi predstavljajo premer izvrtin v mm). Največja povečanja je bilo opaziti pri večjih premerih izvrtin, medtem ko so bili prostorninski pretoki pri manjših izvrtinah relativno podobni. Na tem mestu želimo poudariti, da je volumetrični in verjetno posledično skupni izkoristek HM-ja obratno sorazmeren prostorninskemu pretoku hidravlične kapljavine skozi HM, kar je razvidno iz enačbe (1). To pomeni, da večji, kot je prostorninski pretok, manjši je skupni izkoristek ob predpostavki, da ostanejo vrednosti preostalih fizikalnih veličin, ki nastopajo v enačbi za skupni izkoristek, enake. Podobne sklepe lahko sprejmemo tudi za HM, katerega gred se je vrtela z vrtilno hitrostjo 17 min^{-1} . Zaradi omejenosti s prostorom so prikazani zgolj rezultati pri vrtilni hitrosti 15 min^{-1} .

5.2 Meritve momenta

Zelo pomembna fizikalna količina, ki je v enačbi za izračun skupnega izkoristka HM-ja, je razpoložljivi izhodni moment. Iz rezultatov na sliki 9 je razvidno, da se je moment v splošnem z večanjem razlike tlakov večal pri izbranemu premeru izvrtin.



Slika 8. Rezultati meritve prostorninskega pretoka pri vrtilni hitrosti 15 min^{-1}



Slika 9. Rezultati meritve momenta pri vrtilni hitrosti 15 min^{-1}

Če opazujemo, kako se je moment spreminjal pri izbrani razliki tlakov, vidimo, da je potrebna temeljita interpretacija rezultatov. Pri vseh razlikah tlakov lahko opazimo enak trend. Pri manjših premerih izvrtin je bil moment manjši, vendar se je povečeval vse do izvrtine s premerom $\Phi 6,5 \text{ mm}$. Z nadaljnjim večanjem izvrtin se je moment občutno zmanjšal. Če se osredotočimo na meritve momenta za vse izvrtine pri razliki tlakov 220 bar, vidimo, da je moment HM-ja s premerom izvrtin $\Phi 5,5 \text{ mm}$ znašal 735 Nm. Največji izmerjeni moment je bil 899 Nm (premer izvrtine $\Phi 6,5 \text{ mm}$), kar pomeni 22-odstotno povečanje momenta. Najmanjši moment je bil 652 (premer izvrtine $\Phi 7,1 \text{ mm}$), kar je več kot 10-odstotno zmanjšanje glede na začetno stanje. Pri vrtilni hitrosti HM-ja 17 min^{-1} se je izkazalo, da je bil v povprečju največji izmerjeni moment pri premeru izvrtin $\Phi 6,3 \text{ mm}$.

5.3 Skupni izkoristek

Najpomembnejši rezultat meritev predstavlja graf skupnega izkoristka za različne velikosti izvrtin v izbranih točkah merjenja. Skupni izkoristek je najpomembnejši podatek o delovanju HM-ja in določa, kako učinkovita je pretvorba hidravlične energije v mehansko delo. Rezultati raziskave vpliva velikosti izvrtin na skupni izkoristek kažejo na to, da bi s povečanjem premera izvrtin do določene mere na zelo enostaven način izboljšali skupen izkoristek obstoječega HM-ja. Če se osredotočimo na rezultate skupnega izkoristka HM-ja pri vrtilni hitrosti 15 min^{-1} (slika 10) vidimo, da so skupni izkoristki HM pri nekoliko večjih izvrtinah ($\Phi 5,9 \text{ mm}$, $\Phi 6,1 \text{ mm}$, $\Phi 6,3 \text{ mm}$, $\Phi 6,5 \text{ mm}$) večji od skupnega izkoristka pri obstoječi izvrtini $\Phi 5,5 \text{ mm}$. Pri zelo velikih izvrtinah ($\Phi 6,7 \text{ mm}$, $\Phi 6,9 \text{ mm}$, $\Phi 7,1 \text{ mm}$) pride do zmanjšanja skupnega izkoristka.

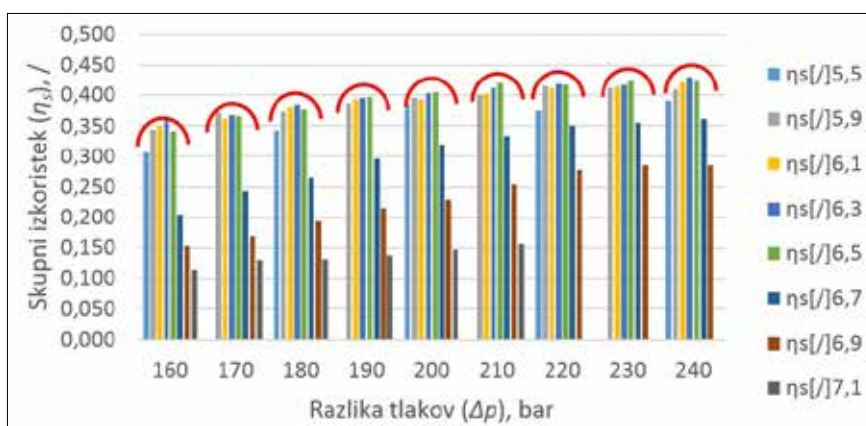
V splošnem velja, da se je skupni izkoristek za poljubno izbrano velikost izvrtin z večanjem razlike tlakov povečeval do velikosti izvrtin Φ 6,3 mm. Podobne ugotovitve veljajo za izračunane izkoristke pri vrtilni hitrosti 17 min^{-1} (slika 11). Rezultati skupnega izkoristka pri vrtilni hitrosti 17 min^{-1} niso prikazani zaradi omejitve obsega prispevka.

5.4 Volumetrični izkoristek

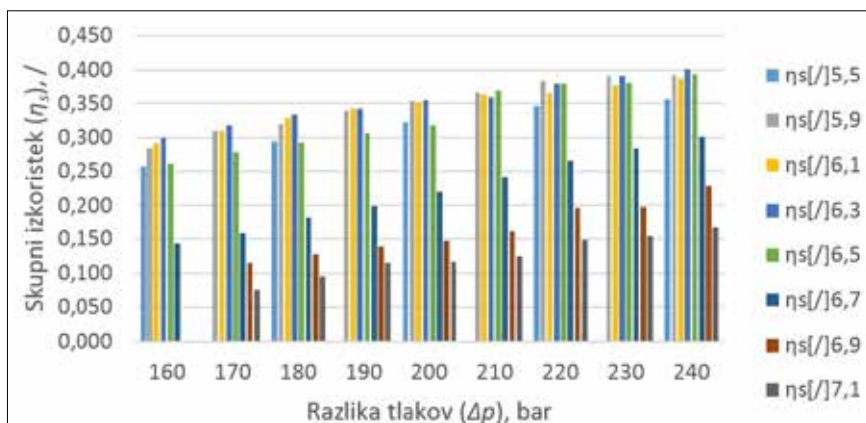
Ker je volumetrični izkoristek močno povezan z volumetričnimi izgubami, je smiselno upoštevati vse štiri vrste volumetričnih izgub. To so zunanje in notranje izgube ter izgube zaradi stisljivosti in nepopolnega polnjenja. Če analiziramo rezultate HM, ki se je vrtel z vrtilno hitrostjo 15 min^{-1} , vidimo, da je bil največji volumetrični izkoristek pri velikosti izvrtin s premerom Φ 6,5 mm (slika 14). Tako kot pri HM-ju z vrtilno hitrostjo 15 min^{-1} je tudi pri HM-ju z vrtilno hitrostjo 17 min^{-1} opaziti rahel trend znižanja volumetričnega izkoristka s povečevanjem tlačne razlike, kar je skladno s teorijo o volumetričnih izgubah, ki se z večanjem razlike tlakov povečujejo. Rezultati volumetričnega izkoristka pri vrtilni hitrosti 17 min^{-1} niso prikazani zaradi omejitve obsega prispevka. Kot vidimo z grafa na sliki 12, nekaterih vrednosti nismo mogli izračunati zaradi prevelikega raztrosa izmerjenih vrednosti in napak, do katerih pride pri računskem postopku določevanja iztisnine.

5.5 Mehansko-hidravlični izkoristek

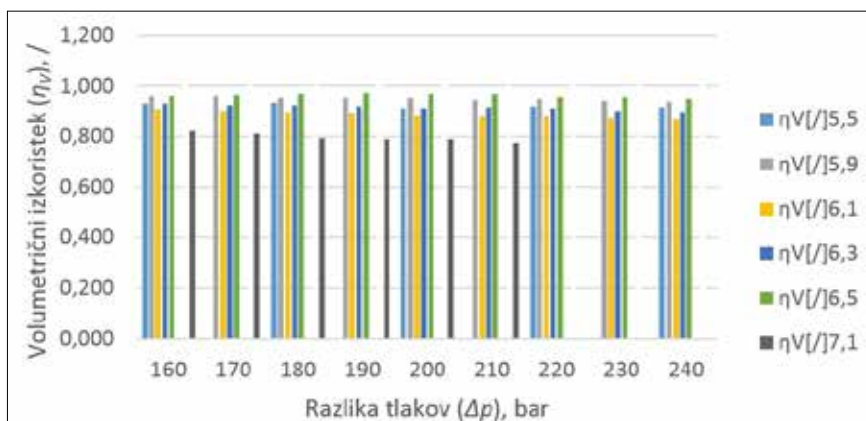
Mehansko-hidravlični izkoristek se je povečeval s povečevanjem razlike tlakov med vstopno in izstopno stranjo HM-ja tako pri vrtilni hitrosti 15 min^{-1} (slika 13) kot pri 17 min^{-1} . Rezultati mehansko-hidravličnega izkoristka pri vrtilni hitrosti 17 min^{-1} niso prikazani zaradi omejitve obsega prispevka. Iz rezultatov je razvidno, da smo največje mehansko-hidravlične izkoristke dobili pri velikostih izvrtin Φ 6,1 mm in Φ 6,3 mm. Pri večjih velikostih izvrtin je prišlo do drastičnega zmanjšanja mehansko-hidravličnega izkoristka.



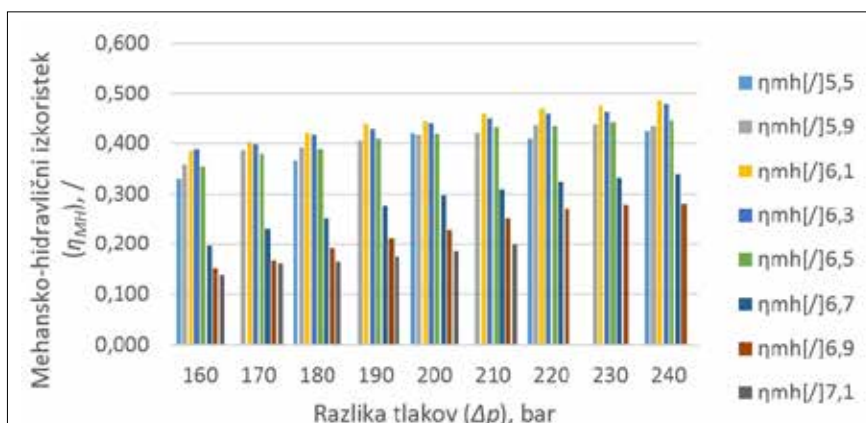
Slika 10. Rezultati izračunanega skupnega izkoristka pri vrtilni hitrosti 15 min^{-1}



Slika 11. Rezultati izračunanega skupnega izkoristka pri vrtilni hitrosti 17 min^{-1}



Slika 12. Rezultati izračunanega volumetričnega izkoristka pri vrtilni hitrosti 15 min^{-1}



Slika 13. Rezultati izračunanega mehansko-hidravličnega izkoristka pri vrtilni hitrosti 15 min^{-1}

6 Zaključek

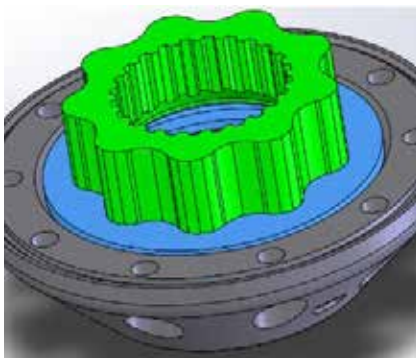
V članku je predstavljen vpliv velikosti izvrtin v ventilski plošči na skupni izkoristek hidravličnega motorja (HM) tipa gerotor. Ugotovljeno je bilo, da velikosti izvrtin vplivajo na delovanje HM-ja. V vseh točkah merjenja smo prepoznali določen trend gibanja vrednosti skupnega izkoristka pri povečevanju premera izvrtin v ventilski plošči. V povprečju smo največji izkoristek dobili v primeru velikosti izvrtin Φ 6,3 mm, kar je za 0,8 mm več kot v začetnem stanju, ko je bila izvrtina velika Φ 5,5 mm. V primeru velikosti izvrtin Φ 6,3 mm je bil skupni izkoristek v povprečju večji za 5 % glede na začetno stanje. Pri analizi volumetričnega izkoristka smo ugotovili, da se ta zmanjšuje s povečevanjem tlačne razlike, kar je bilo v skladu s pričakovanji. Trend mehansko-hidravličnega izkoristka je zelo podoben trendu skupnega izkoristka. Pri povečevanju izvrtin velikosti Φ 5,5 mm

do Φ 6,3 mm je prišlo do povečanja mehansko-hidravličnega izkoristka. Ko smo premer izvrtin povečevali od Φ 6,5 mm do Φ 7,1 mm je mehansko-hidravlični izkoristek drastično padel.

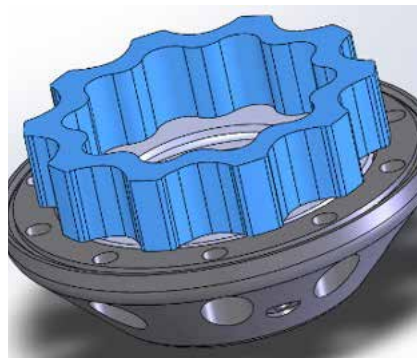
Pri nadaljnjih raziskovalnih aktivnostih bomo analizirali tribološke razmere med najpomembnejšimi sestavnimi deli HM-ja. Osredotočili se bomo na tribološke probleme šestih triboloških parov (slika 14). To so rotor-potisna plošča (1), rotorjev obroč-potisna plošča (2), rotor-rotorjev obroč (3), rotorjev obroč-ohišje (4), rotor-ventilska plošča (5), rotorjev obroč-ventilska plošča (6).

Viri

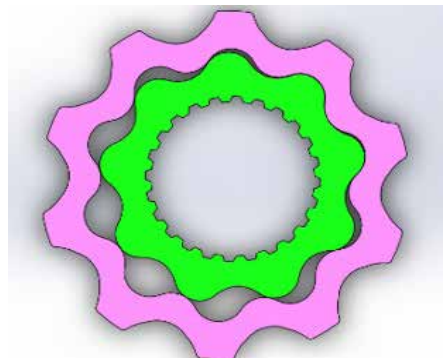
- [1] Michael, P., Burgess, K., Kimball, A. & Wanke, T.: Hydraulic Fluid Efficiency Studies in Low-Speed High-Torque Motors, SAE Technical Paper 2009-01-2848, 2009, 7, doi:10.4271/2009-01-2848.
- [2] Bae, J. H., Lee, H. R. & Kim, C.: Optimal Design of Gerotor with Combined Profiles (Three-Ellipse and Ellipse-Involute-Ellipse) Using Rotation and Translation Algorithm, Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers A, 2015, 39(2), 169–177.
- [3] Sang, X., Zhou, X. & Liu X.: Performance optimization of an oil ellipse gerotor pump for automotive engine, 5th International Conference on Advanced Design and Manufacturing Engineering (ICADME 2015), 1686–1690.
- [4] Jacazio, G. & De Martin, A.: Influence of rotor profile geometry on the performance of an original low-pressure gerotor pump. Mechanism and Machine Theory, 2016, 100, 296–312.
- [5] Dong, X.: Multi-Objective Optimization Design of Gerotor Orbit Motors, SAE Technical Paper 2002-01-1350, 2002, doi:10.4271/2002-01-1350.
- [6] Ding, H., Lu, X. J. & Jiang, B.: A



Tribološki par 1:
rotor-potisna plošča.



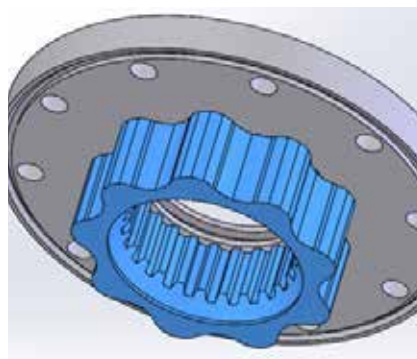
Tribološki par 2:
rotorjev obroč- potisna plošča.



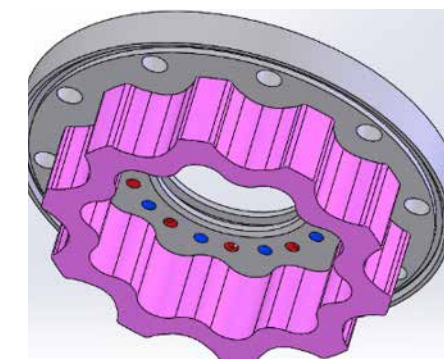
Tribološki par 3:
rotor-rotorjev obroč.



Tribološki par 4:
rotorjev obroč-ohišje.



Tribološki par 5:
rotor-ventilska plošča.



Tribološki par 6:
rotorjev obroč-ventilska plošča.

Slika 14. Tribološki pari znotraj hidravličnega motorja

- CFD model for orbital gerotor motor. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2012, 15(6).
- [7] Mishev, A. & Stehle, T.: CFD-Analyse zur Leistungssteigerung eines Orbit-Motors, Untersuchung des Einflusses von Rotorzähnezahl und Exzentrizität auf die Performance des Motors, 2015.
- [8] Experimental and torque identification losses in gerotor and modelling hydraulic of flow motors, Power fluid, 1993, 0–5.
- [9] Garcia, J. M.: Surface effects on start-up friction and their application to compact gerotor motor design, 2011. Dostopno na: <http://search.proquest.com/docview/900865878?accountid=16468>, Ogled: 29. 11. 2016.
- [10] Furustig, J., Almqvist, A., Pelcastre, L., Bates, C. A., Ennemark, P. & Larsson, R.: A strategy for wear analysis using numerical and experimental tools, applied to orbital type hydraulic motors. Dostopno na: <http://pic.sagepub.com/content/early/2015/06/06/gled/10/0954406215590168>, Ogled: 29. 11. 2016.
- [11] Ranganathan, G., Hillson Samuel Raj, T. & Mohan Ram, P. V.: Wear characterisation of small PM rotors and oil pump bearings, Tribology International, 2004, 37(1), 1–9.
- [12] Ivantysyn, J. & Ivantysynova M.: Hydrostatic Pumps and Motors, First English Edition, Akademia Books International, 2000.
- [13] Schlösser, W. M. J. & Hildbrands, J. W.: Das theoretische Hubvolumen von Verdrängermaschinen. Ölhydraulik und Pneumatik 7, 1963 (4).
- [14] Toet, G.: Die Bestimmung des theoretischen Hubvolumens von hydrostatischen Verdrängerpumpen und -motoren aus volumetrischen Messungen, Ölhydraulik und pneumatik 14, 1970 (5).
- [15] Standard ISO 8426, Hydraulic fluid power, Positive displacement pumps and motors, Determination of derived capacity, 2008.
- [16] Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement, JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor correction, 2008.

Influence of the size of holes in the valve plate on volumetric, mechanical-hydraulic and total efficiency of the low speed high torque hydraulic gerotor motor

Abstract: The rapid development of hydraulic components have led to several types of hydraulic motors. In this paper, the special type of the low speed high torque hydraulic gerotor motor with the floating outer ring is presented. The most important parts of the hydraulic motor regarding the principle of operation are the inner rotor, the outer ring, the gerotor housing and the valve plate. The main purpose of this scientific paper was to analyse the influence of the size of the holes in the valve plate on the total efficiency of the gerotor. In the case of hole size Φ 6,3 mm the total efficiency on average was 5% higher in comparison to the initial hole size of Φ 5,5 mm.

Keywords: orbital hydraulic motor, valve plate, hole diameter, total efficiency

Seznam uporabljenih simbolov

Simbol	Enota	Pomen
j		oznaka za indeks
k		število izmerkov
n	min^{-1}	vrtlina hitrost
p_1	bar	tlak na vstopni strani hidravličnega motorja
p_2	bar	tlak na izstopni strani hidravličnega motorja
M	Nm	moment
Q_1	m^3s^{-1}	prostorninski pretok na vstopni strani hidravličnega motorja
q_{HM}	m^3	iztisnina hidravličnega motorja
$\eta_{mh, HM}$		mehansko-hidravlični izkoristek hidravličnega motorja
$\eta_{s, HM}$		skupni izkoristek hidravličnega motorja
$\eta_{v, HM}$		volumetrični izkoristek hidravličnega motorja

ZAHVALA

Avtorji se tako v lastnem imenu kot v imenu Laboratorija za fluidno tehniko zahvaljujemo za finančno in materialno pomoč podjetju KGL, d. o. o., ki nas podpira pri raziskovalnem delu.

MEHATRONIKA

Prvi priročnik za mehatroniko
v slovenskem jeziku



POKLIČITE
(01) 475 95 35
OBIŠČITE
www.pasadena.si

Mehatronika

- Prevod izvirnika: Fachkunde Mechatronik
- Vezava: trda
- Strani: 624
- Mere: 170 x 240 mm
- ISBN: 9789616361873
- Cena: 40,00 EUR**

Založba Pasadena d.o.o.

Tehnološki park 20, 1000 Ljubljana
Telefon: (01) 475 95 35
e-pošta: knjige@pasadena.si
www.pasadena.si

Stisljivost hidravličnega olja in vpliv zraka

Darko LOVREC, Vito TIČ

Izvleček: Stisljivost hidravlične tekočine je brez dvoma ena od njenih pomembnejših snovnih lastnosti, saj v veliki meri vpliva na togost hidravličnega pogona. V primerjavi z vodo imajo hidravlična mineralna olja dokaj nizek modul stisljivosti, kar povzroča določene nezaželene pojave pri delovanju hidravličnega sistema, še posebej v primerih, ko je zaželen visoka togost pogonov. Razen sprememb obremenitve tekočine s spremembo tlaka in spremembami temperature na stisljivost izredno vplivata delež zraka v obliki zračnih mehurčkov in tudi viskoznost uporabljenega olja.

V prispevku sta v uvodu na kratko predstavljena pomen stisljivosti hidravlične tekočine in podano teoretično ozadje določanja stisljivosti tekočine ob upoštevanju najpomembnejših vplivih faktorjev. V nadaljevanju prispevka pa so ti vplivi prikazani na osnovi eksperimentalnih rezultatov, pri čemer je doberšen del obravnave problematike namenjen napravi za merjenje stisljivosti in vplivu različnega deleža zraka.

Ključne besede: hidravlično olje, stisljivost, meritev stisljivosti, zrak v hidravličnem olju

1 Stisljivost tekočine in togost hidravličnega sistema

Kakor hitro nas pot zanese izven področja obravnave hidravličnega sistema kot idealnega sistema, ki deluje po Pascalovih principih hidrostatike in predpostavlja uporabo idealne tekočine, je dejanske snovne lastnosti hidravlične tekočine vsekakor treba upoštevati.

V idealnih sistemih je predpostavljena uporaba idealne tekočine, ki nima mase, ni podvržena trenju, ni stisljiva. Ker nima mase, za pospeševanje in zaviranje volumna takšne tekočine ni potrebna nikakršna dodatna energija. Ker ni viskozna, lahko prenaša samo normalne napetosti in nobenih strižnih napetosti, zato ni trenja pri pretakanju in s tem povezanih izgub. In ker je nestisljiva, ob pove-

šanju tlaka ne spremeni svojega volumna (tudi ne zaradi temperature, ki prav tako povzroča spremembo volumna), zato ni sposobna shraniti energije, kot jo lahko npr. vzmet. Takšna idealna tekočina, zaprta v določenem volumnu, je popolnoma toga, zato tudi ni pojavov, kot so tlačni udari, nihanja, ali neenakomernosti natančnih gibanj ipd.

Veliko nepravilnosti in pojavov, povezanih z natančnostjo delovanja hidravličnih aktuatorjev in posledično hidravličnega sistema kot celote, je tako običajno v tesni povezavi s stisljivostjo hidravlične tekočine. Na stisljivost pa ima izredno velik vpliv prisotnost zraka. Ta se lahko v napravi pojavi zaradi najrazličnejših vzrokov in je v različnih oblikah. Lahko je očem viden, saj se pojavlja v obliki pen ali elementarnih zračnih mehurčkov, lahko pa je »neviden«, saj je raztopljen v tekočini. Slednjega lahko kasneje opazimo v elementarni obliki, ko se spremeni obratovalna točka sistema (predvsem lokalne tlačne razmere), kar je tudi v tesni povezavi s samo zasnovo posameznih gradnikov.

O možnih vzrokih za pojav zračnih mehurčkov oz. vdoru zraka v hidravlični sistem je že bilo kar precej napisanega. Najpogostejši so vseka kor vdor zraka skozi netesna mesta (t. i. aeracija), napačna zasnova gradnikov hidravličnega sistema (npr. rezervoar, cevno omrežje, ventili in ventilske bloke ...) ali pa velike, neprimerne spremembe obratovalne točke, vezane na zasnovo hidravlične naprave [1].

Pene, ki se pojavljajo na površini tekočine v rezervoarju, pravzaprav niso neposredno nevarne in ne vplivajo na stisljivost hidravlične tekočine. Nevarni so zračni mehurčki, ki so v sami tekočini, kar pripelje do različnih posledic. Tako prisotnost zračnih mehurčkov v napravi v prvi vrsti vpliva na stisljivost oz. togost tekočine, kar ima posledično večji ali manjši vpliv na samo delovanje hidravlične naprave, kot so natančnost gibanja aktuatorjev, pojav nihanja, prenos signalov, potreba po spremenjeni nastavitvi parametrov regulatorja itd. V okviru tega prispevka se bomo najprej posvetili sami stisljivosti hidravlične tekoči-

Izr. prof. dr. Darko Lovrec, univ. dipl. inž., doc. dr. Vito Tič, univ. dipl. inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

ne, eni od treh pomembnih snovnih lastnosti hidravlične tekočine, in pa seveda vplivom na njeno spreminjanje. Kot bomo videli v nadaljevanju, je stisljivost hidravlične tekočine zelo odvisna od količine zraka, tudi od vrste hidravlične tekočine in njenih snovnih lastnosti.

2 Vplivi na stisljivost tekočine

Na prvi pogled so vsa tako trdna kot tekoča telesa nestisljiva. Ta groba ocena je zgolj približna, kajti, če jih obremenimo z ustrezno veliko silo (oz. se spremeni temperatura), opazimo, da se njihov volumen spremeni. S tem se je spremenila tudi gostota medija. Medtem ko lahko trdnine mehansko obremenjujemo v obeh smereh, pa lahko fluide – tekočine in pline, obremenjujemo samo v eni smeri – tlačimo. Na tlačno napetost se tekočine odzivajo elastično, podobno trdnini, le da pri slednji v veliko manjši meri. Enako lahko rečemo za primerjavo plinov in tekočine. Če dogajanje oz. obravnavo omejimo samo na tekočine, potem vemo, da tekočina po prenehanju delovanja tlačne napetosti zavzame prvotno prostornino oz. volumen – pojav je znan kot stisljivost tekočine. Stisljivost medija kot njegova realna snovna lastnost je načelno prikazana na sliki 1 [2].

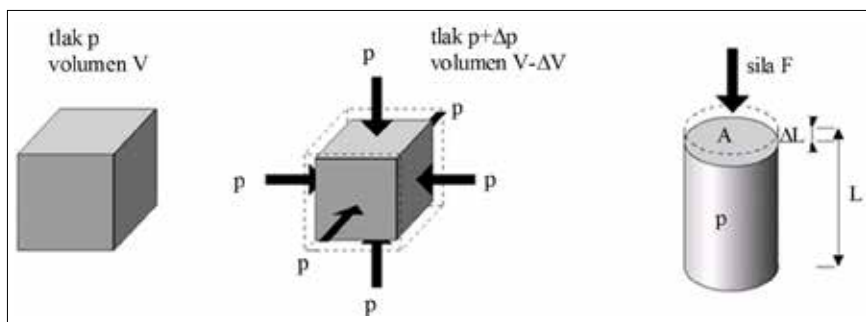
Sprememba volumna tekočine se pojavi tudi s spremembo temperature. Vsaka sprememba tlaka ali/in temperature pripelje do spremembe volumna (in posledično gostote) z različno intenzivnostjo, odvisno od velikosti spremembe in vrste tekočine. Obe vrsti sprememb lahko zapišemo v obliki totalnega diferenciala volumna:

$$dV = \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p dT + \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_T dp \quad (1)$$

oz. izraženo na enoto prostornine:

$$\frac{dV}{V} = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p dT + \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_T dp \quad (2)$$

Če se pri nadaljnji obravnavi osredotočimo samo na spremembe vo-



Slika 1. Stisljivost medija na splošno (levo) in tekočine v valjasti togi posodi (desno)

lumna zaradi obremenitve – tlaka (drugi del enačbe 2), lahko izrazimo koeficient stisljivosti χ

$$\chi = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_T \quad (3)$$

oz. modul stisljivosti kot njegovo recipročno vrednost, ki je analogen modulu elastičnosti trdne snovi:

$$E = \frac{1}{\chi} = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial p}{\partial V} \right)_T \quad (4)$$

Pri tem v enačbi (4) predstavlja χ [Pa⁻¹] stisljivost tekočine, ∂p [Pa] spremembo tlaka, ∂V [ml] spremembo volumna in V [ml] začetno velikost volumna tekočine.

Enačba (3) oz. enačba (4) predstavlja hkrati izhodiščno enačbo, na podlagi katere so bili zasnovani naprave za merjenje stisljivosti, izmerjena stisljivost hidravličnega olja in ugotovljen vpliv viskoznosti in vsebnosti zraka na stisljivost (poglavje 3).

Preoblikovana enačba (2) ob upoštevanju modula stisljivosti:

$$\frac{dV}{V} = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_T dp = -\frac{1}{E} dp \quad (5)$$

je zelo podobna Hookovemu zakonu iz mehanike trdnin, ki povezuje napetost σ (tlak) z deformacijo ε (sprememba volumna) preko Youngovega modula.

Ker je vrednost modula stisljivosti tekočine E odvisna od temperature in od tlaka, je treba upoštevati izotermno spremembo stanja. Za vrednost modula stisljivosti, npr. za področje hidravlične pogonske teh-

nike in najpogostejše uporabljana hidravlična mineralna olja E_{olje} (brez vključkov zraka – homogena olja) pri običajnih temperaturah in tlakih (25 °C do 50 °C, 100 bar do 200 bar), se lahko dovolj natančno uporabi kar približna, konstantna vrednost, ki znaša okoli $E_{olje} \sim 1,66 \cdot 10^9$ N/m² (1660 MPa, $\sim 1,66 \cdot 10^4$ bar). Dejanska vrednost je seveda odvisna od vrste baznega olja, uporabljenih aditivov in, kot bomo videli kasneje, tudi od viskoznosti olja ter seveda količine prisotnega zraka. V primerjavi z modulom elastičnosti za jeklo $E_{jeklo} \sim 2,1 \cdot 10^{11}$ N/m² pa načeloma velja, da je homogeno mineralno olje veliko bolj elastično oz. stisljivo – kar 130-krat.

V hidravličnem sistemu pa tekočina ni edina komponenta, katere elastičnost je odvisna od obremenitve. Bolj ali manj elastično strukturo imajo namreč vse hidravlične komponente (npr. jeklene oz. še posebej gibke cevi). Zato se je kot zelo praktična izkazala uvedba nadomestnega modula stisljivosti npr. mineralnega olja E'_{olje} , ki ne upošteva samo olja in elastičnosti cevi, v kateri je olje, temveč tudi v olju prisotne zračne mehurčke. Enačbo (4) lahko z upoštevanjem vseh teh deležev preoblikujemo in zapišemo poenostavljeno:

$$\Delta V_{cel} = \Delta V_{olje} + \Delta V_{cev} + \Delta V_{zrak} = V_0 \frac{\Delta p}{E'_{olje}} \quad (6)$$

$$\text{oz. } E'_{olje} = \frac{V_0 \cdot \Delta p}{\Delta V_{cel}} \quad (7)$$

pri čemer v enačbi (6) ΔV_{cev} predstavlja spremembo volumna tekočine v priključenih ceveh, ΔV_{zrak} pa spremembo volumna zaradi zračnih vključkov.

Čeprav obstajajo različne enačbe za preračun nadomestnega modula stisljivosti E' olje, se njegova vrednost najpogosteje določa z eksperimentom, kajti vrednost se spreminja v odvisnosti od stanja sistema, npr. tudi od tega, ali je bil hidravlični sistem dobro ali slabo odzračen.

3 Naprava za merjenje stisljivosti hidravlične tekočine

Stisljivost tekočin lahko v osnovi merimo na dva načina: po spremembi tlaka in volumna ob znanem začetnem volumnu tekočine ter hitrosti zvoka, ki se širi po tekočini. Hitrost zvoka lahko izmerimo na dva načina, in sicer kot spremembo položaja v času ali po frekvenci stojčega valovanja, ki se pojavi v obojestransko zaprti cevi.

V obravnavanem primeru bomo za merjenje stisljivosti uporabili prvi, preprostejši način, pri katerem ni potrebno uporabiti zelo natančnih in predvsem hitrih senzorjev ter elektronike za zajemanje in obdelavo podatkov, dobljeni rezultati pa so za nadaljnjo uporabo dovolj natančni [3], [4].

Tako lahko ugotovimo, da moramo za izračun stisljivosti poznati tri veličine: volumen tekočine, ki jo uporabljamo pri meritvi, spremembo volumna in spremembo tlaka. Volumen spreminjamo s tlačanjem tekočine z batom. Iz premika in preseka bata lahko izračunamo spremembo volumna tekočine ΔV (enačba (8), pri tem pa ne smemo zanemariti

spremenbe volumna, ki nastane zaradi raztezka merilne naprave.

$$\Delta V = V_b - V_{raz} = \frac{S \cdot x}{1000} - V_{raz} \quad (8)$$

V_b [ml] zmanjšanje volumna zaradi premika bata

V_{raz} [ml] povečanje volumna zaradi raztezka merilne naprave

S [mm²] presek bata

x [mm] premik bata

Spremembo tlaka lahko izmerimo z manometrom, začetni volumen pa izračunamo po masi tekočine, ki smo jo nalili v merilno napravo (9).

$$V_0 = \frac{m_b - m_a}{\rho} \quad (9)$$

V_0 [ml] začetni volumen tekočine

m_b [g] masa tekočine in vseh uporabljenih posod, steklovine, ... pred nalivanjem

m_a [g] masa tekočine in vseh uporabljenih posod, steklovine, ... po nalivanju

ρ [g/ml] gostota tekočine

Za natančno merjenje stisljivosti tekočine je torej potrebno poznati tudi natančno vrednost njene gostote.

Naprava za merjenje stisljivosti je prikazana na *sliki 2* in je zasnovana univerzalno, tako da lahko hkrati merimo stisljivost na vse tri omenjene načine.

Naprava za merjenje stisljivosti je sestavljena iz hidravličnih cevi materiala E235, velikosti 30 x 5. Notranji premer cevi oz. premer bata tako znaša 20 mm. Cevi so povezane s hidravličnimi priključki težke izvedbe, velikosti 30S, s progresivnimi

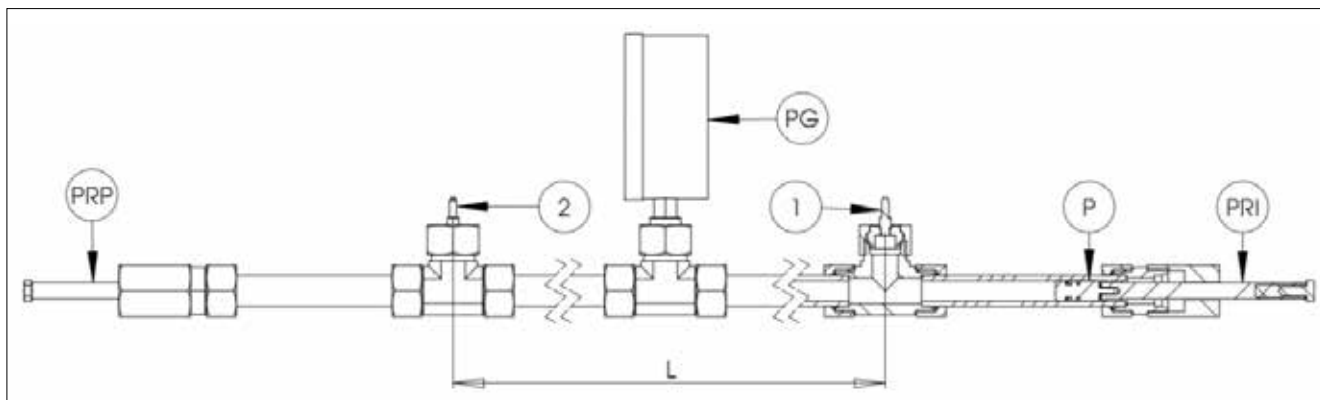
obročki. Na obeh koncih cevi je bat. Bat na levi strani (ki ga premika batnica z oznako PRP) se uporablja za stiskanje tekočine z vrtenjem batnice, na kateri je navoj M16 x 1,5. Glede na število zasukov lahko izračunamo volumen, za katerega se je zmanjšala tekočina. Ko se tekočina stisne, se poveča tlak, ki ga odčitamo na tlačnem senzorju (PG) z digitalnim prikazovalnikom.

Bat na desni strani (P), ki ga premika batnica z oznako PRI, služi za proženje tlačnega udara – za izvedbo ostalih dveh načinov merjenja stisljivosti. Za razliko od PRP je PRI samo vodena in nima navoja.

Tekočino v merilno napravo nalijemo tako, da najprej odstranimo tlačni senzor (PG), ki je na sistem povezan z merilnim priključkom. Nato počakamo, da tekočina iz sistema izpodrine zrak, in ko je ves zrak odstranjen, lahko tlačni senzor (PG) namestimo nazaj in začnemo meritev. Za merjenje spremembe tlaka je bil zaradi lažjega odčitavanja uporabljen senzor (PG) WIKA DG-10-S z digitalnim prikazovalnikom.

4 Merjenje stisljivosti homogenega hidravličnega mineralnega olja

Za merjenje stisljivosti smo uporabili hidravlična mineralna olja Hydrolubric (proizvajalca OLMA, d. o. o.). Za merjenje stisljivosti homogenega olja (brez vključkov zraka) smo uporabili olja različnih viskoznostnih razredov ISO VG 22, VG 32, VG 46, VG 68 in VG 100,



Slika 2. Univerzalna naprava za merjenje stisljivosti

Tabela 1. Izmerjene vrednosti viskoznosti in gostot testiranih hidravličnih olj

Gradacija ISO VG	Viskoznost pri 40 °C [mm ² /s]	Viskoznost pri 100 °C [mm ² /s]	Indeks viskoznosti [-]	Gostota pri 20 °C [kg/m ³]
VG 22	21,18	4,275	107	856,8
VG 32	34,91	6,044	114	862,3
VG 46	46,98	6,97	104	876,2
VG 68	70,07	8,835	98	881,0
VG 100	94,01	10,66	96	888,3

za ugotavljanje vpliva prisotnosti zraka na stisljivost olja (t. i. nehomogeno – spenjeno olje) pa smo uporabili olje viskoznosti VG 68 z 1 volumskim odstotkom zraka.

Natančne vrednosti viskoznosti kot tudi gostote uporabljenih mineralnih olj, izmerjene v laboratoriju proizvajalca, so podane v *tabeli 1*.

Postopek merjenja stisljivosti je bil dejansko izveden na vse tri načine, pri čemer smo najprej za test naprave in postopka izmerili stisljivost znane tekočine – vode, nato pa še stisljivost mineralnega olja (Hydrolubric VG 46). Pri postopku stiskanja so bile tekočine stisnjene na 400 bar in nato razbremenjene nazaj na atmosferski tlak. Podatki so bili odčitani za vsak vrtljaj vijaka – kar pomeni približno vsakih 8 bar.

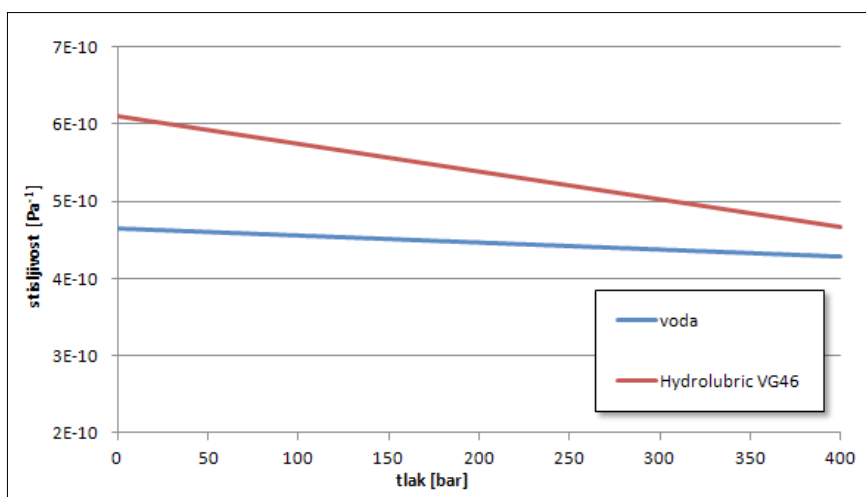
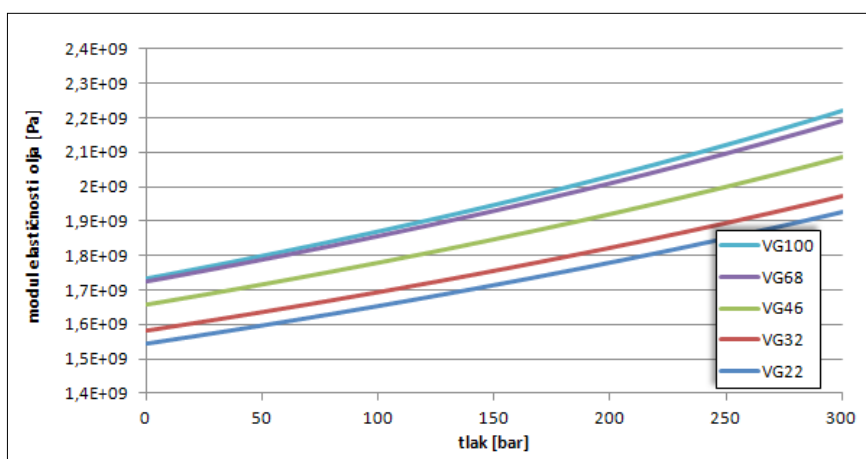
Podatki, dobljeni na podlagi vseh treh načinov, so bili nato združeni, pri čemer so bile izločene vrednosti, ki najbolj odstopajo od ostalih (pojav napake pri meritvi). Nato je bilo izračunano drseče povprečje širine 5 vrednosti, dobljene točke so bile nato aproksimirane s potenčno funkcijo. Zaradi vpliva zraka, ki je raztopljen v tekočini ali je ostal ujet v napravi, predvsem v priključkih, na meritve pri nižjih tlakih (praktično nižjih od 70 bar) so bile vrednosti nižje od 70 bar izločene, preostale vrednosti pa so bile aproksimirane z linearno funkcijo.

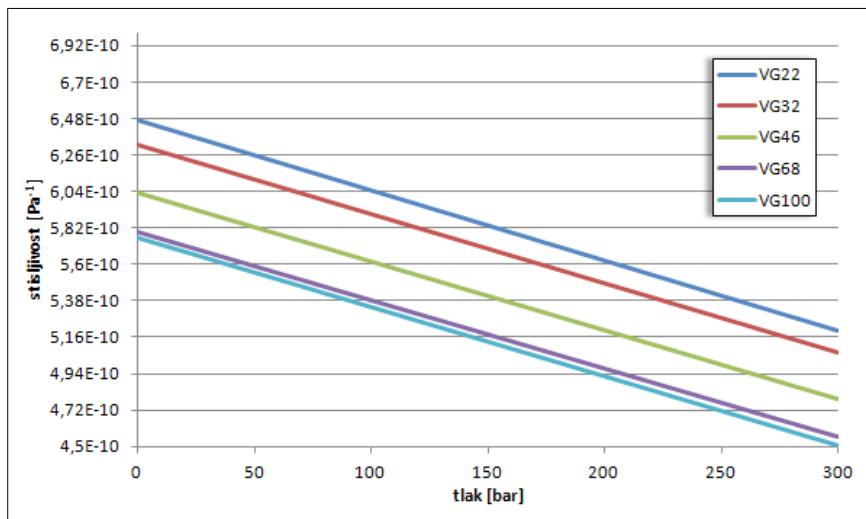
Za prikaz sta bolj primerni linear-na aproksimacija in ekstrapolacija od 70 bar navzdol, saj ne upošteva vplivov zraka v sicer homogeni tekočini. Na ta način lahko tudi najbolj natančno določimo stisljivost pri atmosferskem tlaku in primer-

jamo z drugimi tekočinami, kot to prikazuje *slika 3*. (Vsi postopki določanja stisljivosti oz. modula elastičnosti različnih tekočin in primerjava stisljivosti različnih tekočin so podrobneje predstavljeni v [3]).

Rezultate meritev, odvisnost modula elastičnosti oz. stisljivosti v odvisnosti od tlaka za običajna hidravlična mineralna olja različnih viskoznosti prikazujeta *sliki 4* in 5 [5].

Iz potekov spreminjanja modula elastičnosti za homogena olja oz. njegove stisljivosti je razvidno, da imajo olja višjih viskoznostnih razredov večjo vrednost modula elastičnosti in obratno. To pomeni, da olja višjih viskoznosti (ta imajo tudi večjo gostoto – *tabela 1*) zagotavljajo večjo togost sistema, natančnejši prenos sile in večjo trdnost mazalnega filma.

**Slika 3.** Prikaz spreminjanja stisljivosti vode in hidravličnega olja**Slika 4.** Odvisnost vrednosti modula elastičnosti od tlaka za olja različnih viskoznosti [5]



Slika 5. Odvisnost stisljivosti od tlaka za olja različnih viskoznosti [5]

Že pri merjenju homogenega olja smo videli, da ima na meritev velik vpliv zrak, ki je raztopljen v olju oz. je ostal ujet v mrtvih volumnih merilne naprave, ki je ni mogoče popolnoma odzračiti. Načeloma gre za majhne % vrednosti (ocenjeno na < 0,5 %). Zato so bile vrednosti za stisljivost pri nizkih tlakih izločene in potek ekstrapoliran.

5 Vpliv zraka na stisljivost hidravličnega mineralnega olja

V hidravličnih napravah z nizkimi števili prečrpavanja tekočine (število pove, kolikokrat v časovni enoti se vsa tekočina, ki je v rezervoarju, prečrpa) najdemo deleže neraztopljenega zraka v velikosti od 5 vol. % do 10 vol. % (to še posebej velja za mobilno hidravliko). Tako tekočina nima možnosti izločitve zračnih mehurčkov (kot tudi ne trdnih delcev nečistoč in se ohladiti), kar pogosto pripelje tudi do nevarnosti prekomernega penjenja olja. Kot je znano, pa imajo ti zračni mehurčki zelo velik vpliv na stisljivost hidravlične tekočine ter s tem na togost in dinamiko celotnega sistema [6].

Če je volumen mešanice hidravlične tekočine in zraka izpostavljen delovanju tlaka, se bo modul stisljivosti spremenil – nadomestni modul stisljivosti za tekočino in zrak. Izhajajoč iz enačbe (6) lahko zapišemo:

$$E_{o-z} = - \frac{V_{olje} + V_{zrak}}{\frac{dV_{olje}}{dp} + \frac{dV_{zrak}}{dp}} \quad (10)$$

Teoretično izračunane vrednosti in potek spreminjanja nadomestnega modula stisljivosti za primer mešanice hidravličnega mineralnega olja in zraka, za 0,1 %, 1 % in 10 % vsebnosti zraka, pri izhodiščni vrednosti modula stisljivosti tekočine $E_{olje} \approx 1600$ MPa, prikazuje slika 6 [6].

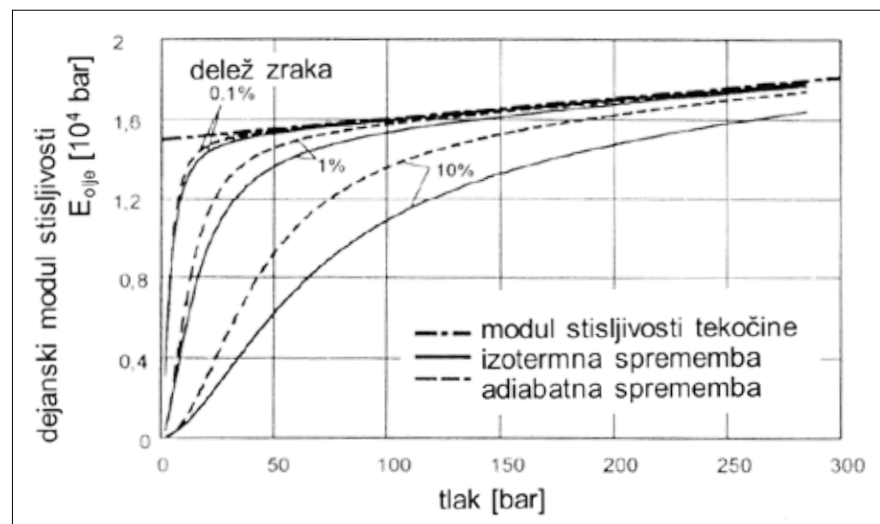
Zaradi različnih vplivov, ki se pojavljajo v zvezi z zrakom v tekočini (izločanje zraka iz tekočine in ponovno vezanje zraka s tekočino) in se ne dajo dovolj enostavno zajeti z enačbo, dejanske vrednosti modula stisljivosti odstopajo od izračunanih. V primeru natančne obravnave

dinamike sistema je vsekakor treba vrednosti modula stisljivosti določiti po eksperimentalni poti.

Pri tem se takoj pojavi problem, kako zagotoviti oz. dovolj natančno generirati vrednost volumskega deleža zraka, predvsem tisto nižjih vrednosti. Eno od možnosti predstavlja posreden način določanja vpliva zraka s hidravličnim valjem in napravo za stalno dovajanje zračnih mehurčkov [7], a je za to potreben dokajšen obseg ustrezne opreme.

V obravnavanem primeru smo meritve stisljivosti homogenega olja in tudi olja z vsebnostjo zraka izvajali na isti napravi, pri čemer smo se pri meritvi stisljivosti olja z vsebnostjo zraka omejili na olje viskoznosti VG 68 in višji volumski delež (%) prisotnega zraka. Tako smo olju dodali zrak z razpršilnikom zraka oz. zračnim difuzorjem, ki se sicer uporablja pri standardnem testu penjenja po ASTM D892. V levem delu slike 7 je prikazan zračni difuzor, s katerim smo olje spenili, v desnem delu pa videz spenjenega olja.

Temu primeren pa je bil tudi potek priprave na meritev stisljivosti. V merilno čašo natočimo približno 100 ml več olja, kot ga potrebujemo za izvedbo meritve, olje stehamo in ga s pomočjo difuzorja močno spenimo. Napravo za merjenje stisljivosti na eni strani podložimo, da zagotovimo izločanje viška zračnih mehurčkov.



Slika 6. Modul stisljivosti mešanice mineralnega olja in zraka [6]



Slika 7. Zračni difuzor za penjenje olja (levo) in spenjeno olje (desno)

Pri meritvi stisljivosti tako spenjena olja je treba zelo natančno določiti količino olja, ki je za 1 % manjša od celotne količine olja, ki gre v napravo. Ker je masa tekočine natančno poznana od prejšnjih poskusov stisljivosti, smo spenjeno olje v napravo dolivali toliko časa, dokler ni bila razlika v masi enaka pred tem izračunani potrebni masi tekočine. Pomembno pri vsem tem je, da med penjenjem v olje vnesemo več kot 1 volumski odstotek zraka, da lahko med odzračevanjem neprestano dolivamo olje. S tem zmanjšamo možnost nastanka zračnega žepa pred izvedbo meritve. Na koncu postopka polnjenja naprave zatesnimo čep za dolivanje in opravimo meritve.

Rezultat meritev, potek stisljivosti homogenega in spenjenega olja z 1-odstotno vsebnostjo zraka v odvisnosti od tlaka prikazuje *slika 8*. Na osnovi eksperimentalno dolo-

čene spremembe stisljivosti v odvisnosti od tlaka je moč ugotoviti, da ima prisotnost zraka do tlaka cca. 50 bar zelo velik vpliv na stisljivost, v področjih višjih tlakov, nad 100 bar, pa je razlika v stisljivosti spenjenega in čistega olja zgolj 3 %. Izsledki sovpadajo z rezultati, dobljenimi po teoretični poti.

6 Zaključek

Prisotnost zraka v olju ustvarja nehomogeno tekočino, kar ima velik vpliv na gostoto, viskoznost in predvsem modul elastičnosti olja. Vemo, da je zrak v olju lahko v več oblikah: v obliki majhnih mehurčkov, v obliki pen ali pa je vezan v molekulah olja, pri čemer so zračni mehurčki najbolj nezaželena oblika zraka v hidravličnih napravah.

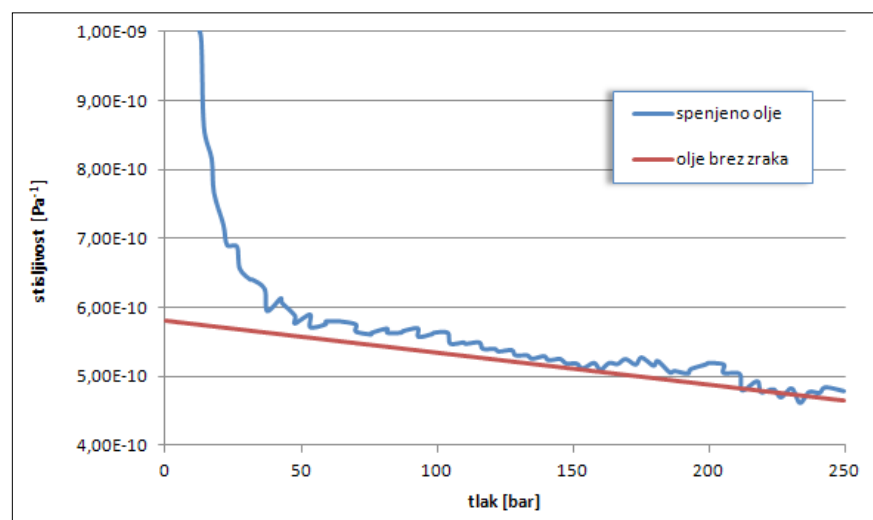
V prispevku smo se dotaknili pomena stisljivosti hidravličnih tekočin, pri čemer je nadaljnja obravnava

temeljila na običajnih mineralnih hidravličnih oljih različnih viskoznosti. Spoznanja na podlagi teoretične obravnave pomena stisljivosti in vplivnih faktorjev so bila preverjena z eksperimenti. Za te namene je bila uporabljena univerzalna, a preprosta naprava, ki omogoča merjenje stisljivosti na tri različne načine.

V tem prispevku smo za merjenje stisljivosti uporabili metodo dV/dp – beleženje spremembe tlaka ob spremembi volumna, pri čemer smo vrednosti beležili v obeh smereh sprememb in jih nato obdelali za namene prikaza v diagramu. Meritve stisljivosti so bile najprej opravljene za različne standardizirane viskoznosti običajnega homogenega mineralnega olja, tj. brez vključkov zraka, v nadaljevanju obravnave pa je bil v ospredju vpliv prisotnosti različnih odstotnih deležev zračnih mehurčkov v olju. Tako povečana stisljivost hidravlične tekočine se odraža v raznolikih in različno vplivnih pojavih pri delovanju hidravličnih aktuatorjev in celotne hidravlične naprave.

Viri

- [1] Lovrec, D.: Vzroki za prisotnost zraka v hidravličnem sistemu. Ventil, ISSN 1318-7279, avg. 2016, letnik 22, št. 4, str. 310–315.
- [2] Lovrec, D., Tašner, T.: Hidravlične tekočine z višjim modulom stisljivosti in vpliv na delovanje hidravlične naprave. Zbornik prispevkov Mednarodne konference Fluidna tehnika 2011, 15. in 16. september 2011, Kongresni center Habakuk, Maribor, 2011, str. 201–216.
- [3] Tašner, T.: Napredni koncepti vodenja in nadzora energijsko učinkovitih hidravličnih sistemov : doktorska disertacija. [Maribor: T. Tašner], 2014. XI, 163 str., ilustr. <https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=46762>. [COBISS.SI-ID 277016064].
- [4] Kambič, M., Kalb, R., Tašner, T., Lovrec, D.: High Bulk Modulus of Ionic Liquid and Effects on Performance of Hydraulic System. The scien-



Slika 8. Stisljivost spenjenega (1-odstotni delež zraka) in homogenega olja v odvisnosti od tlaka

- tific world journal, ISSN 1537-744X, 2014, vol. 2014, art. no. 504762, str. 1–10. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/504762>, doi: 10.1155/2014/504762. [COBISS.SI-ID 17429014].
- [5] Potočnik, R.: Vpliv zraka na delovanje hidravlične naprave :

- diplomsko delo. Maribor: 2014. <https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=44644>.
- [6] Murrenhoff, H.: Grundlagen der Fluidtechnik, Teil 1: Hydraulik, Umdruck zur Vorlesung, 4. Auflage, 2005, IFAS-RWTH Aachen.

- [7] Gholizadeh, H.: Modeling and Experimental Evaluation of the Effective Bulk Modulus for a Mixture of Hydraulic Oil and Air, Ph.D. Thesis, University of Saskatchewan, 2013.

Compressibility of hydraulic oil and impact of entrained air

Abstract: The compressibility of hydraulic fluid is without a doubt one of the most important material properties of hydraulic fluid as it largely affects the stiffness of the hydraulic drive. In comparison with water, hydraulic mineral oil has relatively low bulk modulus, which causes certain undesirable phenomena in the operation of the hydraulic system, particularly in cases where a drive with high stiffness is desired. Besides changes in the load of fluid through changes in pressure and changes in temperature, the compressibility of hydraulic fluid is also influenced by the proportion of air present in the form of air bubbles, and the viscosity of the fluid used.

At the beginning the paper presents a brief overview of the importance of hydraulic fluid's compressibility and gives theoretical background on determining its compressibility in regard to the most important influencing factors. Further on, these effects are shown based on the experimental results, where most part is dedicated to the equipment for measuring the compressibility and the impact of different percent of entrained air.

Keywords: hydraulic oil, compressibility, measurement of compressibility, entrained air in hydraulic oil



Univerza v Mariboru
Fakulteta za Strojništvo
Laboratorij za Oljno Hidravliko



MARIBOR, 14. in 15. SEPTEMBER 2017

mednarodna konferenca

Fluidna Tehnika 2017

Vabilo

Mednarodne konference "Fluidna Tehnika" so z več kot 20 letno tradicijo osrednji bienalni dogodek s področja tehnologij, ki jih pokrivata hidravlika in pnevmatika.

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

Podrobnejše informacije o konferenci, tematskih področjih, programu, pomembnih datumih, ... najdete na domači spletni strani konference.

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

50 MOS

1968 1970 2017

Mednarodni sejem obrti in podjetnosti

Celjski sejem, 12.-17. september 2017

MOS – oprema in materiali za obrt in industrijo

· MOS – gradnja in obnova doma · MOS – turizem in gostinstvo · MOS – izdelki široke potrošnje
· MOS – poslovne storitve in poslovne priložnosti v tujini



DOBRO JE VEDETI!

Z zgodnjo prijavo do
28. februarja 2017
si zagotovite nižje
cene razstavnega prostora.

40 let
1976 2016
Vaš partner



CELJSKI SEJEM



www.ce-sejem.si

Hitra menjava serij – metoda SMED

Žiga JORDAN KOZJAK, Tomaž BERLEC, Janez KUŠAR

Izveček: Če v podjetju sledimo željam kupcev, se zaradi majhnih serij pojavi problem večkratne menjave orodja. Čas menjave orodja oziroma serij lahko zmanjšamo z metodo hitrih menjav serij (SMED), ki ne zahteva velikega finančnega vložka, saj temelji na pretvorbi notranjih operacij (ko stroj stoji) v zunanje (ko se na stroju še izvaja predhodna ali pa že naslednja serija) oziroma na odstranitvi nepotrebnih operacij. Poleg tega se z enostavnimi in poceni ukrepi operacije izboljšajo. V članku je prikazano, kako metodo SMED izvesti na hidravlični stiskalnici. Po izvedenih ukrepih je bila analizirana še ekonomska upravičenost sprememb.

Ključne besede: vitka proizvodnja, čas menjave orodja, čas nastavljanja stroja, metoda SMED, skrajšanje pripravljalnih časov, zmanjševanje stroškov

1 Uvod

Čas priprave delovnega mesta in čas izdelave kosa sta neposredno povezana s časom izdelave serije, ki vpliva na lastno ceno izdelka. Če želimo slediti željam kupcev, moramo izdelati več manjših serij, kar zahteva večkratno menjavo orodja. Pri tem se podaljša čas izdelave večje količine izdelkov, česar pa ne želimo. Metoda hitre menjave serij bo predstavljena na primeru iz industrijskega okolja. Problem smo razreševali v podjetju *SIP Strojna industrija, d. d.*, in sicer na hidravlični stiskalnici *Litostroj HVO-2-400*. Z zmanjšanjem časa priprave bomo namreč dosegli večjo zasedenost stroja, torej več dobička.

2 Teoretične osnove

Čas izdelave serije opišemo z enačbo (1) [1]:

$$t_i = t_p + m \cdot t_{e1} \quad (1)$$

t_i – čas izdelave i – te serije $\left[\frac{Nh}{serijo} \right]$

t_p – čas priprave $\left[\frac{Nh}{serijo} \right]$

m – število kosov v seriji $\left[\frac{kos}{serijo} \right]$

t_{e1} – čas na enoto mere $\left[\frac{Nh}{kos} \right]$

Skrajšati želimo čas priprave, ki je definiran kot čas, ki preteče od zadnjega izdelanega kosa prejšnje serije do prvega dobro izdelanega kosa naslednje serije [2]. Na voljo je več metod, ki jih navajamo po višini investicije padajoče [1]:

- konstruiranje novega stroja, pri čemer smo pozorni na izvedbo orodij,
- izboljšava trenutnega stroja in uvedba metode SMED (možnost dosega $t_s \approx 3$ min),
- uporaba metode SMED (možnost dosega $t_s \approx 10$ min).

Metoda SMED je ena izmed metod vitkega menedžmenta, katerega začetnik je japonski inženir Shigeo Shingo [3, 4]. Vitki menedžment postavlja v ospredje človeka – delavca in kupca – ter kakovost izdelkov oz. storitev.

2.1 Delavnica SMED

Delavnico SMED izvajamo po korakih, ki jih navajamo v nadaljevanju.

1. korak: Izbira delovnega mesta

Navadno želimo čase menjave orodja zmanjšati tam, kjer se v proizvodnji pojavlja ozko grlo oz. kjer so časi nastavljanja stroja najdaljši. Če to ni razvidno, uporabimo analizo ABC (ali razširjeno analizo ABC) [5] oz. opravimo analizo logističnih zmožnosti podjetja, če hočemo izvedeti, koliko več naročil bi podjetje zmoglo izvesti glede na obstoječe stanje [6].

2. korak: Ciljni čas

Preden začnemo z delom, si postavimo ciljni čas, ki ga želimo doseči. Navadno postavimo za ciljni čas polovico obstoječega [1].

3. korak: Določitev delovnega tima

Izbira članov tima naj bo premišljena, saj naj bi v njem sodelovali ljudje iz različnih oddelkov podjetja (finance, nabava, priprava materiala, varilnica, montaža, ...) [2]. Člani tima dobijo svoje zadolžitve glede na interes oz. po testu z Belbinovim vprašalnikom [10].

Žiga Jordan Kozjak, študent II. st., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo; doc. dr. Tomaž Berlec, univ. dipl. inž., izr. prof. dr. Janez Kušar, univ. dipl. inž., oba Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

4. korak: Popis obstoječega stanja

Popis stanja lahko izvedemo na različne načine:

- z beležko,
- z opazovalnim listom,
- s fotografiranjem,
- z videoposnetkom [1].

Zdaj se najpogosteje uporablja zadnja metoda, saj je težko vnaprej določiti čas menjave orodja in nato pozorno spremljati, beležiti in odčitavati čase trajanja aktivnosti.

5. korak: Vizualizacija popisa

Popisane aktivnosti moramo predstaviti timu, pri čemer se priporoča zapis aktivnosti na samolepilne listke, ki jih nato nalepimo na tablo, kjer ostanejo med nadaljnjimi koraki [1].

6. korak: Analiza

Korak analize je najpomembnejši in bistven za celoten uspeh. Delimo ga na faze od 0 do 4.

Faza 0: Oznaka aktivnosti

Listke z napisanimi aktivnostmi »opremimo« s časi trajanja in označimo z X aktivnosti, ki jim sledijo nadaljnje aktivnosti, ter z E tiste aktivnosti, ki so zadnje.

Faza 1: Zunanje in notranje aktivnosti

Posamezno aktivnost označimo kot zunanjo ali notranjo, kar je bistvo metode.

Zunanja aktivnost je tista, ki jo lahko izvajamo, kadar stroj še obratuje.

Notranja aktivnost je tista, ki jo lahko izvajamo le takrat, kadar je stroj zaustavljen.

Popisane aktivnosti proučimo in jih označimo kot zunanje ali notranje v okviru tima, saj je potrebna posebna pozornost na karakterizacijo, da kasneje ne nastanejo težave pri razporejanju aktivnosti.

Faza 2: Pretvorba notranjih v zunanje aktivnosti

Trenutne notranje aktivnosti poskušamo izvesti kot zunanje (med izdelavo prejšnje serije že izvedemo aktivnosti za menjavo orodja za naslednjo serijo). Ta faza ima največji vpliv na skrajšanje časa [3, 4]. Potrebna je pazljivost pri razvrščanju aktivnosti, da v praksi ne pride do težav.

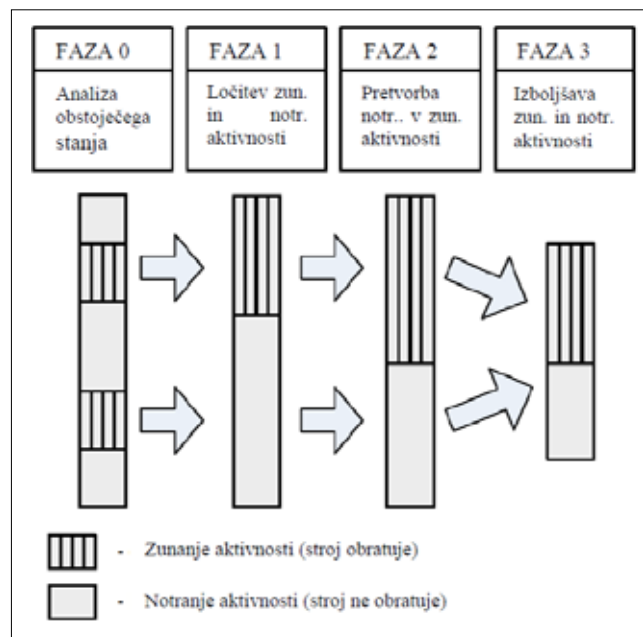
Faza 3: Izboljšava notranjih in zunanjih aktivnosti

V 3. fazi poskušamo rešiti problem menjave orodja s tehničnimi rešitvami. Če jih naštejemo le nekaj:

- predgretje orodja (npr. za brizganje polimerov, za tlačni liv),
- izogibanje vijačenju (prostega navoja naj bo čim manj – uporaba U-podloške, utorov, vzmetnih sponk),
- pozicionirni čepi,
- uporaba barv in napisov.

Faza 4: Standardizacija

Po izvedbi faz 0 do 3 smo določili natančen vrstni red aktivnosti in uporabo vseh dodatnih sredstev (viličar, dodatno orodje, maziva, ...), torej smo standardizirali celoten potek menjave orodja. Grafično to prikazujemo na *sliki 1*.



Slika 1. Analiza po fazah [1]

Ta vrstni red je potrebno dosledno upoštevati za dosego želenega časa menjave.

Standardiziramo lahko tudi uporabljeno opremo, da nimamo opravka s posebnimi in standardnimi izvedbami (npr. cevne spojke) [7].

7. korak: Ponovitev analize

Če z dobljenimi rezultati časov menjave nismo zadovoljni, ponovimo korak Analiza.

8. korak: Ponovitev delavnice SMED

Če želimo procese nenehno izboljševati, moramo skrbeti za stalno večanje kakovosti, torej razmišljamo v okviru cikla PDCA (po Demingu). V ta namen se priporoča tudi ponovitev delavnice SMED na pol leta, da ugotovimo možne izboljšave.

3 Metodologija raziskave

Metodo SMED smo preizkusili v industriji, in sicer na hidravlični stiskalnici *Litostroj HVO-2-400* v podjetju *SIP Strojna industrija, d. d.* Pred časom so namreč stiskalnico obnovili in za izbiro parametrov delovnega procesa namestili zaslon na dotik, ki ima v meniju že prednastavljene parametre.

3.1 Popis obstoječega stanja

Stanje smo popisali. Del preglednice popisanih aktivnosti prikazujemo spodaj v *Preglednici 1*.

Preglednica 1. Aktivnosti ob trenutni menjavi orodja

Opazovana aktivnost	Trajanje aktivnosti [s]	Skupni čas menjave [s]	Z/N
Gre po viličar	12	12	Z
Odpelje gotove izdelke	100	112	Z
Odvije in spravi spodnji pridržealec	13	125	N
Odvije in spravi zgornji pridržealec	12	137	N
Gre do komandne plošče in dvigne zaščitno mrežo zadaj	8	145	Z
Odvije in spravi spodnji zadnji pridržealec	13	158	N
Odvije in spravi zadnji zgornji pridržealec	12	170	N
Umakne stolice	25	195	Z
Odstrani orodje	30	225	N
...	...	...	...
Gre po viličar	10	1038	Z
Do stolic z viličarjem pripelje obdelovance	12	1050	Z
Popravljanje postavitve stolic	13	1063	Z
Spusti obdelovance na stolice	3	1066	Z
Gre po mrežo za izdelke	8	1074	Z
Pripelje mrežo za izdelke	10	1084	Z
Odpelje viličar in pride na delovno mesto	25	1109	Z

Trenutni čas menjave znaša 18 min 29 s.

■ 3.2 Ločitev notranjih in zunanjih aktivnosti

Aktivnosti smo že označili kot zunanje in notranje. V tem koraku bi teoretično morali notranje pretvoriti v zunanje. Tega ne moremo storiti, ker ima naprava (stiskalnica) za izvedbo delovnega cikla nameščen varnostni sistem vklopa. Ta delavcu onemogoča, da bi med izdelavo prejšnje serije že izvajal aktivnosti (pripravo) za odstranitev orodja oz. namestitev novega. Poskusimo z naslednjim korakom, torej izboljšavo aktivnosti.

■ 3.3 Izboljšanje notranjih in zunanjih aktivnosti

Ločimo izboljšave pri odstranjevanju orodja in pri nameščanju novega.

Pri odstranjevanju orodja predlagamo sledeče izboljšave:

- Ko je proizveden zadnji kos prejšnje serije, naj se dvigne zaščitna zavesa (že takoj ob komandni plošči).
- Delovni prostor naj bo ves čas osvetljen (nameščena so LED-svetila – majhna poraba). Vklon naj se opravi ob začetku izmene.
- Ko delavec konča z odstranjevanjem orodja, naj popravi delovno mizo: odstrani ključe, krpe.
- Ko delavec odstrani orodje, naj odstrani tudi pripadajoča vodila, očisti izvrtine za vodila in jih pospravi na dogovorjeno mesto.
- Preden odpelje z delovnega mesta staro orodje, naj gre v pisarno po delovni nalog za naslednjo serijo.

Ko namešča novo orodje, predlagamo naslednje izboljšave:

- Brisanje orodja naj opravi orodjar (zadolžen v skladišču), ne pa delavec, ki pride po orodje.
- Preverjanje pomika nima nobenega smisla.
- Spusti naj se le zaščitna mreža zadaj, spredaj mora ostati odprto.
- Preverjanje delovanja stroja je nesmiselno, to bomo ugotovili pri izdelavi prvega kosa.
- Ko gre z viličarjem po mrežo za izdelke, naj predhodno pripelje do stroja stolice, ne da jih prinaša posebej.

Aktivnosti po izboljšavi prikazujemo v *Preglednici 2*.

■ 3.4 Vpeljava dodatnega delavca

Če želimo proces menjave orodja še skrajšati, uvedemo dodatnega delavca. Pri tem velja opozoriti, da ne gre za zaposlitev novega delavca. V našem primeru smo namreč ugotovili, da lahko pri procesu menjave (teh nekaj minut) priskoči na pomoč kot dodatni delavec vodja oddelka, torej vodja priprave in razreza materiala. Aktivnosti obeh delavcev prikazujemo v *Preglednici 3*.

■ 3.5 Ekonomska analiza vpeljave dodatnega delavca

Ekonomska analizo vpeljane metode SMED in dodatnega delavca smo izvedli z izračunom lastne cene izdelka. Kot smo že navedli, podjetje za pomoč pri menjavi orodja ne zaposli novega delavca, temveč le prerazporedi obstoječe (vključi v proces vodjo oddelka).

Preglednica 2. Aktivnosti po izboljšavi

Opazovana aktivnost	Trajanje aktivnosti [s]	Skupni čas menjave [s]	Z/N
Dvigne zaščitno mrežo zadaj	8	8	Z
Odvije in spravi spodnji pridržealec	13	21	N
Odvije in spravi zgornji pridržealec	12	33	N
Odvije in spravi spodnji zadnji pridržealec	13	46	N
Odvije in spravi zadnji zgornji pridržealec	12	58	N
Odvije in spravi spodnji zadnji pridržealec	13	158	N
...	...	...	...
Gre po viličar	10	707	Z
Do stolic z viličarjem pripelje obdelovance	12	719	Z
Spusti obdelovance na stolice	3	722	Z
Gre po mrežo za izdelke	8	730	Z
Pripelje mrežo za izdelke	10	740	Z
Odpelje viličar in pride na delovno mesto	25	765	Z
Na orodje namesti testni kos	4	769	N
Izvede se delovna operacija za testni kos	14	783	N

Čas menjave po izboljšavi znaša 13 min 3 s.

Preglednica 3. Aktivnosti ob uvedbi dodatnega delavca

Aktivnost		Čas [s]	
Delavec 1	Delavec 2	Trajanje aktivnosti	Skupni čas menjave
Gre v pisarno po delovni nalog	Izdelava prejšnje serije	15	15
Gre po viličar		12	27
Odpelje gotove izdelke	Odvije in spravi spodnji pridržealec	13	77
	Odvije in spravi zgornji pridržealec	12	
	Gre do komandne p lošče in dvigne zašč. mrežo zadaj	8	
	Odvije in spravi spodnji zadnji pridržealec	13	
Pelje se v skladišče	Odvije in spravi zgornji zadnji pridržealec	12	177
	Odstrani vodila, krpe in ključke z mize	6	
	Preveri, če so luknje v mizi čiste	20	177
	Umakne stolice	25	
...	...	...	...
Gre po mrežo za izdelke	Na orodje namesti testni kos	4	402
Pripelje mrežo za izdelke	Izvede se delovna operacija za testni kos	14	416
Odpelje viličar		10	426

Čas menjave z dodatnim delavcem znaša 6 min 56 s.

Izračun neposrednih (direktnih) stroškov izdelave izdelka podaja enačba (2):

$$c_D = S_m + S_i \quad (2)$$

c_D – direktni stroški izdelave [€]

S_m – strošek za material [€]

S_i – strošek izdelave [€]

Kjer je:

$$S_m = c_m \cdot M_m \quad (3)$$

c_m – cena materiala $\left[\frac{\text{€}}{\text{kg}}\right]$

M_m – masa materiala [kg]

$$S_i = \sum_{j=1}^n \left(\frac{tp_j}{m} + te_{1,j} \right) \cdot c_{DM,j} \quad (4)$$

tp_j – pripravljalni čas za izvedbo j – te operacije $\left[\frac{\text{Nh}}{\text{serijo}}\right]$

m – načrtovano število proizvodov $\left[\frac{\text{kos}}{\text{serijo}}\right]$

$te_{1,j}$ – čas na enoto mere za izvedbo j – te operacije $\left[\frac{\text{Nh}}{\text{kos}}\right]$

$c_{DM,j}$ – cena ure dela na delovnem mestu, kjer se izvaja j – ta operacija $\left[\frac{\text{€}}{\text{h}}\right]$

j – indeks operacije

Masa kosa in cena materiala sta:

$$M_m = 3823,5 \text{ g} = 3,8 \text{ kg} \left(\text{pri gostoti jekla } 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$c_m = 0,670 \left[\frac{\text{€}}{\text{kg}} \right]$$

Zato je strošek materiala:

$$S_m = c_m \cdot M_m = 3,8 \cdot 0,670 = 2,546 \text{ €} \quad (5)$$

Strošek materiala se zaradi uvedbe metode SMED ne spremeni, spremeni pa se direktni strošek izdelave.

Pri trenutnih razmerah (velikost serije, čas izdelave na enoto mere, cena delovnega mesta, čas priprave delovnega mesta) je strošek izdelave za hidravlično stiskalnico HVO:

$$m = 300 \frac{\text{kos}}{\text{serijo}}$$

$$te_1 = 0,004 \frac{\text{Nh}}{\text{kos}}$$

$$c_{DM} = 34,16 \frac{\text{€}}{\text{h}}$$

$$tp_1 = 0,308 \frac{\text{Nh}}{\text{serijo}}$$

$$S_{i1} = \left(\frac{tp_1}{m} + te_1 \right) \cdot c_{DM} = \left(\frac{0,308}{300} + 0,004 \right) \quad (6)$$

$$\cdot 34,16 = 0,172 \text{ €}$$

Strošek izdelave po uvedbi metode SMED na hidravlični stiskalnici HVO je prikazan v enačbi (7), po uvedbi dodatnega delavca pa v enačbi (8).

$$tp_2 = 0,218 \frac{\text{Nh}}{\text{serijo}}$$

$$S_{i2} = \left(\frac{tp_2}{m} + te_1 \right) \cdot c_{DM} = \left(\frac{0,218}{300} + 0,004 \right) \cdot 34,16 = 0,161 \text{ €} \quad (7)$$

$$tp_3 = 0,116 \frac{\text{Nh}}{\text{serijo}}$$

$$S_{i3} = \left(\frac{tp_3}{m} + te_1 \right) \cdot c_{DM} = \left(\frac{0,116}{300} + 0,004 \right) \cdot 34,16 = 0,150 \text{ €} \quad (8)$$

Lastne cene izdelka za te tri primere so podane v enačbah (9), (10) in (11).

$$c_{D1} = S_m + S_{i1} = 2,546 \text{ €} + 0,172 \text{ €} = 2,718 \text{ €} \quad (9)$$

$$c_{D2} = S_m + S_{i2} = 2,546 \text{ €} + 0,161 \text{ €} = 2,707 \text{ €} \quad (10)$$

$$c_{D3} = S_m + S_{i3} = 2,546 \text{ €} + 0,150 \text{ €} = 2,696 \text{ €} \quad (11)$$

3.5.1 Ekonomska analiza zmanjšanja serije

Opazovana serija je obsegala 300 kosov jeklenih plošč. Če zmanjšamo serijo na 40 kosov, lahko izdelujemo več manjših serij. Če upoštevamo spremembo in naredimo ponoven izračun, upoštevajoč enačbe (6–11), zapisujemo rezultate v spodnji Preglednici 4.

Preglednica 4. Direktni strošek izdelave izdelka glede na čas priprave in velikost serije

		Obstoječe stanje	1 delavec + SMED	2 delavca + SMED
Obstoječa serija	cD [€]	2,718	2,707	2,696
Manjša serija	cD [€]	2,946	2,869	2,811

Zanima nas tudi, koliko serij več lahko izdelamo na letni ravni z vpeljanimi spremembami, vključujoč tudi zmanjšanje velikosti serije. Privzeli smo dvoizmensko delo (7,5 h) v 21 delovnih dneh na mesec pri 11,5 mesecih v letu. Za primer sedanjih razmer, uvedene metode SMED in dodatnega delavca navajamo število izdelanih serij nser na letni ravni v enačbah (12–14).

$$n_{ser1} = \frac{2 \cdot izm \cdot t_{del}}{t_{ser1}} = \frac{2 \cdot 1811,25}{0,468} = 7740 \frac{1}{\text{leto}} \quad (12)$$

$$n_{ser2} = \frac{2 \cdot izm \cdot t_{del}}{t_{ser2}} = \frac{2 \cdot 1811,25}{0,378} = 9583 \frac{1}{\text{leto}} \quad (13)$$

$$n_{ser3} = \frac{2 \cdot izm \cdot t_{del}}{t_{ser3}} = \frac{2 \cdot 1811,25}{0,276} = 13\,125 \frac{1}{\text{leto}} \quad (14)$$

Prihranki glede na obstoječe stanje in uvedeno metodo SMED oz. dodatnega delavca na letni ravni znašajo (enačbi (15) in (16)):

$$Pr_{12} = (n_{ser2} - n_{ser1}) \cdot (c_{D1-40} - c_{D2-40})$$

$$Pr_{12} = (9583 - 7740) \cdot (2,946 - 2,869) = 141,91 \text{ €}$$

$$Pr_{23} = (n_{ser3} - n_{ser1}) \cdot (c_{D1-40} - c_{D3-40})$$

$$Pr_{23} = (13125 - 7740) \cdot (2,946 - 2,811) = 726,98 \text{ €}$$

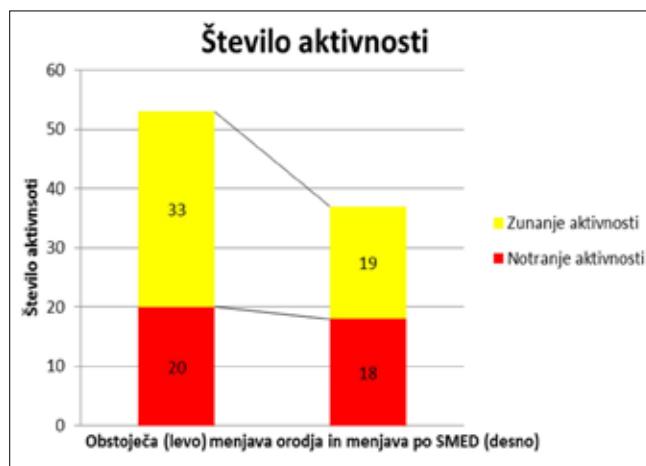
Urejeno prikazujemo razliko v številu serij in prihrank v Preglednici 5.

Preglednica 5. Povečano število serij in prihrank na letni ravni

	$N_{ser2} - N_{ser1}$	$N_{ser3} - N_{ser1}$
Število serij	1843	5385
Pr [€/leto]	141,91	726,98

4 Rezultati in diskusija

Pri obstoječem stanju smo popisali 53 aktivnosti, od tega 33 zunanjih in 20 notranjih. Z eliminacijo nepotrebnih (preglednica 2) smo uspeli zmanjšati število notranjih aktivnosti na 18, zunanjih pa kar na 19. Po metodi SMED naštejemo le 37 aktivnosti. Razlika znaša 326 s oz. 16 aktivnosti. Zmanjšanje števila aktivnosti prikazujemo na *sliki 2*.

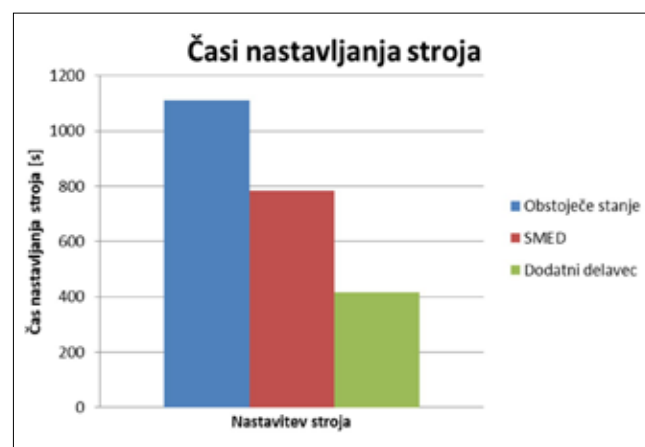


Slika 2. Primerjava v številu aktivnosti

Kot smo omenili, smo v koraku Analiza eliminirali določene aktivnosti (npr. obriše orodje), največji poudarek pa smo dali na to, da je delavec po koncu izdelave prejšnje serije opravil čim več aktivnosti ob stroju. Delavec bo torej po izdelavi zadnjega kosa odvil in pospravil vse pridrževalce, odstranil vse nepotrebne ključke, krpe in ostali pomožni material. Uredil bo okolico stiskalnice, da bo omogočen takojšen dostop z viličarjem do stroja. Ko bo z viličarjem odpeljal gotove izdelke v naslednji obdelovalni proces, se bo na poti nazaj ustavil v pisar-

ni oddelka in prevzel delovni nalog za naslednjo serijo. Tako bo lahko z viličarjem nadaljeval pot v skladišče orodij in do delovnega mesta takoj pripeljal novo orodje, ga namestil, odpeljal viličar na dogovorjeno mesto (izven transportne poti), prišel nazaj do delovišča in nadaljeval z namestitvijo pridrževalcev in izbiro delovnega programa (glede na podani delovni nalog).

Skrajšanje časa za vse tri obravnavane primere prikazujemo na *sliki 3*.



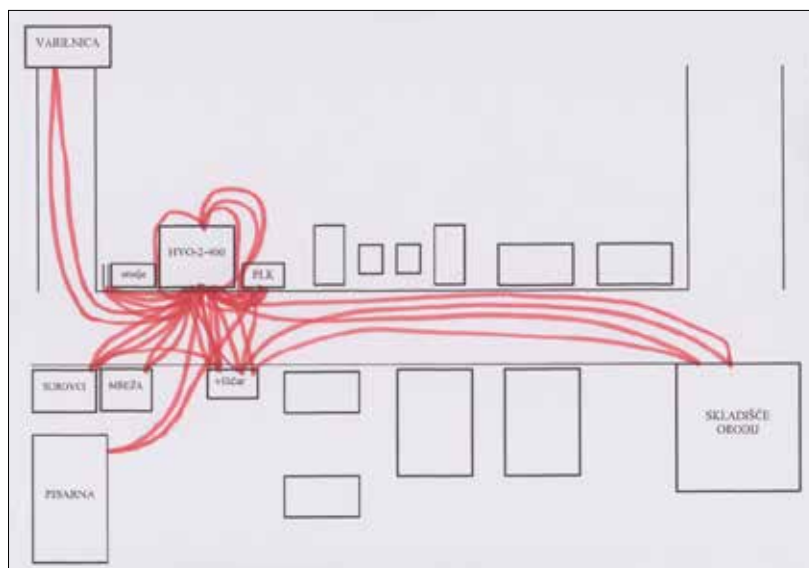
Slika 3. Časi za menjavo serije

Ko smo v proces menjave uvedli dodatnega delavca, smo morali posvetiti izjemno veliko pozornost časovnemu balansiranju aktivnosti obeh delavcev, da je čim manj »mrtvega časa«. Kljub pazljivosti in natančnemu premisleku se še vedno med aktivnostma *Pogleda plan dela in izbere program za naslednjo serijo* in *Doda spodnji pridrževalac in ga privije* pojavi 79 s neizkoriščenega časa. Zaradi fizičnih omejitev te slabosti ne moremo odpraviti. Problem je namreč tudi v transportu, saj bi bilo nekoliko lažje, če bi vsak delavec upravljal svoj viličar. Tega ne moremo zagotoviti, saj so viličarji na oddelku zelo zasedeni in bi zelo redko oba prišla istočasno do svojega viličarja. Viličar pa tudi ne sme stati ob stroju, saj s tem ovira transportno pot skozi delovno halo in mora po izvedeni nalogi na svoje mesto.

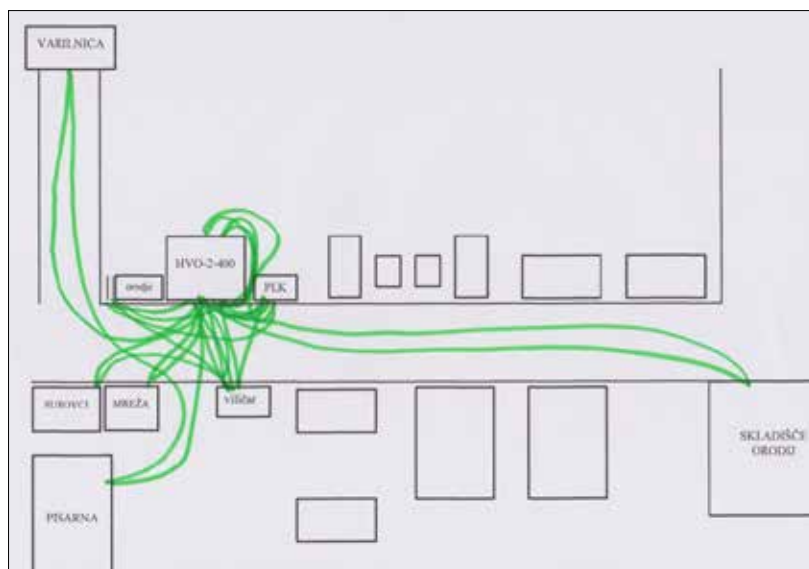
Kljub vsemu pa smo z metodo SMED dosegli zmanjšanje časa za pribl. 29 %, z dodatnim delavcem pa kar za 62,5 %.

Glede na začetku postavljeno tezo – zmanjšanje v prvem koraku za 50 % – svojega cilja nismo dosegli. Pri tem pa velja opozoriti, da imajo hidravlične naprave nameščen dvoročni varnostni vklop z omejitvami, ki smo jih že navedli zgoraj. Zato smo z doseženim zadovoljni, predvsem pa s tem, da smo z dodatnim delavcem, ki za podjetje ne predstavlja dodatnega finančnega bremena, dosegli prihrank ob zmanjšanju serije v višini pribl. neto plače delavca (726,98 €/leto).

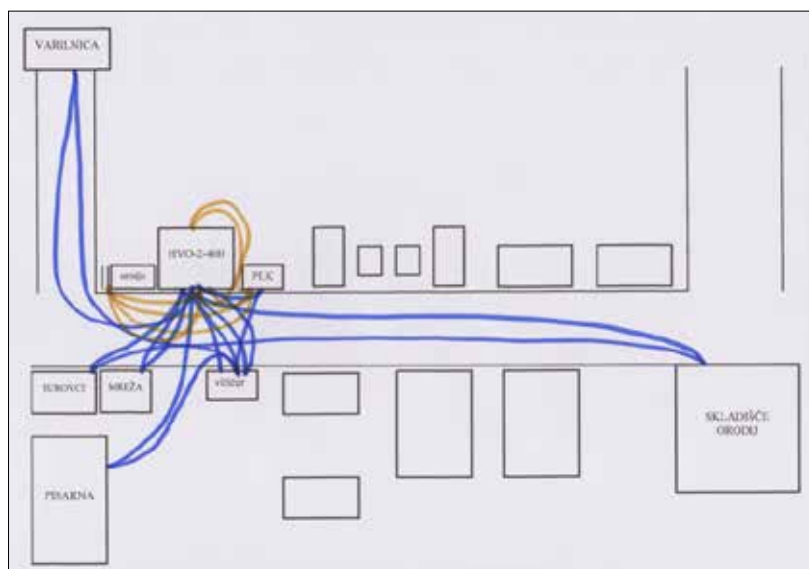
Za boljšo predstavbo o poteh, ki jih mora delavec opraviti, smo narisali špagetne diagrame za primer obstoječega stanja, stanja po metodi SMED in stanja, ko aktivnosti izvajata dva delavca. Vidimo jih na *slikah 4, 5 in 6*.



Slika 4. Špagetni diagram obstoječega stanja



Slika 5. Špagetni diagram po metodi SMED



Slika 5. Špagetni diagram z dvema delavcema

5 Zaključek

Predstavili smo metodo SMED za hitro menjavo serij in izmerili čase aktivnosti pri menjavi orodja na hidravlični stiskalnici HVO-2-400 v podjetju SIP Strojna industrija, d. d.

Z uporabo navedene metode smo pokazali, kako se s preprostimi pristopi lahko pripomore k zmanjšanju neproduktivnega časa v proizvodnji.

Ob vključitvi dodatnega delavca pri procesu menjave smo dosegli zmanjšanje časa menjave orodja za 62,5 % ter ob predpostavki, da celo leto izdelujemo enak izdelek v enaki velikosti serije v dveh izmenah, dosežemo prihranek 726,98 € (na letni ravni).

Za doseg takšnih razlik je bilo potrebno dosledno upoštevati temeljna načela metode in fizične omejitve, ki se ugotovijo z opazovanjem procesa v realnosti. Prav tako je to zahtevalo »pametno« razporeditev aktivnosti, da smo časovno balansirali delo obeh delavcev. Prispevek je napisan v sodelovanju z industrijo, zato lahko ostalim podjetjem služi kot primer pristopa k problemu in že vsebuje določene rešitve, podkrepjen pa je tudi s številkami.

Po izvedeni izboljšavi z metodo SMED predlagamo njeno ponovitev čez pol leta. Če bi želeli še večje zmanjšanje pripravnega časa, bi bila potrebna investicija v izboljšanje stroja oz. nakup novega. Prav tako je lahko izboljšava tudi preureditev prostora, pri čemer bi bila skladišče orodij in odvoz gotovih izdelkov bližje stroju.

Viri

- [1] J. Kušar, T. Berlec, F. Žefran, M. Starbek: Reduction of machine setup time. Strojniški vestnik – Journal of Mechanical Engineering 56/2010/12, str. 833–845.
- [2] P. Guzmán Ferradás, K. Salonitis: Improving changeover time: a tailored SMED approach for welding cells. V: P. F. Cunha (ur.): 46th CIRP Conference on Manufacturing Systems. Setúbal, Portugalska, 2013, str. 598–603.
- [3] Shingo, S.: A Revolution in Manufacturing: The SMED System. Productivity Press, Portland, 1985.

- [4] Shingo, S.: A Study of the Toyota Production System From an Industrial Engineering Point. Productivity Press, Portland, 1989.
- [5] Starbek, M., Petrišič, J., Kušar, J.: Extended ABC Analysis. Strojarstvo 42/2000/(3/4), str. 103–108.
- [6] Kušar, J., Berlec T., Duhovnik, J., Grum, J., Starbek, M.: Ugotavljanje in izkoriščanje skritih logističnih zmožnosti podjetja, Strojniški vestnik-Journal of mechanical engineering 51/2005/6, str. 304–329.
- [7] Perinić, M., Maričić, S., Gržinić, E.: Primjena SMED metode kao jednog bitnih alata za unaprjeđivanje proizvodnje, Strojarstvo 53/2011/5, str. 399–404.

Fast changeover of series – SMED method

Abstract: If the company wants to follow the customers' wishes, problem of multiple die change occurs because it means production of smaller series. Die changeover time can be reduced with use of SMED method, which does not require a large financial investment, since it is based on the conversion of internal operations to external operations or the removal of unnecessary operations. We have shown the use of SMED method on the hydraulic press, which has integrated two hand safety control switch. After implemented measures an economic viability was carried out.

Keywords: lean manufacturing, time of die changeover, machine setup time, SMED method, setup time improvement, costs reduction

MIEL®

OMRON
DISTRIBUTOR

MODRA ŠTEVILKA
080 - MIEL
080 - 6435

Avtomatizacija in pogoni

- PLK sistemi
- Omrežja
- Operatorski paneli (HMI)
- Frekvenčni pretvorniki
- Servo sistemi
- SCADA
- Industrijski roboti

Industrijske komponente

- Mehanski in polprevodniški releji
- Časovni releji
- Števci
- Programabilni releji
- Stikalni napajalniki
- Stikala
- Temperaturni in procesni regulatorji
- Digitalni prikazovalniki
- Nivojski regulatorji

Senzorika

- Senzorji z optičnimi vlakni
- Induktivna stikala
- Fotoelektrični senzorji
- Dajalniki impulzov
- Kamerni sistemi in senzorji
- RFID sistemi

Varnostna tehnika

- Varnostne zavesne in senzorji
- Varnostni moduli
- Varnostna stikala
- Varnostni releji
- LED signalni stolpiči



**POSEBNE CENE KOMONENT ZA ELEKTRO
OMARE IN KRMILNE NAPRAVE
do 31.12.2016**

sa želene vrednosti omogoča tudi nadzor delovanja. Posebne funkcije omogočajo začetno inicializacijo in ročno posluževanje ventila. Ob izpadu električne energije je možno z ročnim kolesom mehansko nastavljati delovni hod ventila.

■ 3 Primeri uporabe

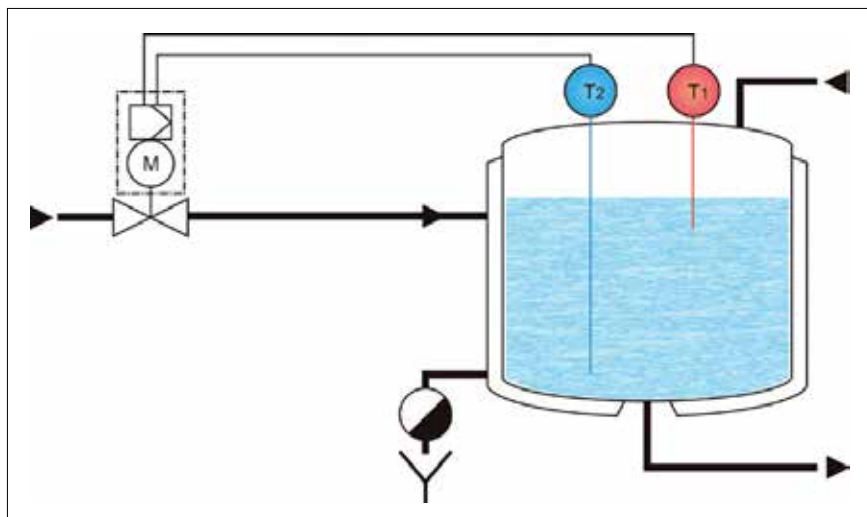
Učinkovita metoda za reguliranje temperature v aplikacijah ogrevanja/hlajenja je vgradnja regulacijskih ventilov s pogonom v obstoječe cevovode ogrevalnega oziroma hladilnega medija. Na električnem pogonu, ki ima že integriran dvo-kanalni krmilnik, je nameščen tudi kontrolni panel s prikazovalnikom, s pomočjo katerega lahko vplivamo na delujoč proces na samem mestu vgradnje.

V nadaljevanju so prikazani trije primeri regulacije vzdrževanja ustrezne temperature v industrijskih napravah.

■ 3.1 Regulacija ogrevanja z določitvijo povprečne vrednosti in izklopom pri želeni vrednosti

V osnovi deluje naprava samo z enim senzorjem (T1 z rdečo oznako) kot regulator ogrevanja s točno določeno vrednostjo ter vklopom/izklopom delovanja s tipkama I in O (slika 2). Poleg tega se vklop in izklop naprave/procesa lahko alternativno krmilita od zunaj, po binarnem vhodu (npr. s sistemom SCADA). Želena vrednost se lahko regulira/korigira na samem mestu vgradnje v določenem prednastavljenem območju s pomočjo gumbov s puščico gor in dol na krmilniku. Če se želi preklopiti na način hlajenja namesto ogrevanja, je to mogoče enostavno storiti s spremembo številke izbrane sheme aplikacije na krmilniku.

Aplikacijo krmiljenja na fiksno želeno vrednost lahko dopolnimo z dodatnim senzorjem (T2, modre barve). Krmilnik nato na podlagi obeh senzorjev (T1 in T2) izračuna povprečno vrednost. V praksi se lahko takšen primer regulacije uporablja



Slika 2. Naprava z regulacijo ogrevanja fiksno nastavljenе vrednosti

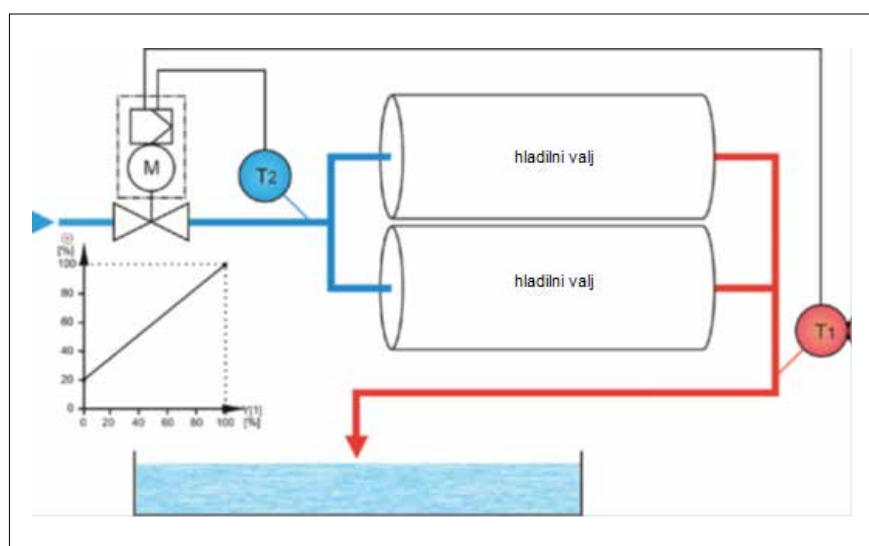
za tekočine v reakcijski posodi z različnimi temperaturnimi sloji. Dve različno dolgi potopni tulci s tipali sta uporabljeni za lokalizacijo dveh meritvenih točk. Krmilnik omogoča tudi različne korekcije povprečne vrednosti, npr. z upoštevanjem večkratnikov posamezne meritve, in s tem enakomerne korekcije povprečne vrednosti.

■ 3.2 Regulacija hlajenja z omejevalnikom temperature povratka

Primer kaže reguliranje diferenčne temperature med vstopno temperaturo (T1) in temperaturo povratka (T2) pri dveh hladilnih valjih. Želena

temperaturna diferenca se v krmilnik vnese kot želena vrednost regulacije. Karakteristika regulacije služi kot mehanski obtok (bypass), ki letega nadomesti. Pri povečani zahtevi po hlajenju se v skladu z nastavitvijo v vgrajenem krmilniku odpre regulacijski ventil.

Poleg diferenčne temperature prvega regulacijskega kanala se hkrati regulira temperatura povratnega voda z nastavljeno omejitvijo na minimalno vrednost preko drugega regulacijskega kanala. Tako imamo s pomočjo elektromotornega regulacijskega ventila z integriranim krmilnikom zelo kompaktno rešitev za krmiljenje dveh regulacijskih funkcij.



Slika 3. Regulacija diferenčne temperature z omejevalnikom temperature povratka

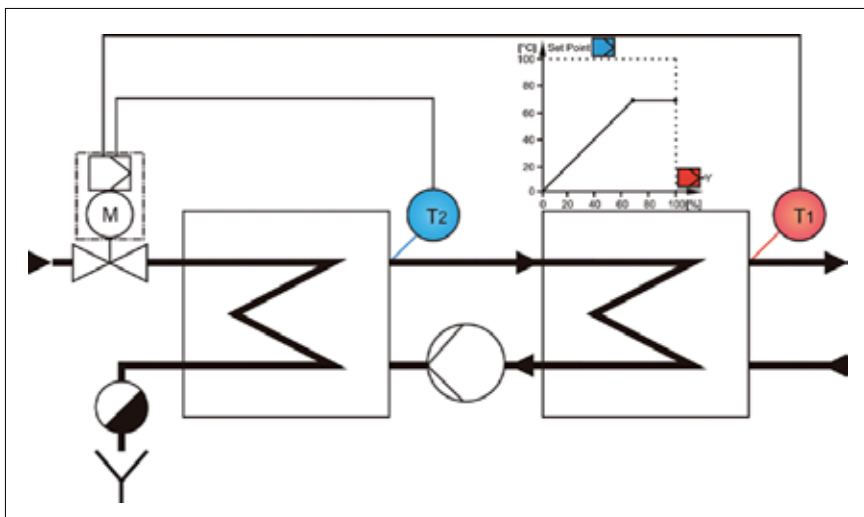
■ 3.3 Kaskadna regulacija ogrevanja z omejitvijo želene vrednosti

Za kaskadno regulacijo sta na voljo dva kanala, kar pomeni, da eden služi kot glavni, drugi pa kot pomožni regulator (slika 4). Prvi senzor (T1) se uporablja za zajem primarne veličine glavnega regulacijskega kroga. Drugi senzor (T2) pa se po drugi strani uporablja za zajem pomožne regulacijske veličine v sledečem regulacijskem krogu. Praktičen primer je aplikacija pasterizacije živil. Pri tem je potrebno paziti, da je nastavljena regulirna vrednost sledečega regulacijskega kroga omejena, da se izdelki v nobenem primeru ne morejo pregrejati. Funkcija omejevanja je integrirana v krmilniku.

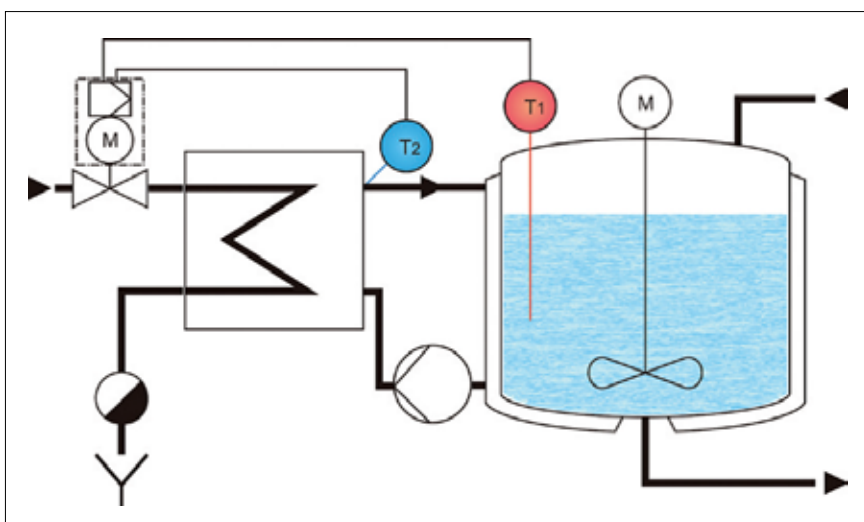
Za primer na sliki 5 je mogoče regulacijo temperature enostavno izbrati iz že vnaprej nastavljenih sistemskih shem. S prenosom izbora na elektromotorni pogon z vgrajenim procesnim krmilnikom so vnaprej določene nastavitve izbrane in nastavljene, enota pa je že pripravljena za obratovanje. Po potrebi je mogoče tudi individualno prilagajanje.

■ 4 Ekonomski učinek

V idealnem primeru bi se morali stroški nakupa običajno povrniti v enem do dveh let. V primerjavi reguliranega in nenadzorovanega hlajenja je ocenjeni prihranek znašal 50 odstotkov energije. Slika 3 kaže primer regulacije hladilnih valjev, ki je bil prvotno izveden brez regulacije – zaprto ali odprto stanje. Z vključitvijo regulacije pa so končni testi pokazali, da je možno z reguliranjem prihraniti med 30 do 80 odstotki energije.



Slika 4. Kaskadna regulacija za pasterizacijo živil



Slika 5. Kaskadna regulacija za regulacijo temperature tekočine v reakcijski posodi

Z uporabo komponent podjetja Samson je možno v povprečju prihraniti tudi do 60 odstotkov energije. Tako se sama investicija projekta lahko povrne tudi v enem letu. S tem so izpolnjene tudi želje in cilji končnih uporabnikov.

Nadaljnje informacije:

Gia-S Industrijska oprema d. o. o.,
Industrijska cesta 5, 1290 Grosuplje, Slovenija, tel.: 01 7865 300,
faks: 01 7863 568, info@gia.si,
www.giaflex.com, www.samson-slo.com



Mednarodni strokovni sejem
za industrijsko in profesionalno elektroniko

International Trade Fair
for Industrial and professional electronic

25.-27.01.2017
Celje, Slovenija



icm
PASSION FOR PERFECTION

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

AIG'17

6. in 7. april 2017, Hotel City Maribor

Avtomatizacija v industriji in gospodarstvu

Organizator: Društvo avtomatikov Slovenije in Univerza v Mariboru, FERl

Izvedba konference:

Vabljeni predavanja, predstavitve člankov, študentska sekcija, podelitev nagrad Tehnološke mreže, razstava pokroviteljev in borza kadrov.

Časovni mejniki:

Prijava prispevkov (naslov članka in povzetek): 16.1.2017

Prijava razstavljalcev: 1.2.2017

Obvestilo o izboru: 10.2.2017

Oddaja člankov: 1.3.2017

Prijava udeležbe: do začetka konference

Cenik konference

Kotizacija za udeležence: 200 EUR.

Vključuje vstop na predavanja, ogled razstave, večerjo in družabno srečanje na prvem dnevu konference, zbornik referatov in priložene materiale.

Za informacije smo vam na voljo:

dr. Boris Tovornik, boris.tovornik@guest.um.si, tel. 041 742 327

dr. Nenad Muškinja, nenad.muskinja@um.si, tel. 02 220 7162

ali na <http://www.aig.si/>



Mednarodni pravni status vodje zrakoplova – 3. del

Aleksander ČIČEROV

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

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

Vodja zrakoplova mora imeti ves čas leta nadzor nad osebami in tovorom na krovu zrakoplova. Tu so tri kategorije oseb: posadka, potniki in slepi potniki (ang.: clandestine passengers). Po vsebini se naloge vodje zrakoplova glede na te tri kategorije oseb razlikujejo. Glede posadke ima absoluten nadzor, posadka pa mu je dolžna pomagati pri vodenju zrakoplova in vzdrževati red med letom. Vodja zrakoplova nadzoruje tudi potnike in njihovo udobje. Potniki nimajo glede njega nobene posebne dolžnosti, lahko pa mu pomagajo, če tako želijo. Slepi potniki nimajo nobenih pravic. Vodja zrakoplova pa zoper nje lahko uporabi vse potrebne ukrepe, da zagotovi njihovo nevmešavanje v normalne operativne postopke. Prav tako zagotovi, da se zoper take potnike po pristanku ukrene vse, kar je potrebno. To pa še ni vse. Vodja zrakoplova se med letom lahko znajde v situaciji, ki je zunaj nadzora človeške volje: tu gre za primere rojstva, smrti, poroke ali oporoke pa še kaj bi se našlo.

Še v pripravah na oblikovanje osnutka Konvencije o pravnem

statusu vodje zrakoplova je ICAO želela pridobiti soglasje glede meja obsega pravic vodje zrakoplova glede disciplinskih ukrepov. Dejstvo je, da je vodja zrakoplova odgovoren za vodenje in varnost zrakoplova ter za varnost vseh oseb na krovu. To pomeni, da mora po najkrajši poti obvestiti pristojne oblasti o vsaki možni napaki v zrakoplovu, hkrati pa mora dopolnjevati tudi potno knjigo. Mnoge države so menile, da gre za pristojnosti, ki naj bi bile urejene v nacionalni zakonodaji, zato je Pravni odbor ICAO povabil države, da proučijo vprašanje pooblastil v njihovih nacionalnih zakonodajah in posredujejo svoje predloge. Ta poziv sicer ni pripeljal do posebne konvencije glede pristojnosti vodje zrakoplova, pač pa do sprejema **Konvencije o kaznivih dejanjih in nekaterih drugih dejanjih, storjenih na krovu zrakoplova** (Tokio, 1963). Ta Konvencija se med drugim ukvarja tudi z disciplinskimi ukrepi, ki jih lahko izreka vodja zrakoplova, s pomembnim poudarkom, da tega ne dela kot sodnik, ker za to ni usposobljen, pač pa kot vodja posadke, ki je odgovoren za vzdrževanje reda med letom vse do trenutka, ko se taka obveznost prenese na pristojne oblasti. Pa si pogledjmo, kaj pravi v tej zvezi Tokijska konvencija.

III. poglavje Tokijske konvencije se ukvarja s pooblastili vodje zrakoplova. Če ima vodja zrakoplova razlog, da verjame, da bo oseba na krovu zrakoplova storila prekršek ali kaznivo dejanje ali je na tem, da ga stori, lahko v odnosu do te osebe uporabi kateri koli upravičen ukrep, vključno z zaprtjem. Razumljivo je, da morajo ukrepi upoštevati varnost zrakoplova, oseb in tovara ter red in disciplino na krovu. Tu je potrebno opozoriti na to, da v primeru ukrepov za pridržanje vodja zrakoplova lahko izkrca oziroma izroči nepokorno ali neposlušno osebo pristojnim oblastem, pri čemer lahko uporabi ali pooblasti za pomoč člane posadke, ne pa seveda preostalih potnikov. Države pogodbenice morajo ugoditi zahtevi vodje zrakoplova, ki je sicer registriran v drugi državi pogodbenici, da izkrca osebo, ki je storila prekršek (ang.: infraction), za katerega ima vodja zrakoplova pravico, da ukrepa. Če je vodja zrakoplova prepričan, da je oseba storila kaznivo dejanje (ang.: serious offence), ki se kaznuje po kazenskem zakonu države registracije zrakoplova, lahko tako osebo izroči kateri koli državi pogodbenici, kjer pristane. Ob tem predstavi tej državi tudi vse potrebne informacije (dokaze). Tokijska konvencija izvzema vodjo zrakoplova, posadko, potnike, lastnike in operatorje

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

zrakoplova v odnosu do osebe, ki je bila izročena, odgovornosti za škodo (ang.: prejudice), ki je pri tem nastala.

Rekli smo že, da se vodja zrakoplova lahko med letom sreča s primeri, ki niso pod njegovo kontrolo. Mislimo na rojstva, smrti, poroke, oporoke, skratka dejanja in extremis. Kako naj vodja zrakoplova reagira v teh primerih?

Vodja zrakoplova nima potrebnega pravnega znanja, da bi lahko nastopal kot uradni predstavnik države oz. matičnega urada ali notarja. Pa tudi, če bi imel te pristojnosti, se pojavi vprašanje, katero pravo uporabiti, če gre za potnika, ki ni državljan države registracije zrakoplova. Imamo težavo. Pravno pravilo nam sicer pomaga odgovoriti na zadrego: uporabi naj se pravo kraja, kjer se je dejanje zgodilo (lat.: locus regit actum). Toda še vedno ostaja dejstvo, da vodja zrakoplova nima pooblastil izdati rojstni list, poročni list, mrliški list in podobno. Da bi zadevo še bolj zapletli, je treba vedeti, da vodja zrakoplova pristaja v državah, ki niso države registracije in se njihovo nacionalno pravo ne ujema v vseh zahtevah za izdajo navedenih dokumentov. Seveda se lahko vprašamo, kaj pa vodja zrakoplova v takih primerih lahko stori ali mora storiti? Nič prav gotovo ne! Ne da bi se spuščali v podrobnosti, lahko rečemo, da o dogodkih na krovu zrakoplova naredi povzetek in navede priče, ki bi kasneje lahko podpisale pravno pravilno sestavljene listine. Ti povzetki, zapiski ali beležke imajo pozneje lahko močno dokazno vrednost. Kaj pa tovor?

Razmere letenja se lahko med letom močno spremenijo. Vremenske razmere, tehnične pomanjkljivosti tovara ali pošte lahko »prisilijo« vodjo zrakoplova, da nevarni tovor in pošto odvrže. Tu pa sta dva problema: kdo bo odločil, da se nekaj odvrže in po katerem pravu? Zadošča posvet s posadko? Žal je tudi v tem primeru vodja zrakoplova tisti, ki sprejme končno odločitev. Aneks 2 določa, da se iz zrakoplova ne sme nič odvreči, razen, ko to predpišejo pri-



Vodja zrakoplova se po pomoč lahko obrne tudi na posadko

stojne oblasti. To je teoretično sicer mogoče, je pa nepraktično. Včasih pomeni odvreči tovor rešiti človeška življenja! Tudi to bi bil lahko razlog, da bi konvencija natančno določila pravico vodji zrakoplova, da odvrže tovor ali pošto v nujnem primeru.

Kaj pa se zgodi med nesrečo ali po njej?

V takih primerih govorimo o spremembi poti (ang.: rerouting). ICAO in aneksi ne govore nič o tem. V primeru tehnične okvare ali slabega vremena bo vodja zrakoplova vendarle moral oceniti možnost, da spremeni pot. Delno nam pri tem lahko pomagajo odločitve sodišč. Sodišče je v nekaterih primerih dalo prav vodji zrakoplova pri njegovi odločitvi o spremembi poti (glej primer *Ministère Public et Mlle Herbinière vs. Boularne*, RFDA 156 (1957) in *Dakar Court v RFDA* 164 (1957) ter *Dames Ficher e tal. Vs. Sabena v RFDA* 411 (1950)).

Med letom lahko pride do nesreče ali nezgode (ang.: accident, incident). Vodja zrakoplova mora o tem takoj čim bolj natančno obvestiti operatorja, pri čemer zbere tudi vse dokaze, ki jih je mogoče zbrati. O tem obvesti tudi pristojne službe na letališču, kjer je vzletel oziroma bo pristal.

Konec poleta in zaključek načrta leta

Pooblastila vodje zrakoplova začnejo veljati v trenutku priprav na let in veljajo vse do trenutka, ko zrakoplov doseže namembni kraj oziroma ga nadomesti drug vodja zrakoplova. Takrat prenehajo veljati pooblastila tako do posadke kot do potnikov in tovara.¹ Vodja zrakoplova je osvobojen vsake osebne odgovornosti za tovor od trenutka, ko carinski organi ali njihovi predstavniki prevzamejo tovor.

Ob koncu poleta mora vodja zrakoplova zaključiti načrt leta. Poročilo o prihodu bo narejeno osebno ali po radiu čim prej po pristanku (Aneks 2), razen če služba nadzora zračnega prometa na letališču pristanka ne predpiše drugače.

Pri reševanju in pomoči (omenjeno v Pariški, Madridski in Havanski konvenciji) se opremo na Čikaško konvencijo. 25. člen, ki govori o zrakoplovu v nevarnosti, določa: »Vsaka država pogodbenica se obvezuje, da bo v skladu s svojimi možnostmi pomagala zrakoplovom v nevarnosti na svojem ozemlju. Dovolila bo, da

¹ Glej podrobno Matte, nav. delo, str. 74.

bodo lastniki zrakoplovov ali pristojni organi države, v kateri je zrakoplov registriran, upoštevaje nadzor njenih organov, nudili okoliščinam primerno pomoč. Pri iskanju pogrešanega zrakoplova bo vsaka država pogodbenica sodelovala pri usklajenih ukrepih, ki se občasno priporočijo v skladu s to konvencijo.« Malo moti le dejstvo, da Čikaška konvencija ni jasna (ne določa natančno), kaj je mišljeno z izrazom »ozemlje«. Gre za kopno (terra firma), teritorialno morje ali teritorialni zrak (zrak pod suverenostjo posamezne države – op. avtorja).

Z vprašanjem pomoči in reševanjem se je septembra 1934 ukvarjala tudi CITEJA. Osnutek konvencije, ki se žal ukvarja samo s pomočjo na morju, je bil predložen v podpis kot *Konvencija za poenotenje nekaterih pravil za pomoč in reševanje zrakoplova ali z zrakoplovom na morju*. Ločimo tri situacije;

- a) pomoč kateri koli osebi, ki je v nevarnosti, da izgine na morju, vendar v takem obsegu, da to resno ne ogrozi zrakoplova, njegove posadke in potnikov oziroma druge osebe;
- b) če gre za osebo, ki je v nevarnosti, da izgine, pa je v zrakoplovu oziroma zaradi poškodbe zrakoplova, poveljnik ladje ravna tako kot vodja zrakoplova pod a;
- c) tretji odstavek 2. člena navedene konvencije pa opredeljuje, kdaj gre za pomoč. Dolžnost nuditi pomoč nastopi samo, če je zrakoplov ali ladja pripravljena za odhod ali vzlet in je sposobna nuditi ustrezno pomoč.

Kaj pa sankcije in zoper koga v primeru, ko je zrakoplov dolžan pomagati in tega ne stori? Kdo je odgovoren – vodja zrakoplova, operator ali lastnik? Vodja zrakoplova bi se lahko znašel v zelo čudnih razmerah. Operator mu je prepovedal nuditi pomoč v stiski drugemu zrakoplovu. Konvencija ni odgovorila na taka vprašanja. Vprašanje nadomestitve škode tistim, ki so pomagali, ni urejeno. Kot je to običajno, je vprašanje remuneracije (odškodovan

vanja) prepuščeno nacionalni zakonodaji. Ob tem pa ostaja odprtih še veliko vprašanj: delitev odškodnine med operatorjem in posadko, kaj je mišljeno z »osebjem«, katero nacionalno pravo bo uporabljeno, kaj se zgodi, če je reševanje na odprtem morju? CITEJA z osnutkom ni uspela in vprašanja še danes niso rešena.

S trčenji v zraku se ne ukvarja še nobena konvencija. Osnutek nima posebnih določb, ki bi se nanašale na vodjo zrakoplova.

ICAO je vprašanje reševanja in pomoči uvrstil v Aneks 12. Glede vodje zrakoplova ureja dve situaciji:

- postopki v zvezi z opazovanjem nesreče,
- postopki v primerih, ko vodja zrakoplova prestreže klic ob nevarnosti prve stopnje (ang.: distress call).

Če vodja zrakoplova opazi, da je zrakoplov v nevarnosti (prve stopnje), bo, razen če tega ne more storiti ali pa bi bilo glede na primer to nerazumno, opazoval zrakoplov v težavah vse do takrat, ko njegova prisotnost ni več nujna oziroma ni več sposoben ostati v njegovi bližini, določil bo položaj zrakoplova, poročal reševalnemu centru podatke glede identifikacije zrakoplova, položaj, čas opazovanja, število oseb, ki jih je opazil, ali osebe zapuščajo zrakoplov, plavajo, v kakšni fizični kondiciji so, in ravnal v skladu z navodili koordinacijskega reševalnega centra. Če prvi zrakoplov oziroma vodja tega zrakoplova ne more vzpostaviti zveze s koordinacijskim reševalnim centrom, bo prevzel koordinacijo z vsemi zrakoplovi, ki pridejo na kraj nesreče, oziroma predal vodenje tistemu vodji zrakoplova, ki lahko vzpostavi komunikacijo s koordinacijskim centrom reševanja (Aneks 12, 5.8.1.1.). V Aneksu 12 je podrobno predpisan postopek, če vodja zrakoplova prestreže klic ob nevarnosti prve stopnje (Aneks 12, 5.9.).

V primerjavi z Bruseljsko konvencijo (ki še ne velja) je Aneks 12 uporabljiv za vse države, ki so podpisale

Čikaško konvencijo. Teh pa je 193. Kljub temu se večkrat pojavi vprašanje (Matte), ali je zrakoplov sploh sposoben nuditi pomoč drugemu zrakoplovu v nesreči? Pomoč seveda ne pomeni samo neposredne pomoči. Zrakoplov ima na krovu precej instrumentov, s katerimi lahko sporoči kraj nesreče, pa tudi usposobljeno posadko, ki lahko pomaga z rešilnimi jopiči, napihljivimi splavi, signalnimi raketami in še čim.

Poglejmo še ravnanje vodje zrakoplova v primeru, ko je potrebno izpeljati sanitarne ukrepe na krovu zrakoplova. Tu se opiramo na Haaško in Washingtonsko konvencijo.

Mednarodna sanitarna konvencija za zračno plovbo (ang.: The International Sanitary Convention, Haag 1933, Washington 1944) določa sanitarne ukrepe na krovu zrakoplova. Haaška konvencija zahteva, da vodja zrakoplova, ki opravlja mednarodni let, pripravi pred pristankom ali med pristankom na pooblaščenem letališču države pristanka zdravstveno izjavo (ang.: declaration), ki jo izroči pristojni službi. Od njega se lahko zahteva, da pokaže spričevala, ki dokazujejo, kakšni ukrepi so bili izvedeni pred odhodom ali med postanki. Konvencija celo zahteva, da je vodja zrakoplova na razpolago sanitarnim oblastem za vsa vprašanja, ki se nanašajo na javno zdravje na krovu zrakoplova. Če pa pristane na letališču, ki nima ustrezne sanitarne službe, mora o tem obvestiti najbližjo lokalno oblast v primeru, če je zrakoplov okužen (ang.: infected) ali je bil na okuženem področju, da bi lahko pristojne oblasti izvedle vse potrebne ukrepe po konvenciji. Lahko pa ga preusmerijo na letališče, ki ima ustrezne sanitarne službe. Če vodja zrakoplova želi izkrcati obolelo osebo, mora o tem čim prej obvestiti letališče.

■ 6.3 Pravice in dolžnosti po zasebnem pravu

Poleg pravic in dolžnosti po mednarodnem letalskem pravu ima vodja zrakoplova še pravice in dolžnosti po zasebnem pravu glede na osebe in tovor. Tokrat gre za odnos vodje

zrakoplova do delodajalca, torej zaposlenega do prevoznika.

Če je prevoznik oziroma njegov agent storil vse, da bi se izognil škodi, v primeru napake vodje zrakoplova ne odgovarja za tako škodo.² Pojavi pa se težava, ker ni jasno, ali se navedeni dokumenti nanašajo tudi na agenta prevoznika, kar vodi zrakoplova tudi je. Težava je tudi v tem, da je vodja zrakoplova z vidika (neomejene) odgovornosti za škodo bolj ranljiv kot letalska družba. Čeprav mednarodne konvencije poizkušajo doseči rešitev tega vprašanja, odgovornost vodje zrakoplova ni posebej jasno opredeljena, kar terja ureditev, ki bi jo prinesla konvencija o statusu vodje zrakoplova. Vodja zrakoplova tudi ni odgovoren v primeru, če zrakoplov zamuja, razen če zamude ne povzroča njegovo brezbržno obnašanje. Odškodnino je v takem primeru potrebno zahtevati od letalske družbe.

Vodja zrakoplova je tudi zaposlen. Njegov poklic je povezan z mnogimi profesionalnimi tveganji. Čeprav se število nesreč zmanjšuje zaradi tehničnih izpopolnitev zrakoplovov, je opravljanje poklica še vedno povezano s številnimi posebnimi okoliščinami. Zelo majhno število

pilotov konča pogodbo o zaposlitvi v določenem roku. Veliko se jih odloči zapustiti delo in le 9,7 % jih še pilotira po 39. letu.³ Seveda pa vodja zrakoplova ni samo pilot. Je tudi agent prevoznika. Kot agent je soočen z odločitvami, ki jih sprejema daleč od lastnika zrakoplova. Tu se odpirajo številna težka vprašanja: bo vodja zrakoplova nosil stroške nakupa goriva in olja, ki ju je zrakoplov porabil preveč, kdo bo plačal zdravlila, zdravnika v primeru nesreče, ali lahko zaveže letalsko podjetje brez soglasja lastnika in še kaj? Tu gre za vprašanje mandata. Naj bo zapisan ali usten? Seveda operatorju nič ne preprečuje, da z vodjem zrakoplova dogovorita ali zapišeta vse podrobnosti, v katerih bo vodja zrakoplova moral sprejemati odločitve brez soglasja lastnika ali operatorja. Matte zastopa stališče, da ima vodja zrakoplova tihi pristanek letalskega operatorja, da zmanjša stroške povesod, kjer je mogoče, pri čemer pa bi bilo koristno to zapisati.

■ 7 Zaključki *de lege lata*

Vodja zrakoplova je najprej pilot, večš vodenja zrakoplova in sposoben odločati v kritičnih trenutkih vodenja zrakoplova. Odgovoren je za posadko, potnike in tovor, ki ga pre-

važ. Odgovoren je za spoštovanje mednarodnega letalskega prava in seveda nacionalnega prava v državah, kjer pristaja. Njegove odločitve so velikokrat končne in odločajo o varnem letenju. Je pa tudi zaposlen, podaljšana roka lastnika letalske družbe, njegov agent, sklepa civilno-pravne pogodbe, rešuje zapletena vprašanja, ki jih ne more predvideti vnaprej, npr.: sestava oporoke na krovu zrakoplova ali celo sklenitev zakona. Kaj pa v primeru terorističnega napada? CITEJA je 1926. leta začela proučevati njegovo odgovornost in položaj. Pustimo ob strani dejstvo, da se je CITEJA ukvarjala z vprašanji zasebnega prava in je bila zato neprimerna za kaj takega. Status vodje zrakoplova zahteva mednarodno konvencijo. Druga svetovna vojna je prekinila napore, nastajale pa so tudi druge mednarodne konvencije, ki so po drobcih urejale njegov status. S tem se pa ni nič spremenilo. Status vodje zrakoplova je potrebno urediti. Osnutek konvencije je podlaga za tak poizkus. Skupaj z določbami Čikaške konvencije bi lahko bil storjen odločen korak naprej. Žal smo spet pri nastanku nove konvencije (tokrat Pekinške), ki le parcialno ureja položaj vodje zrakoplova.⁴

Se nadaljuje

International Legal Status of the Aircraft Commander

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

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

² M. Pavliha in P. Vlačič, *Prevozno pravo*, GV Založba, Ljubljana 2007, uvrščata med pomembnejše mednarodne letalske (obligacijske) sporazume Varšavsko konvencijo (1929), Konvencijo o priznanju pravic na letalu (1948), Konvencijo o škodi, ki jo tuja letala povzročijo tretjim osebam na zemlji (1952, 1978), Haaški protokol (1955), Guadalajarsko konvencijo (1961), Gvatemalski protokol (1971), Montrealski protokol št. 1, 2, 3, in 4 (1975), Montrealsko konvencijo (1999), Uredbo (ES) št. 2027/97 o odgovornosti letalskih prevoznikov v zvezi z letalskim prevozom potnikov in njihove prtljage, mednarodno obligacijsko letalsko pravo. Podrobnosti glej v navedenem delu, str. 180 in naprej.

³ Matte, nav. delo, str. 94 in naprej.

⁴ Besedilo Mednarodne organizacije civilnega letalstva o pravnem statusu vodje zrakoplova iz leta 1947 je na vpogled v tekstu N. M. Matteja *The International Legal Status of the Aircraft Commander*, The Carswell Company Limited, Toronto, Canada, 1975.

ABB YuMi®, prvi resnično sodelujoč dvoročni robot na svetu

YuMi je še en korak v strategiji družbe ABB na višji ravni, s katerim naznanja novo dobo robotskih sodelavcev, ki so sposobni za skupinsko delo z ljudmi, medtem ko še vedno zagotavlja varnost ljudi v bližini robota.

ABB, vodilna skupina v energetiki in avtomatizaciji je predstavila robota YuMi, prvega dvoročnega robota na svetu, ki je resnično sposoben sodelovanja z ljudmi.

Uvedba robota YuMi je še en korak v strategiji družbe ABB na višji ravni, ki je namenjen pospeševanju trajnostnega ustvarjanja vrednosti. Strategija se osredotoča na tri prednostna področja ABB-jeve rasti: dobičkonosnost, brezpogojna izvedba in poslovno usmerjeno sodelovanje. Družba je usmerila rast dobičkonosnosti s premikom težišča proti hitro rastočim končnim trgov, povečanju konkurenčnosti in znižanju tveganja pri poslovnih modelih.

»Nova era robotskih sodelavcev je tukaj in sestavni del naše strategije na višji ravni,« je dejal generalni izvršni direktor pri ABB Ulrich Spiesshofer. »YuMi omogoča realno sodelovanje med ljudmi in roboti. To je rezultat dolgoletnih raziskav in razvoja, ki bo spremenil način interakcije med ljudmi in roboti. YuMi je element naše strategije interneta stvari, storitev in ljudi, ki skupaj ustvarjajo avtomatizirano prihodnost.«

Leta 1974 je ABB uvedel prvega industrijskega robota na svetu, mikroprocesorsko nadzorovanega in popolnoma električno gnanega, in s tem sprožil sodobno revolucijo v robotiki. ABB ima zdaj instaliranih več kot 250.000 robotov po celem svetu. Z uvedbo YuMi tako ABB znova premika meje v robotski avtomatizaciji, ki v bistvu širi vrste industrijskih procesov, ki so lahko avtomatizirani z roboti.

Nekatera proizvodna področja se spreminjajo zelo hitro, kot je na



primer montaža majhnih delov. Zlasti industrija elektronike beleži vrtoglav vzpon povpraševanja po proizvodih, ki presega ponudbo kvalificirane delovne sile. Ker konvencionalne metode montaže ne zagotavljajo ustrezne kakovosti, so proizvajalci prisiljeni strateško in ekonomsko vlagati v nove rešitve.

BCG-jeva raziskava na primer napoveduje, da se bo do leta 2025 z uvedbo naprednih robotov v številnih panogah povečala produktivnost do 30 odstotkov in da se

bodo znižali skupni stroški dela za 18 odstotkov ali več v državah, kot so Južna Koreja, Kitajska, ZDA, Japonska in Nemčija.

Medtem ko je bil YuMi zasnovan posebej za izpolnjevanje prilagodljivih in okretnih nalog za potrebe kupcev v proizvodnji elektronike, pa ima enako vlogo v aplikacijah montaže majhnih delov. Te lastnosti so odraz dvojnih robotskih rok, fleksibilnih rok, univerzalnih delov dodajalnega sistema, zasledovanja lokacij s kamerami, programiranja



preko vodenja ter modernega in natančnega nadzora gibanja.

YuMi lahko zahvaljujoč svoji varni zasnovi deluje v zelo tesnem sodelovanju z ljudmi. Ima lahko in togo magnezijevo ogrodje, prekrito s plavajočim plastičnim ohišjem, ki je ovito v mehko oblazinjenje za blažitev udarcev. YuMi je kompaktne izvedbe, ima človeške dimenzije in človeške gibe, zato se ljudje kot sodelavci robota počutijo varno in udobno – to je lastnost, za katero

je YuMi pridobil prestižno oblikovalsko nagrado Red Dot, najboljšo od najboljših.

YuMi je sposoben zaznati nepričakovan vpliv, kot je trčenje s sodelavcem, in lahko prekine svoje gibanje v milisekundah, gibanje pa se lahko ponovno zažene z enostavnim pritiskom na gumb play na nadzorni konzoli. YuMi tudi nima točke ukleščenja, tako da se nič občutljivega ne poškoduje, ko se osi odpirajo in zapirajo.

Vse rešitve ABB Robotics so v celoti podprte preko ABB Roboticeve svetovne prodajne in podporne mreže v 53 državah in na več kot 100 lokacijah.

Za več dodatnih informacij obiščite spletno stran www.abb.com/robotics.

Vir: www.abb.com

Pripravil: Mihael Debevec,
UL, Fakulteta za strojništvo

Okrov senzorjev za eksplozivna delovna okolja – SRBE

Podjetje FESTO predstavlja nov okrov senzorjev – SRBE, ki pomeni cenovno ugodno in zanesljivo tehnično rešitev, kadar so pri avtomatizirano ali ročno vklopljenih procesnih ventilih potrebna optična ali električna zaznavala položaja oziroma senzorji v eksplozivni atmosferi. SRBE je po vsem svetu certificiran po ustreznih zaščitnih standardih za eksplozivno okolje. Robustna konstrukcija v IP67/NEMA4X je ustrezna tako za notranjo kot zunanjo vgradnjo.



Slika 1. Okrov senzorjev SRBE

Okrov senzorjev SRBE je primeren za številne primere uporabe, kar pomeni veliko prilagodljivost. Zaradi številnih variant mehanskih, induktivnih ali magnetnih stikal je izredno fleksibilen in zato tako pri-

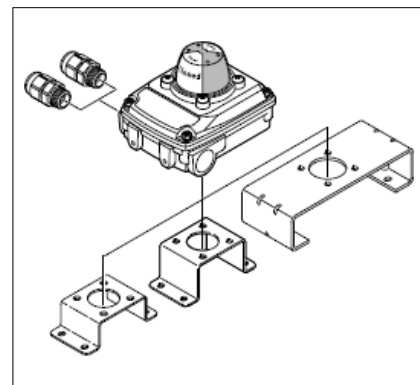
meren za veliko paleto aplikacij. Ima dva kablenska vhoda, zato je mogoče hkrati priključiti magnetne ventile ali druge naprave. Dobro viden kazalnik omogoča enostavno ugotovitev stanja tudi z velike razdalje. Zahvaljujoč vgrajenim priključnim mostičnim nosilcem je mogoče okrov senzorja hitro in enostavno prigraditi na zasušni pogon ventilov oziroma loput z dimenzijo luknje po priporočilih VDI/VDE 3845 (slika 2). SRBE se na zasušni pogon ne montira le enostavno in hitro, temveč ga je mogoče tudi enostavno vključiti v pogon, ker se pogonska os nastavi brez dodatnega orodja.

Okrov SRBE je certificiran po standardih ATEX, cCSAusin IECEx za uporabo v potencialno eksplozijsko nevarnih okoljih. Instalacija je mogoča brez varnostnih ovir ali preklopnega ojačevalnika NAMUR za potencialno eksplozivna okolja.

Robustna konstrukcija ne omogoča samo uporabe v eksplozijsko nevarnih okoljih, temveč je uporaba varna tudi v okoljih, kjer je voda oziroma aceten.

Nekaj tehničnih podatkov:

- okrov: aluminijeva litina, prevlečena z epoksi prevleko,
- kablenske uvodnice: 2 x M20 x1,5



Slika 2. Izvedbe priključnih mostičnih nosilcev

- ali 2 x NPT 1/2",
- optični prikazovalniki stanja: 3D OPEN – CLOSE (rumen/rdeč),
- pritrditev: predmontirani montažni mostični nosilci (slika 2),
- električni priključki: pritrdilna letev,
- priključek za magnetni ventil: dva kablenska vhoda za skupno električno napajanje senzorskega okrova in magnetnega ventila,
- število stikal: 2 oziroma 4 pri mehanskih stikalih,
- vrsta stikal: mehanski, induktivni, reed kontaktniki.

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

Dvižni nosilec za ekrane – MONITORLIFT

Podjetje INOTEH dopolnjuje svoj prodajni program z dvižnim nosilcem za ekrane (MONITORLIFT) proizvajalca BANSBACH. Sistem omogoča spravlanje ekrana v pohišтво v zelo kratkem času in brez električne energije. S pomočjo samozapiralne plinske vzmeti se ob rahlem dotiku na zgornji del ekrana ta samodejno pripelje ven (slika 1). Ekran je tako viden samo takrat, ko ga potrebujete.



Slika 1. Plinska vzmet Click system



Slika 2. Monitorlift

V dvignjenem in odprtem položaju je mogoče ekran vrteti za 360°, možen je tudi nagib za 45° (slika 2). S temi nastavitvami se lahko zagotovi optimalen pogled na ekran.

Lastnosti:

- hod: 400 mm (več na povpraševanje),
- velikost ekrana: do 24",

- pritrditve VESA 100 x 100 ali 75 x 75,
- največja masa ekrana: do 6 kg.

Več informacij o proizvodih BANSBACH dobite pri podjetju INOTEH.

Vir: INOTEH, d. o. o., K železnici 7, 2345 Bistrica ob Dravi, tel.: +386 (0)2 665 11 34, fax: +386 (0)2 665 20 81, gp@inoteh.si, www.inoteh.si



HYDAC
HYDAC d.o.o.
Zagrebska c. 20
2000 Maribor
T.: (02) 460-15-20
info@hydac.si

Krmilnik NX1 – kompakten v velikosti, močan po funkcionalnosti

Podjetje MIEL d.o.o. predstavlja nov krmilnik NX1, ki dopolnjuje družino krmilnikov stroja NX/NJ z vso svojo funkcionalnostjo.



Krmilnik NX1 v kompaktnem ohišju

Krmilnik NX1 omogoča sinhronizirano krmiljenje servo pogonov (Motion Control), vhodno-izhodnih enot, varnostnih modulov, sistemov strojnega vida – z uporabo v integriranem in enotnem razvojnem okolju Sysmac Studio.

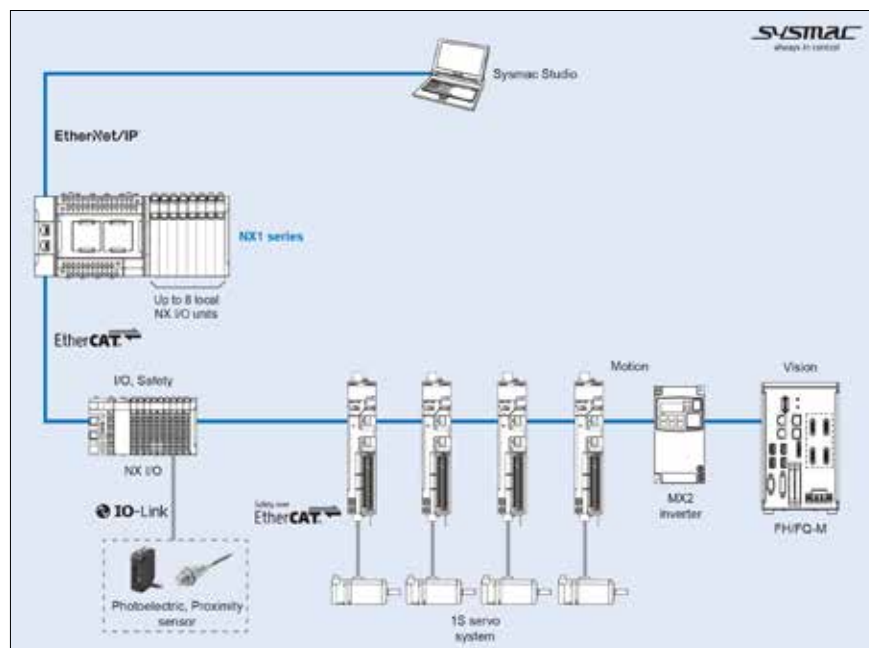
Zmožljivosti NX1 se kažejo v:

- hitrem cikličnem času 2 ms,
- vgrajenih funkcijah, kot so logične sekvence in Motion Control,
- krmiljenje do 8 servo osi (4 od njih so lahko sinhronizirane),
- vgrajenih vhodih in izhodih; na voljo je model s 40 I/O ali model s 24 I/O,
- razširitvi do 8 enot I/O iz širokega nabora serije NX,
- vgrajenem vmesniku EtherCAT in Ethernet/IP,
- priključitvi do 16 enot EtherCAT Slave,
- možnostjo priključitve do 2 opcijskih modulov za serijsko komunikacijo ali 2 analognih enot V/I.

Integrirano razvojno okolje Sysmac Studio

Enotno razvojno okolje omogoča programerjem in razvojnim inženirjem konfiguriranje, programiranje, simuliranje in monitoring projekta na preprost način. Napredno programsko orodje za serijo krmilnikov

- vision sistem FH in FQM, strojni vid in senzorika,
- mrežne komponente GX,
- pametna senzorika E3 N,
- ZW serija merilnih senzorjev,
- ostala orodja za načrtovanje HMI in orodja za konfiguriranje industrijskih omrežij.



Primer konfiguracije krmilnika NX1 s perifernimi enotami

stroja NJ omogoča logične funkcije, motion in vision na enotni platformi.

Produkti, ki jih podpira Sysmac Studio, so:

- serija krmilnikov NJ/NX,
- NA-serija HMI-vmesnikov,
- NX-serija I/O-enot in varnostnih enot,
- G5-serija servo pogonov,
- MX2-serije in RX-serija frekvenčnih pretvornikov,

Enotna programska oprema za konfiguriranje vseh naprav po eni povezavi vam omogoča popolno in učinkovito razvojno okolje. Trenutno je na voljo verzija Sysmac Studio V1.14.

Vir: MIEL, d. o. o., Efenkova cesta 61, 3320 Velenje, tel.: +386 3 777 70 00 fax: +386 3 777 70 01, internet: www.miel.si, e-pošta: info@miel.si

Varnostni krmilnik MOSAIC

MOSAIC je nov modularni in programirliji varnostni krmilnik podjetja ReeR za zaščito strojev in naprav (slika 1). Varnostni krmilnik MOSAIC omogoča istočasno kontrolo več varnostnih elementov in izvajanje ukazov za popolno zaščito. Na varnostni krmilnik MOSAIC lahko priključimo varnostne zaveske, izklop v sili, dvoročne vklope, laserske skenerje, fotocelice, varnostne zaklepe in ostale varnostne komponente.



Slika 1. Varnostni krmilnik MOSAIC

Krmilnik MOSAIC ima modularno zasnovo, ki omogoča dograditev razširitvenih modulov, kar zagotavlja popolno prilagodljivost in integracijo v sam varnostni del aplikacije. Na voljo je tudi nov MCT-vmesnik, ki omo-

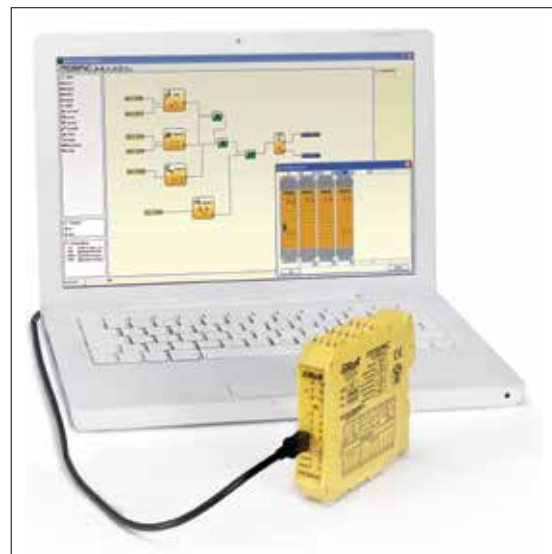
rožuje povezovanje več varnostnih funkcij na različnih strojih v eno proizvodno linijo (slika 2).

Programiranje varnostnega krmilnika MOSAIC poteka s pomočjo programa Mosaic Safety Designer (MSD), ki je dobavljiv z vsakim varnostnim krmilnikom in omogoča enostavno nastavitve krmilnika v nekaj preprostih korakih (slika 3). Uporaba funkcije »povleci in izpusti« s svojo funkcionalnostjo zelo olajša delo na samem krmilniku, saj ji lahko izberete in nastavite različne funkcije varnosti, ki so prikazane z ustreznim simbolom. Med programiranjem vas že sam program opozori na morebitne napake in nelogične povezave, kar omogoča visoko stopnjo varnosti in preprečevanje napak pri programiranju. Mosaic Safety Designer (MSD) omogoča nastavitve različnih nivojev zaščite z gesli za dostop pooblaščenih oseb v sam krmilnik, kar pripomore k dodatni varnosti.

Za programiranje in nastavitve varnostnega krmilnika MOSAIC se uporablja priloženi USB-kabel. Vse aplikacije, narejene na varnostnem krmilniku, se lahko dodatno shranjujejo na spominsko kartico MCM, ki omogoča shranjevanje in prenos shranjenega programa na druge varnostne krmilnike MOSAIC.

Standardne lastnosti:

- stopnja varnosti: SIL 3 PL e, Cat. 4,
- brezplačna programska oprema za nastavitve krmilnika (Mosaic Safety Designer),
- majhne dimenzije (posamezne dimenzije modulov so 22,5 x 99 x 114,5 mm),
- možnost 128 vhodov in 16 OSSD-parov,
- možnost priklopa največ 14 razširitvenih modulov na en krmilnik (master unit),
- komunikacija med moduli preko hitre MSC-komunikacije (MSC – Mosaic Safety Communication),
- enostavna diagnostika preko vgrajenih LED-diod ali programa MSD,
- odstranljiva spominska kartica za



Slika 3. Programiranje varnostnega krmilnika MOSAIC

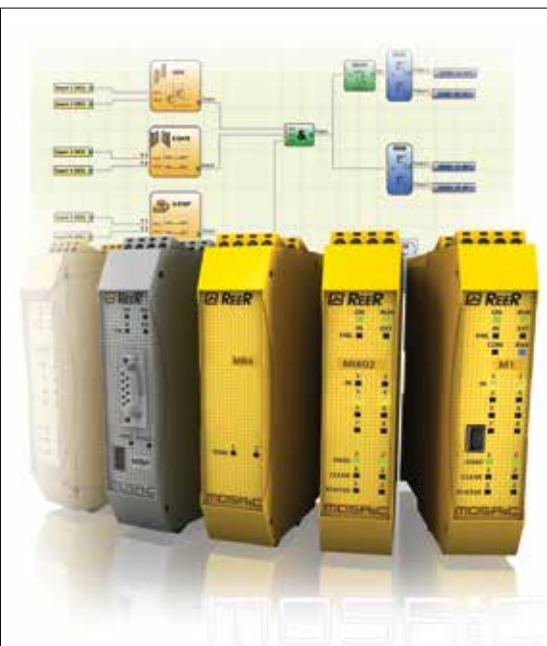
prenos in shranjevanje.

Moduli:

- enota M1 Master – 8 varnostnih vhodov in 2 ločena programirlija dvokanalna izhoda »solid state«,
- razširitveni modul MI8O2 z 8 varnostnimi vhodi in 2 OSSD-paroma,
- razširitvene enote MI8 in MI16 z 8 in 16 varnostnimi vhodi,
- razširitvena enota MI12T8z 12 varnostnimi vhodi,
- razširitvene enote MO2 in MO4 z 2 ali 4 OSSD-pari z ločenim EDM in programirlijim statusnim izhodom Start/Restart,
- relejska enota MR2 in MR4 z 2 ali 4 varnostnimi releji,
- razširitvena enota MO-R4 z relejskim izhodom,
- razširitvena enota MB za priklop na najpopularnejše komunikacijske protokole: BP-PROFIBUS DP, MBEI-Ethernet IP, MBEC-EtherCAT, MBEP-Profinet, MBD-DeviceNet, MBC-CANopen MBU (Universal Serial Bus).

Več informacij: http://www.ps-log.si/produkti.php?m_skupina=104

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



goča povezovanje vhodno-izhodnih

Nova inovativna črpalka - iSTEP

Krmiljene dozirne črpalke Sera so močne, robustne in natančne ter prilagodljive. Za izboljšanje črpalk so pri Seri za njihovo krmiljenje razvili nov koračni motor in ga dogradili membranski črpalčki ter tako dobili nov inteligen in zanesljiv model serije iSTEP®.



Inovativna črpalka iSTEP



Barvni prikazovalniki stanja

Nov pogon je še posebej primeren tam, kjer se zahteva zelo natančno in zanesljivo doziranje. Črpalko odlikuje široka možnost nastavitve hitrosti oziroma kapacitete doziranja 1 : 1000 in skoraj neomejeno področje uporabe.

V kombinaciji z ustrezno mikroprocesorsko-krmilno elektroniko in novim pogonom ima črpalka številne nove funkcije, ki jih je mogoče izbirati s pomočjo snemljivega grafičnega prikazovalnika (elektronike)

in vrtljivega potisnega gumba, ki omogoča uporabniku, da prilagodi potrebne parametre.

Za optično signalizacijo statusa delovanja je prigraden grafični zaslon s spremembo barve.

Vir: HENNLICH, d. o. o., Podnart 33, 4244 Podnart, tel.: (0)4 532 06 03 faks: (0)4 532 06 20, internet: www.hennlich.si, istep.sera-web.com/, e-mail: gros@hennlich.si, ga. Mojca Gros

JAKŠA
MAGNETNI VENTILI
od 1965

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



www.jaksa.si



Jakša d.o.o., Šlandrova 8, 1231 Ljubljana
T (0)1 53 73 066, F (0)1 53 73 067, E info@jaksa.si

Dvojne osi za velike momente in velike mase bremena – HIWIN

Strokovnjaki za pogonsko tehnologijo podjetja HIWIN so ponudbi linearnih osi dodali nov model, to je dvojna linearna os HD. Os je učinkovita, zmogljiva in prilagodljiva.

Linearna dvojna os HD je sestavljena iz dveh osi z jermenskim prenosom moči HM-B, ki sta povezani s sinhronsko gredjo. Kot pri vseh linearnih moduli HIWIN je tudi pri tej osi izbor zelo širok. Izbirati je mogoče različne dolžine in razdalje med osema, ki ju je mogoče naročiti po korakih enega milimetra. Jamstvo za maksimalno prilagodljivost!

Potrebujete velike hitrosti? Velike razdalje med osmi? Težav ni. Sinhrona gred zagotavlja zanesljiv prenos moči na obe osi. Zaradi dimenzij je gred izjemno odporna na torzijo, kar pomeni, da niso potrebne dodatne ojačitve. Končne dimenzije so tako lahko manjše.



Dvojna linearna os HD

Visokokakovostne dvojne osi HD lahko prenesejo velike napore in obremenitve in so še posebej primerne kot osnova za sisteme z več osmi ali aplikacije, pri katerih se zahtevajo široke površine ali pa je potrebna dodatna podpora.

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

Ventilski otok serije ES05

Podjetje AVENTICS razširja ponudbo ventilskih otokov z novo serijo ES05. To je inteligenčen, ekonomičen in uporabniku prijazen ventilski blok, ki ga je mogoče sestaviti z enim orodjem. Serija ES05 omogoča vgradnjo samostojnega ventila ali več ventilov v ventilski otok (slika). Sestava ventilskega otoka še nikoli ni bila tako hitra in enostavna, saj je število komponent minimalno, potencialni kupci pa lahko blok preprosto in hitro sestavijo tudi sami. Zadostuje eno orodje, saj so poenoteni vsi uporabljeni vijaki. Montaža traja le minuto ali dve (<https://www.youtube.com/watch?v=p8SjZ9yWtZs>).

Kompaktni sistem je izdelan iz visokokvalitetnih polimernih materialov in je razširljiv v koraku po dve ventilske mesti do 12 monostabilnih ali bistabilnih ventilov. Ventilske otoke lahko uporabniki konfigurirajo s prostim dostopom na spletni strani podjetja AVENTICS.



Ventilski otok serije ES05

Krmiljenje ventilov je mogoče izvesti na več načinov, in sicer individualno preko električnih konektorjev (Form C industry), ki so izvedeni v zaščiti IP65, preko serijskega adapterja (D-Sub), IO-Linka ter fieldbusa AES, ki so izvedeni v zaščitnem razredu IP50.

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

Generator vakuuma piCOMPACT® 23

Podjetje INOTEH je uvrstilo v svoj prodajni program prvi PIAB generator vakuuma z integriranimi kontrolami, imenovan piCOMPACT® 23, ki je nov velik član družine piCOMPACT® in ima številne nove patentirane lastnosti.



Generatorji piCOMPACT® 23 so opremljeni z novimi večstopenjskimi ejektorji COAX® z velikimi pretoki v kombinaciji s spoštovanjem nivojem vakuuma ter z visoko zanesljivostjo tudi v zelo prašnih in vlažnih pogojih delovanja.

Prednosti vakuumskega generatorja piCOMPACT® 23:

- izjemna fleksibilnost in modularnost (do štiri enote si lahko delijo enake pnevmatske priključke),
- možnost ločitve ejektorjev od kontrolne enote (minimiziranje teže),
- izboljšana inteligentna funkcija blow-off (omogoča hitrejše cikle pri manjši porabi zraka),
- komunikacija IO-Link.

Več informacij o vakuumskih generatorjih piCOMPACT® 23 in drugih izdelkih tega proizvajalca PIAB dobite pri podjetju INOTEH.

Vir: INOTEH, d. o. o., K železnici 7, 2345 Bistrica ob Dravi, tel.: +386 (0)2 665 11 34, fax: +386 (0)2 665 20 81, gp@inoteh.si, www.inoteh.si

Pribor za povečanje zmogljivosti brezkrtačnih servomotorjev Parker



Večina servomotorjev ima v svojih karakteristikah podano vrednost maksimalnega navora. Z novim priborom Servo Fan kit, ki je združljiv s serijo Parkerjevih brezkrtačnih servomotorjev SMH/SMB, je mogoče s hlajenjem povečati navor motorja do 25 %, s čimer se znatno poveča zmogljivost obstoječih servomotorjev velikosti 100–115, 142 in 170 mm.

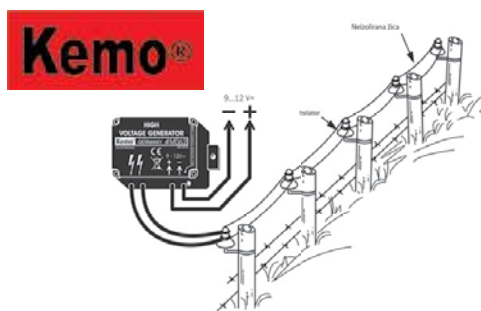
Pribor je na voljo v zaščitnem razredu IP20, je enostaven za vgradnjo in še posebej uporaben za servomotorje, pri katerih se zahteva večja zmogljivost.

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

ELEKTRIČNI PASTIRJI & pašna oprema



SELU0057, SELU0058, SELU0059



M062, M062+



SELU0113, SELU0110, SELU0111

Električni pastir

Dodatki

Cenovno ugodni industrijski roboti

– ROBOLINK

Stojan DROBNIČ

■ 1 Uvod

V podjetju za plastične izdelke IGUS® so razvili manipulatorje – robote, ki so sestavljeni iz lahkih plastičnih členkov, kovinskih cevi, pogonskih enot, kablov in prijemal ter jih je mogoče enostavno sestavljati. Od leta 2011 jih podjetje IGUS prodaja v kit izvedbi z imenom ROBOLINK [1, 2]. So cenovno ugodni in zahtevajo malo vzdrževanja.

Sistem ROBOLINK je mogoče uporabiti za gradnjo široke palete manipulatorjev primi-odloži, humano- idnih robotov, robotov za pomoč invalidom in podobno.

■ 2 Osnovni sestavni deli

Sistem ROBOLINK sestavljajo vrtljivi, nihajni osnovni in dvoosni členki, ki jih je mogoče sestaviti v tri-, štiri-, pet- in šestosno robotsko roko.

Gibanje se od pogonskih enot prenaša na členke z vrvmi (slika 2).

Členki za neposredni pogon s koračnimi motorji ali brez njih se izdelujejo v treh velikostnih razredih (slika 3).

Členke in pogonske enote dopolnjujejo še dve- in triprstna prijemala, senzorji položaja, elementi za pritrditev ter ostali dodatni pribor.

Plastične členke je mogoče nastaviti in razširiti tako, da ustrezajo skoraj vsakemu primeru uporabe. Členki različnih dolžin, oblik in velikosti so opremljeni z dodatnimi krmilnimi kablo, pogonska enota ima priključek za pogon in krmiljenje gibanja.

Stojan Drobnič,
HENNLICH, d. o. o., Podnart



Slika 1. Členki: a – vrtljivi, b – nihajni, c – osnovni, d – dvoosni



Slika 2. Petosna robotska roka s pogonskimi enotami



Slika 3. Členki za direktni pogon

Razen prijemal se lahko dogradijo še druga orodja, kljuge, vakuumske skodelice in kamere.

Nosilnost robotov je do 3 kg, masa samega robota pa je do 2 kg. Natančnost pozicioniranja bremena je ± 1 mm.

■ 3 Primeri

■ 3.1 ROBOLINK® D – z direktnim pogonom



Slika 4. ROBOLINK® D – z direktnim pogonom

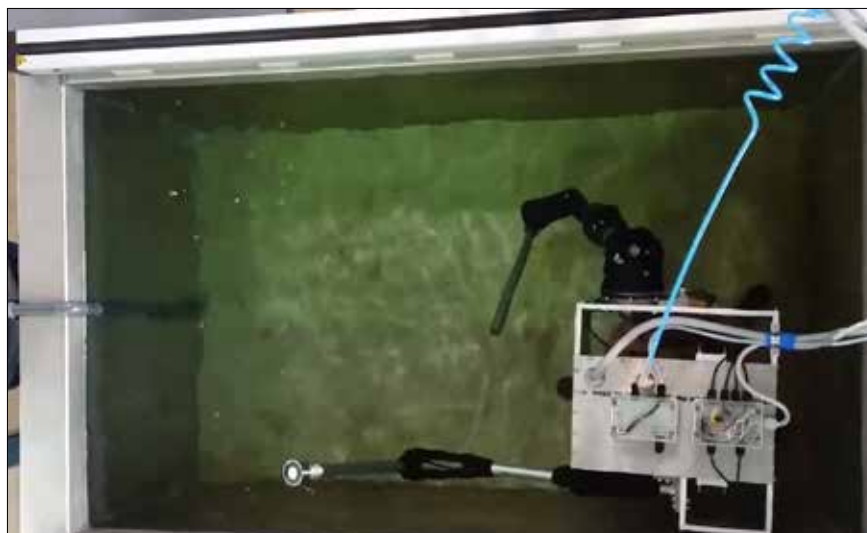
Direktno gnan zglob s plastičnim polžastim zobnikom, natančnim in funkcionalnim. Plastični zobniki so neposredno povezani s pogonom. Lahko ima do 4 osi. Je lahek, modularen in ne potrebuje mazanja. Visoka natančnost in nosilnost.

■ 3.2 ROBOLINK® W – z žičnimi vrvicami

Zglobi z vrvičnim pogonom, v zgloboju je združeno vrtenje in obračanje. Ločen pogon z žičnimi vrvicami, ima lahko do 6 osi, lahek, modularen in ne potrebuje mazanja. Primeren za ročno upravljanje, zelo kompakten zaradi dveh prostostnih stopenj – 2 DOF na zglob.



Slika 5. ROBOLINK® W – z žičnimi vrvicami



Slika 7. Podvodni roboti ROBOLINK®

■ 3.3 ROBOLINK® D dodajanje obdelovancev na stroju za obdelavo

Robotsko roko uporabljajo kitajski proizvajalci obdelovalnih strojev. Sestavljena je iz 4-osnih zgibnih rok s štirimi RL-D-zglobi za podvodno uporabo, iz štirih koračnih motorjev IP65, primernih za uporabo v aplikacijah, kjer se spira s tekočinami, in povezovalnih elementov. Posebne dolžine so izvedene glede na zahteve kupca. Ta robot s pnevmatskim sesalnim prijemalom prime polovico ohišja mobilnega telefona, izdelanega iz aluminija, ki tehta 100 gramov. Natančnost ponavljanja je približno 1 mm, čas cikla je 15 sekund. Robot je v stiku s hladilno tekočino.

■ 3.4 Podvodni roboti ROBOLINK®

Ta potapljaški robot je razvil Habib Nasri na univerzi Leibnitz v Hannoveru. Doktoriral je na inštitutu IPEG na temo »nadzor gibov«. Robot je sestavljen iz preprostega člena ROBOLINK® z dvema prostostnima stopnjama – 2 DOF in ročnega prijemala s štirimi prostostnimi stopnjami – 4 DOF. Vsi členki ROBOLINK® so opremljeni s »podvodnimi senzorji«. Šest koračnih motorjev je nameščenih v centralnem zatesnjenem aluminijastem ohišju.

■ 4 Zaključek

Plastika uspešno prodira na vsa področja našega življenja – od najpreprostejših pripomočkov pa do najbolj zapletenih in zmogljivih tehničnih izdelkov, kot so roboti.

Viri

- [1] Poročilo o projektu: Robolink: Modular Assistive Robot Arm https://web.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-090913-220042/unrestricted/RobolinkMQP_Hudson_Morell_Sept9.pdf (2016).
- [2] ROBOLINK – katalog http://www.igus.eu/content-Data/wpck/pdf/global/DE_robolink_s.pdf (2016).
- [3] Dokumentacija podjetja IGUS®.



Slika 6. ROBOLINK® D na stroju za obdelavo okrova

Pomen dimenzioniranja sistemov s stisnjenim zrakom

1. Uvod

Vsako načrtovanje sistemov s stisnjenim zrakom je individualni projekt s procesnimi zahtevami. Ker je proizvodnja stisnjenega zraka draga, lahko pomanjkanje izkušenj pri projektiranju tovrstnih sistemov povzroči znatno povišanje obratovalnih stroškov (slika 1). Vsaka najmanjša napaka, kot na primer večji padec tlaka v sistemu, lahko povzroči dodatne stroške in s tem manjšo učinkovitost. Neustreznost izbrane opreme lahko prav tako povzroči napake ali manjšo učinkovitost ostalih komponent sistema.

Posledice so vedno enake:

- neustrezna kakovost izstopnega zraka,
- neustrezni obratovalni parametri,
- neustrezna kakovost končnega proizvoda ali proizvodnega procesa.

Na *sliki 1* so prikazani stroški obratovanja sistema s stisnjenim zrakom,

ki jih je mogoče z ustreznim načrtovanjem in vzdrževanjem znatno znižati, prihrani se lahko tudi do 25 % energije.

2. Vplivne veličine in smernice pri načrtovanju

Zasnova nove kompresorske postaje zahteva natančne informacije o potrebnih količinah stisnjenega zraka, ki bodo služile kot osnova za določitev posameznih komponent sistema s stisnjenim zrakom. Prvi korak je analiza in določitev potreb vašega sistema.

Sistem s stisnjenim zrakom je potrebno pričeti načrtovati pri porabnikih stisnjenega zraka, saj ti določajo vse njegove ključne parametre, kot so:

- obratovalni tlak,
- obratovalna temperatura,
- vsebnost olja v zraku,
- vsebnost trdnih delcev v zraku,
- vsebnost vode v zraku,
- vsebnost bakterij v zraku,

- vsebnost vonjav,
- pretok stisnjenega zraka,
- faktor istočasnosti obratovanja itd.

2.1 Kakovost zraka

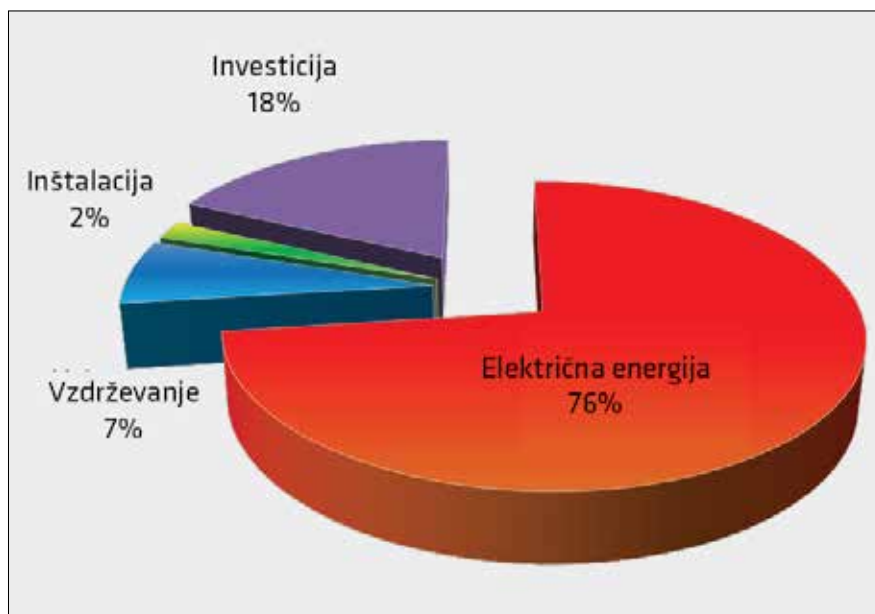
Različni procesi zahtevajo različno kakovost zraka. Posledica višje kakovosti zraka so višji stroški proizvodnje zraka, zato je pri načrtovanju razvoda stisnjenega zraka smotrno združiti sisteme z enakimi ali podobnimi zahtevami.

2.2 Cevni razvod

Distribucijski sistem, cevne zanke, akumulacijski sistem in dobava zraka morajo biti podrejeni miselnosti o čim nižjem tlačnem padcu sistema. Če je distribucijski sistem pravilno zasnovan, bo ta nemočno dobavljal zadostno količino stisnjenega zraka ustreznega tlaka na zahtevano lokacijo. Glavni distribucijski vodi morajo biti bogato dimenzionirani, s čimer so zmanjšane možnosti za visoke tlačne padce, omogočajo pa tudi širitve sistema v prihodnosti.

2.3 Filtri za stisnjen zrak

Kakovost stisnjenega zraka je odvisna od aplikacije. Standard ISO 8573-1 določa šest razredov kakovosti stisnjenega zraka. Z vsako stopnjo kakovosti in s tem tudi stroški proizvodnje stisnjenega zraka naraščajo. Da bi bil sistem stisnjenega zraka stroškovno učinkovit, mora izpolnjevati zahteve aplikacije, vendar jih ne sme presegati. Zato je natančna določitev stopnje filtracije filterjskih vložkov izjemnega pomena.



Slika 1. Stroški obratovanja sistema s stisnjenim zrakom

Tabela 1. Področja uporabe stisnjenega zraka in značilnice

APLIKACIJA	TIPIČNI RAZREDI KAKOVOSTI ISO 8573-1			Ciklonski separator	Prefilter	Mikrofilter	Filter z aktivnim ogljem	Hladilniški sušilnik	Adsor- pcijski sušilnik	Sterilni filter
	Trdni delci	Voda	Olje							
INDUSTRIJA HRANE IN PIJAČ										
Krmilni zrak / pogonski zrak	2	4	2	✓	✓	✓		✓		
Sterilni zrak	1	4	1	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Transportni zrak / procesni zrak	1	3-4	1	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Pakiranje in procesi, modeliranje	1	4	2-4	✓	✓	✓		✓		✓
PAPIR/TEKSTIL/KEMIČNA INDUSTRIJA										
Krmilni zrak / pogonski zrak	2	4	2	✓	✓	✓		✓		
Transportni zrak / procesni zrak	2	4	1	✓	✓	✓	✓	✓		
Zrak za dihanje	1	1	1-3	✓	✓	✓	✓		✓	✓
OBDELAVA KOVIN / LIVARSTVO / INDUSTRIJA STEKLA / INDUSTRIJA PLASTIKE										
Krmilni zrak / pogonski zrak	2	4	2	✓	✓	✓		✓		
Zrak za pihanje / procesni zrak	2	4	1-2	✓	✓	✓	✓	✓		
OBDELAVA POVRŠIN										
Krmilni zrak	2	4	2	✓	✓	✓		✓		
Prašno lakiranje	2	3-4	1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Peskanje	-	4	2	✓	✓	✓		✓	✓	
Lakiranje	2	3-4	1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Zrak za dihanje	1	1	1-3	✓	✓	✓	✓		✓	✓
STROJNIŠTVO / POSTROJENJA										
Krmilni zrak	2	4	2	✓	✓	✓		✓		
Zrak za pihanje	2-3	4	2	✓	✓	✓		✓		
Pogonski zrak	2-3	4	3-4	✓	✓	✓		✓		
Procesni zrak	2	4	1	✓	✓	✓	✓	✓		
MERILNI IN NADZORNI SISTEMI										
3D merilni sistemi	1-2	3-4	1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Merilni in nadzorni sistemi	1-2	3-4	1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
ZRAK ZA SPLOŠNE NAMENE										
Zrak za splošno proizvodnjo / čiščenje	4	5	4	✓	✓			✓		
Strojna orodja	3	5	4	✓	✓			✓		
Pnevmatska orodja	4	4	4	✓	✓			✓		
ELEKTRONIKA										
Proizvodnja mikroelektronike	1	1	1	✓	✓	✓	✓		✓	
MEDICINSKI ZRAK										
Medicinska oprema	1	1	1	✓	✓	✓			✓	✓
Zrak za dihanje	1	1	1-3	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Zobozdravstveni laboratoriji	1	1	1	✓	✓	✓			✓	✓

Tabela je v skladu s priporočili VDMA - Smernica 15399-1 (11/2013)

Tabela je v skladu s priporočili VDMA, Smernica 15390-1 (11/2013).

OMEGA AIR

Air and Gas Treatment

Tabela 2. Razredi kakovosti stisnjenega zraka po ISO 8573-1

RAZRED	TRDNI DELCI			VLAŽNOST IN TEKOČA VODA		OLJE	
	Maksimalno število delcev na kubični meter kot funkcija velikosti delcev, d ⁽¹⁾			Tlačna točka rosišča		Koncentracija olja ⁽²⁾ (tekočina, aerosoli in pare)	
	0,1 µm < d ≤ 0,5 µm	0,5 µm < d ≤ 1,0 µm	1,0 µm < d ≤ 5,0 µm	°C	°F	mg/m ³	ppm/w/w
0	Določeno z opremo uporabnika ali dobavitelja in stroške od razreda 1						
1	≤ 20.000	≤ 400	≤ 10	≤ -70	-94	≤ 0,01	≤ 0,008
2	≤ 400.000	≤ 6.000	≤ 100	≤ -40	-40	≤ 0,1	≤ 0,08
3	Ni določeno	≤ 90.000	≤ 1.000	≤ -20	-4	≤ 1	≤ 0,8
4	Ni določeno	Ni določeno	≤ 10.000	≤ +3	38	≤ 5	≤ 4
5	Ni določeno	Ni določeno	≤ 100.000	≤ +7	45	Ni določeno	Ni določeno
6				≤ ±10	50		
	Masna koncentracija ⁽²⁾ - C _p			Vsebnost tekoče vode ⁽²⁾ - C _w			
	mg/m ³			g/m ³			
6	0 < C _p ≤ 5					Ni določeno	Ni določeno
7	5 < C _p ≤ 10			C _w ≤ 0,5		Ni določeno	Ni določeno
8	Ni določeno			0,5 ≤ C _w ≤ 5		Ni določeno	Ni določeno
9	Ni določeno					Ni določeno	Ni določeno
X	C _p > 10					> 5	> 4

⁽¹⁾ Za kvalifikacijo v določeni razred, morata biti navedena točna velikost in število delcev.
⁽²⁾ Pri referenčnih pogojih: temperatura zraka 20 °C, absolutni tlak zraka 100 kPa (1 bar), relativni tlak vodne pare 0.

2.4 Sušilniki stisnjenega zraka

Izbira tipa sušilnika stisnjenega zraka je odvisna od obratovalnega

tlaka, pretoka stisnjenega zraka, točke rosišča, temperature vstopnega zraka in temperature zraka okolice. Določitev točke rosišča je prva pomembna naloga. Ne glede

na to, kje ste, atmosferski zrak vsebuje nekaj vlage. Ko se zrak ali plin ohladi na točko, ko ne more več zadrževati vlage (nasičenje), bo ta pričela kondenzirati v tekočo vodo.



Slika 2. Programska oprema za dimenzioniranje sistema s stisnjnim zrakom

To se zgodi pri temperaturi, ki jo imenujemo točka rosišča. Ta točka je merilo, kakšna stopnja sušenja je potrebna.

2.5 Tlačne posode

Tlačne posode so rezervoarji, ki so namenjeni shranjevanju stisnjenega zraka. Učinkovito zmanjšujejo nihanja tlaka sistema in ločujejo kondenzat iz stisnjenega zraka. Tlačna posoda mora biti ustrezne velikosti, da popolnoma zadosti potrebam shranjevanja stisnjenega zraka.

Na splošno tlačna posoda služi sledečim funkcijam:

- akumulacija shranjene količine zraka,
- sekundarni hladilnik,
- ustvarja stabilne tlačne pogoje in učinkovito duši nihanja tlaka.

2.6 Obdelava kondenzata

Odvajalnik kondenzata je treba izbrati z ustrezno tlačno stopnjo in kapaciteto odvajanja kondenzata. Priporočamo vgradnjo avtomatskih odvajalnikov kondenzata, ki samodejno odvajajo zbrani kondenzat brez izgub dragocenega stisnjenega zraka. Ker kondenzat vsebuje tudi nekaj olja in nečistoč, ga po zakonih o varovanju okolja ni dovoljeno odvesti v kanalizacijski sistem, temveč ga je potrebno speljati v temu namenjene posode za separacijo olja iz kondenzata – WOS. Velikost separatorja je odvisna od pretoka kondenzata.

2.7 Kompresor

Najbolj je učinkovit sistem, ki ne prestando obratuje pri polni obremenitvi. Izbrati je treba kompresor, ki najbolj ustreza potrebam in obratovalnim parametrom. Številni sistemi stisnjenega zraka so namreč predimenzionirani in so tako vir nepotrebnih prekomernih stroškov energije. Za nižjo porabo energije je smotrnejše izbrati en kompresor s frekvenčno regulacijo hitrosti kot pa več manjših kompresorjev. Poraba energije je tako občutno nižja, sistem pa je bolj uravnotežen in zahteva manj vzdrževanja.

3 Programska oprema za dimenzioniranje sistema s stisnjenim zrakom

AIRSYS je programsko orodje za dimenzioniranje in načrtovanje sistema s stisnjenim zrakom. Uporabnik vodi skozi načrtovanje vseh elementov in pomaga pri določitvi premera cevovoda, velikosti filterjskih ohišij in filterjske stopnje, pri tem pa določi tlačne padce. Pomaga določiti točke ohlajanja, kjer na podlagi vhodnih podatkov določi količino kondenzata na posamezni točki in priporoča tehnologijo odvajanja in velikost ločevalnika olje/voda. Glede na vhodne parametre in zahteve po suhosti zraka priporoča model in velikost hladilniškega ali adsorpcijskega sušilnika. Vse korake podpira pretvornik enot.

4 Sklep

V podjetju OMEGA AIR d. o. o. Ljubljana, imajo široko znanje in izkušnje o teh procesih, s katerimi je mogoče znižati stroške sistemov s stisnjenim zrakom. Učinkovit nadzor nad kakovostjo stisnjenega zraka se izplača! Poleg znatnih prednosti proizvodnje se dosežejo tudi zanesljivo obratovanje, nižji stroški obratovanja, višja kakovost končnega proizvoda in manj pogosta potreba po servisiranju in vzdrževanju. OMEGA AIR ponuja izjemne rešitve, ki jih potrebujejo uporabniki stisnjenega zraka za filtracijo, hlajenje in sušenje stisnjenega zraka na vseh procesnih postajah proizvodnje.

www.omega-air.si

OMEGA AIR

Better air



Oprema za stisnjen zrak



Adsorpcijski sušilniki



Vijačni kompresorji



Merilna oprema



OMEGA AIR d. o. o. Ljubljana

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

info@omega-air.si

Cesta Dolomitskega odreda 10
SI-1000 Ljubljana, Slovenija
www.omega-air.si

Dinamično spremljanje stanja strojne opreme

Andrej KOLMANIČ

Podjetje Tehna predstavlja opremo **Rockwell Automation – Allen Bradley** za spremljanje stanja zlasti vrtečih strojev, bolj znano pod angleškim imenom **Condition monitoring**. V ponudbi je celoten spekter opreme, ki je potreben, da sta mogoča zajem vibracij in obdelava meritev v realnem času. To so moduli **Dynamix 1444** (slika 1), ki se vključijo v **integrirano arhitekturo** Logix krmilnikov s pomočjo programskega okolja **Studio 5000**, senzori za zajem (brezkontaktni **1442** in kontaktni **1443**) (slika 2 in 3), prenosni merilnik **1441** (slika 4) in programska oprema **Emonitor CMS** za podrobno analizo meritev in napovedovanje odpovedi oziroma potrebnega vzdrževanja.

V enotnem orodju **Studio 5000** je mogoče z vključitvijo modulov **Dynamix 1444** po AOP (add on profile) pridobiti z enim korakom v aplikacijo vse potrebno za konfiguracijo modulov, diagnostiko in seveda za vse vnaprej imenovane spremenljivke.

Pomembno je poudariti, da je povezava s krmilnikom nujna le na začetku ob konfiguraciji, kasneje pa moduli **Dynamix 1444** delujejo povsem neodvisno od krmilnika. Poleg samega zajema in obdelave podatkov je njihova funkcija tudi zaščitna, saj lahko preko digitalnih ali relejskih izhodov aktivirajo zaščitne akcije, kot je npr. zaustavitev stroja, dodatnega mazanja ležaja ipd.

Glavne značilnosti **Dynamix 1444** so:

Mag. Andrej Kolmanič, Tehna,
d. o. o., Ljubljana



Slika 1. Moduli *Dynamix 1444* za zajem signalov

- vgrajenih je dvojce ethernet vrat (možnost redundantne povezave DLR),
 - dinamični vhodi (za vibracije),
 - hitri vhodi (TTL),
 - digitalni vhodi/izhodi (programabilni),
 - releji SPDT,
 - integrirano redundantno napajanje,
 - spominska kartica SD.
- časovna sinhronizacija (IEEE 1588 Ver. 2, CIP Sync).

V sistem so vključeni brezkontaktni senzori družine 1442, ki zaznavajo na osnovi vrtničnih tokov in imajo možnost merjenja dinamičnih pomikov od 0,1 do 29 mm (slika 2).

Za merjenje vibracij pa se uporabljajo kontaktni senzori družine 1443, ki zaznavajo na osnovi merjenja pospeškov.

Robustnost in podpora standardom:

- delovanje -25°C do $+70^{\circ}\text{C}$,
- CE, CSA & UL,
- IECex-Zone 2,
- cUL- Class 1 Div 2 grupe A, B, C, D,
- tiskana vezja so prevlečena z lakom



Slika 2. Brezkontaktni senzori družine 1442



Slika 3. Kontaktni senzori družine 1443 (horizontalni in vertikalni model)



Slika 4. Prenosni analizator vibracij Dynamix 2500

Za zbiranje, shranjevanje in analiziranje podatkov vibracij, zbranih z do štirimi merilnimi vhodi, se uporablja *prenosni merilnik Dynamix 2500*, ki je zelo zmogljiv, lahek in robusten. Analizo vibracij opravi v realnem času s pomočjo hitre Fourierjeve transformacije FFT. Pridobljeni rezultati se lahko uporabijo za planiranje (analiza in napoved) vzdrževanja rotacijskih strojev oziroma za poglobljeno analizo, ki jo je mogoče opraviti v programskem paketu *Emonitor CMS* (Condition monitoring software).

Z aktivnim spremljanjem stanja strojne opreme se zagotovi:

- zmanjšanje stroškov vzdrževanja in proizvodnje,
- povečanje učinkovitosti in zanesljivosti strojev,

- preprečevanje neplaniranih zastojev,
- minimizacija planiranih vzdrževalnih izklopov,
- zmanjšanje negativnih vplivov na okolje.

Področja uporabe:

- elektromotorji, generatorji, črpalke, ventilatorji, kompresorji, ...
- vibracije ležajev, opletanje gredi,
- vibracije ohišij električnih strojev,
- ostale dinamične spremembe vrtečih strojev.

Povezave: www.rockwellautomation.com, www.tehna.si

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



Ponujamo rešitve za industrijsko avtomatizacijo:

- › PLC krmiljenje, HMI naprave
- › Mehatronika, večosni servo sistemi
- › Industrijska Ethernet omrežja
- › Komponente za avtomatizacijo

Zastopamo podjetja:

- › Rockwell Automation • Allen-Bradley
- › Pentair • Hoffman
- › Molex
- › Panduit
- › Prosoft Technology
- › Kepware



Nove knjige

[1] Bauer, J.: **Arbeit – Warum sie uns glücklich oder krank macht?** – Delo – zakaj nas dela srečne ali bolne? – Ali obvladujemo delo mi ali ono nas? In kakšen je lahko doprinos dela k dobremu in uspešnemu življenju? Na ta vprašanja poskuša odgovoriti zdravnik, nanobiolog in psihoterapevt Joachim Bauer v knjigi Delo. Pri tem je današnje delo povsem nekaj drugega kot pred petdesetimi leti. Tako njegov pomen kot tudi časovni obseg imata v življenju večine ljudi izjemno vlogo. Vrsta in način, kako na nas vpliva, sta se v samo eni generaciji povsem spremenila. Človeško delo lahko potrjuje našo ustvarjalnost, predstavlja naše zadovoljstvo, ponos in priznanje socialne povezanosti in je po-

memben element naše identitete. Avtor v knjigi prikaže, kakšne potenciale nam predstavlja delo, sočasno pa tudi poudarja njegove zahtevnosti in tudi nevarnosti. Kako je delo nastalo? Kako je povezano z našimi možgani? Kakšne so zahteve sodobnega sveta dela? Kakšne perspektive nam odpira? Kako je povezano z možgani, depresijami, delovnim izgorevanjem, stresnim srcem? Od industrijskega okolja do sodobne »kulture kapitalizma«. Delovno življenje, zahtevnosti, osebne zaposlitvene in politične perspektive, pomen izobraževanja. To so vprašanja, na katera avtor poskuša odgovoriti. – *Zal.*: Wilhelm; 2016; *ISBN*: 978-3-453-60354-7; *obseg*: 269 strani; *cena*: 9,99 EUR.

Nameravate optimirati vpenjanje orodij?

Za vas imamo pravo rešitev iz našega programa hitrega vpenjanja orodij - Stäubli QMC

Želite tehnologijo, ki je enostavna za uporabo, brez posebnih vmesnikov?

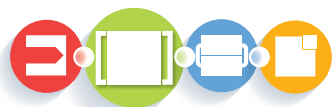
Vaša rešitev: MEHANSKI sistem

Iščete robustno tehnologijo, ki deluje z vašo avtomatsko zamenjavo orodij?

Vaša rešitev: HIDRAVLIČNI sistem

Potrebujete fleksibilnost s hitrim in varnim vpenjanjem?

Vaša rešitev: MAGNETNI sistem



Več informacij o Stäubli-jevih QMC rešitvah na www.quick-mould.change.com

STÄUBLI



brez naročnine
(plačilo samo PTT stroški)

brezplačna
spletna PDF revija

WWW.SVET-ME.SI

poišči si svoje
točke
po sloveniji



Vesel božič in
uspešno novo leto 2017

Merry Christmas and
a Happy New Year 2017



VENTIL

REVILJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

JOURNAL FOR FLUID POWER, AUTOMATION AND MECHATRONICS



Arduino Programirajmo z lahkoto

www.svet-el.si/literatura

Oglaševalci

AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana	523, 532, 534
CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	471, 499
COPA-DATA GmbH, Salzburg, Austria	477
UL, Fakulteta za elektrotehniko – DIR 2017	457
DOMEL, d. d., Železniki	469
DVS, Ljubljana	456
FESTO, d. o. o., Trzin	449
GIA-S. d. o. o., Grosuplje	475
HYDAC, d. o. o., Maribor	518
ICM, d. o. o., Celje	452, 510
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.) NORGREN, Lesce	449
INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija	511
JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	521
MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	449, 507
OLMA, d. o. o., Ljubljana	449
OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana	449, 529
OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin	449
PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	449
POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o., Žiri	449, 450
PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	479
PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	468
STÄUBLI Systems, s.r.o., Pardubice, CZ	532
STROJNISTVO.COM, Ljubljana	519
SUN Hydraulik, Erkelenz, Nemčija	461
TEHNA, d. o. o., Ljubljana	531
UL, Fakulteta za strojništvo	465, 533
UM, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko	511
UM, Fakulteta za strojništvo	498
VISTA HIDRAVLIKA, d. o. o., Žiri	449
Založba Pasadena, d. o. o., Ljubljana	491
YASKAWA SLOVENIJA, d. o. o., Ribnica	473

Zanimivosti na spletnih straneh

- [1] **Pozicioniranje z zrakom – lahko poveča točnost** – <http://hydraulicspneumatics.com/pneumatic.valves/positioning-air> – Prednosti, povezane z elektropnevmatičnim pozicioniranjem, vključno z večjo produktivnostjo, boljšo ponovljivostjo in manjšimi stroški, so številne. Pnevmatične naprave ponujajo inženirjem različne možnosti izbire izvajanja različnih nalog. Izkoristite številne informacije v prispevku z gornjim naslovom.
- [2] **E-trgovina z inteligentnimi funkcijami** – www.reiff-tpshop.de – Podjetje Reiff je svojo e-trgovino predelalo in ponovno odprlo. K novim inteligentnim funkcijam iskanja sodi samoučeči katalog, s katerim kupec hitro najde večkrat zahtevani artikel. Tudi CAD-podatki in tehnični podatkovni dokumenti se zdaj lahko neposredno priključijo. E-trgovina obsega okoli 65 000 od 140 000 pri Reiffu razpoložljivih izdelkov. Kar neposredno ni dosegljivo, se lahko po želji naroči s pomočjo risbe ali pisnega zahtevnostnega profila. Tako se lahko naroči tudi kompletne skupine sestavin, za katere strokovnjak ponudnika pripravi ustrezno ponudbo.
- [3] **E-trgovina predelana** – <http://shop.kvt-fastening.de/kvte-shop> ali www.kvt-fastening.de – Specialist za spajanje KVT-Fastening je svojo e-trgovino kompletno predelal. Ustrezna zasnova je prilagojena zahtevam končnih naprav naročnika, kot so PC, laptop, Tablet ali Smart-phone. Ustrezni meniji omogočajo intuitivno »rudarjenje« po več kot 7 000 artiklih. Izdelčne funkcije so logično na voljo. V posebnem informacijskem polju lahko naročilo dodatno formatiramo, npr. z lastnimi računalniškimi kodami, ki omogočajo pomnjenje večkrat naročene skupine izdelkov.

NAJVEČJI STROKOVNI DOGODEK INDUSTRIJE ZA INDUSTRIJO

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

Forum znanja in izkušenj

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

Osrednje teme IFIRT

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

Priznanje TARAS



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

Portorož, 5. in 6. junij 2017

FESTO

**Fleksibilen
v uporabi!**



**Vi dajete prednost celovitim rešitvam?
Vi potrebujete kompaktne rešitve?
Mi imamo pravi pogon za vašo aplikacijo**

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

DFPD je novi devetdeset stopinjski pogon za procesne ventile. Standardizirani vmesniki, tlak delovanja med 2 in 8 bar, opsijsko za temperature med -50 in +150 °C, kot zasuka do 180° in korozijsko odporna izvedba so značilnosti eno ali dvostransko delujočega DFPD. Je idealen za pogon krogelnih ventilov, metuljnih ventilov ali drsnih loput za razsute materiale.

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