



- CIRP - mednarodna Akademija za proizvodno inženirstvo
- Intervju
- Izkoristki v hidravliki
- Delovanje hidravličnih gradnikov
- Avtomatizacija pnevmatskih sistemov
- Robotsko sestavljanje elektromotorjev
- Iz prakse za prakso
- Letalstvo
- Podjetja predstavljajo

industrijska

olja in maziva



OLMA
www.olma.si

Širok nabor hidravličnih ventilov

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

> Ventili za zaprte tokokroge

Ventili za zagotavljanje oprijema kofes
 • Ventili za preprečevanje zdrsanja
 • Delilniki toka
 • "Twinlock" ventili



Ventili za prosti tek



Ventili za izpiranje tokokroga



> Ventili za odprte tokokroge

Protipovratni ventili



Tlačni ventili



Tokovni ventili



Potni ventili



> Ventili za zavore

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



Ventili za polnjenje akumulatorja



Kompaktni multifunkcijski ventili (proženje zavore in polnjenje akumulatorja)



> Namenski krmilni bloki

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



Impresum	5	■ PREDSTAVITEV	
Beseda uredništva	5	<i>Peter BUTALA, Edvard GOVEKAR</i> : CIRP - Mednarodna akademija za proizvodno inženirstvo	6
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	14	■ INTERVJU	
■ NOVICE – ZANIMIVOSTI	20	Janez Škrlec – prejemnik štirih priznanj za povezovanje gospodarstva in znanosti v letu 2016	10
Seznam oglaševalcev	86	■ IZKORISTKI V HIDRAVLIKI	
Znanstvene in strokovne prireditve	65	<i>Ervin STRMČNIK, Franc MAJDIČ</i> : Določitev izkoristkov črpalk in hidravličnih motorjev	32

Naslovna stran:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Darko LOVREC, Vito TIČ: Vpliv zraka in večje stisljivosti na delovanje hidravličnih gradnikov

■ AVTOMATIZACIJA V PNEVMATIKI

Vito TIČ, Aleš KROŠEL: Razvoj delovne postaje za didaktične namene načrtovanja, implementiranja in krmiljenja pnevmatskih sistemov

■ ROBOTIKA

Darko KORITNIK: Optimizacija robotske manipulacije in programske opreme na liniji za sestavo elektromotorjev

■ IZ PRAKSE ZA PRAKSO

Andrej KOLMANIČ: Inteligentni stroji in naprave v povezani proizvodnji

■ LETALSTVO

Aleksander ČIČEROV: Mednarodnopravni status vodje zrakoplova – 4. del

■ INTERVJU

Milivoje Milovanović – intervju s pilotom, ki je prebil zvočni zid

■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Igus je predstavil sestavljeni sistem robolink D v dveh novih različicah (*HENNLICH*)
Ploskovni portal EXCM (*FESTO*)
"Single Minute Exchange of Dies" (*SMED*) poganja povpraševanje po avtomatskih transportnih sistemih za orodja (*STÄUBLI*)

■ NOVOSTI NA TRGU

Omron serija NY – industrijski PC za integrirano in naprednejšo proizvodnjo (*MIEL Elektronika*)
Fleksibilni sistem z linearnimi osmi HS2 (*HIWIN*)
Servoregulator Unidrive M700 (*PS*)
Nova rešitev za zaščito napajanja - Galaxy VX (*SCHNEIDER Electric*)
Parkerjevi hidravlični valji s senzorjem položaja Intellinder (*PARKER*)

■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO

Industrijski hladilni agregati (*OMEGA AIR*)

■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA

Nove knjige
Mark Vanhoenacker: SKYFARING – A journey with a pilot

■ PROGRAMSKA OPREMA – SPLETNE STRANI

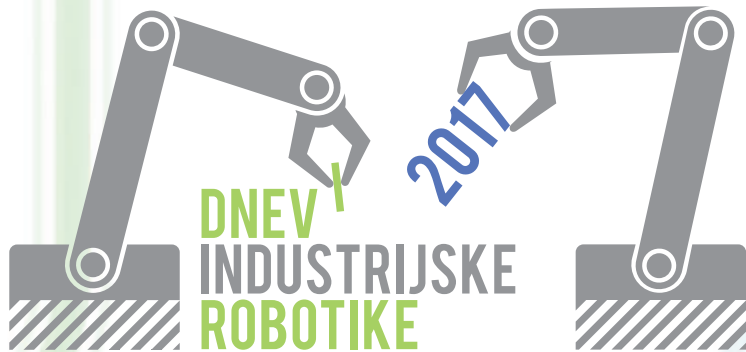
Zanimivosti na spletnih straneh

VENTIL
REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO
ISSN 1518-7279 | FEBRUAR 2017/1

- CIRP - mednarodna Akademija za proizvodno inženirstvo
- Intervju
- Izkoristki v hidravliki
- Delovanje hidravličnih gradnikov
- Avtomatizacija pnevmatskih sistemov
- Robotsko sestavljanje elektromotorjev
- Iz prakse za prakso
- Letalstvo
- Podjetja predstavljajo

industrijska olja in maziva

OLMA
www.olma.si



YASKAWA

27.3. - 31.3.2017

FAKULTETA ZA ELEKTROTEHNIKO

Roboti so velik del našega vsakdana - olajšajo nam delo, izboljšujejo kvaliteto življenja, skrbijo za okolje, včasih tudi zabavajo. Vse to bomo predstavili na tradicionalnem dogodku **Dnevi industrijske robotike 2017 - DIR 2017**, ki bo potekal od **27. do 31. marca 2017 na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani**. Vabljeni vsi, ki vas robotika zanima - tako študentje(*) kot vsi ostali(**).

TEKMOVANJE RobotChallenge

Letošnji Dnevi industrijske robotike bodo ponovno imeli predigro - **tekmovanje v načrtovanju robotskih celic** v programskem okolju RobotStudio. Predhodno znanje ni potrebno, saj bomo za vse prijavljene pripravili uvodno predavanje. Nato sledijo naloge, ki bodo preizkušale vaše sposobnosti reševanja problemov. Najboljše rešitve bomo bogato nagradili, zato vabimo vse študente, ne glede na smer študija, da se prijavijo na RobotChallenge.

PREDAVANJA

Glavni del dogajanja bomo odprli v **ponedeljek, 27. marca** s predavanji na temo robotike. Poleg akademikov in strokovnjakov iz industrije bo letos svoj projekt predstavila tudi skupina študentov, ki izdeluje inovativnega robota za uporabo v kmetijstvu.

APLIKACIJE

Od **torka 28. do četrta 30. marca** bodo v avli potekale predstavitve najatraktivnejšega dela dogodka - aplikacije, ki jih pripravljamo **študentje Fakultete za elektrotehniko**.

Robotska lekarna bo prikazala hitro sortiranje zdravil in s tem zmanjšanje možnosti človeških napak - po odčitavanju QR kode vam bo robot UR 5 dal predpisana zdravila.

Druga aplikacija je ekološko naravnana; pripravili smo sistem za **ločevanje odpadkov**, kjer bodo senzorji zaznavali vrsto odpadkov na tekočem traku, robot Yaskawa pa bo odpadek odvrigel v ustrezno zbirno posodo.

Tistim, ki jim je **zlaganje perila** odveč, bo na pomoč priskočil kolaborativni robot ABB YuMi, ki bo zlagal majice.

Za zabavo bodo poskrbeli samostojni **humanoidni robot NAO** s svojimi ugankami, **Ping pong** v navidezni resničnosti, ki ga boste upravljali preko haptičnega robota Omega 7 ali dvoboj z robotom Fanuc v igri **4 v vrsto**.

Letos pripravljamo tudi nadgradnjo aplikacije iz DIR 2012 - **Palačinke 2.0**, kjer bodo kar trije roboti (Mitsubishi in dva podjetja KUKA) poskrbeli, da ne boste lačni. Vse kar boste morali narediti, je izbrati nadev.

Da vam bodo Dnevi industrijske robotike 2017 ostali še dolgo v spominu, pa vam bosta robota Stäubli s pomočjo CNC rezkarja **vgravirala zeleni motiv v obesek za ključce**.

EKSKURZIJA

Dogodek bomo zaključili v **petek, 31. marca**, s strokovno ekskurzijo. V podjetju **TPV** nam bodo predstavili najnovjša avtomatsko vodena vozila, nato pa bomo obiskali podjetje **Krka**, kjer si bomo ogledali Notol 2, najsodobnejši obrat za proizvodnjo zdravil.

Vabimo vse študente, da se nam pridružite.

Več o prijavah in samem dogodku lahko najdete na naši spletni strani www.dnevirobotike.si.



INDUSTRIJSKI PARTNERJI

ZLATI POKROVITELJI



SREBRNI POKROVITELJI



BRONASTI POKROVITELJI



MEDIJSKI PARTNERJI

*Študentom katerekoli fakultete ali univerze omogočamo udeležbo pri podrobni predstavitvi delovanja robotov. Udeležencem je s tem na voljo aplikacija in njeni razvijalci, ki lahko kompleksnost predstavitve prilagodijo predznanju slušatelja. Ker je število mest omejeno je predhodna prijava obvezna.

**Ogled celotnega programa DIR je za vse obiskovalce možen v popoldanskem času brez najave; vstop je brezplačen.

© Ventil 23 (2017) 1. Tiskano v Sloveniji.
Vse pravice pridržane.
© Ventil 23 (2017) 1. Printed in Slovenia.
All rights reserved.

Impresum

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

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

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

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

Letnik	23	Volume
Letnica	2017	Year
Številka	1	Number

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

Ustanovitelj:
SDFT in GZS – ZKI-FT

Izdajatelj:
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Glavni in odgovorni urednik:
prof. dr. Janez TUŠEK

Pomočnik urednika:
mag. Anton STUŠEK

Tehnični urednik:
Roman PUTRIH

Znanstveno-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
izr. prof. dr. Santiago T. PUENTE MENEZ, University
of Alicante, Španija
doc. dr. Franc MAJDIČ, FS Ljubljana
prof. dr. Hubertus MURRENHOF, RWTH Aachen,
ZR Nemčija
prof. dr. Gojko NIKOLIČ, Univerza v Zagrebu, Hrvaška
izr. prof. dr. Dragica NOE, FS Ljubljana
dr. Jože PEZDIRNIK, FS Ljubljana
Martin PIVK, univ. dipl. inž., Sola za strojništvo, Škofja Loka
prof. dr. Alojz SLUGA, FS Ljubljana
Janez ŠKRLEC, inž., Razvojno raziskovalna dejavnost,
Zg. Poljskava
prof. dr. Brane ŠIROK, FS Ljubljana
prof. dr. Željko SITUM, Fakultet strojarstva
i brodogradnje Zagreb, Hrvaška
prof. dr. Janez TUŠEK, FS Ljubljana
prof. dr. Hironao YAMADA, Gifu University, Japonska

Oblikovanje naslovnice:
Miloš NAROBÉ

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

Lektoriranje:
Marjeta HUMAR, prof., Andrea POTOČNIK

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

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

Marketing in distribucija:
Roman PUTRIH

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

Naklada:
1 500 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.

Ali danes sploh še znamo normalno živeti drug z drugim?



Revija Ventil je skoraj edina revija na tehniškem področju pri nas, ki v svojih člankih poleg same tehnike poroča tudi o gospodarstvu, ekonomiji, izobraževanju in na sploh o družbenem vedenju pri nas.

Ocenjujem, da je prav tako.

Celo več, znano je, da smo tehniki, inženirji in naravoslovci preveč zaverovani v svoje delo in da nam dogajanje v okolju, v katerem živimo, ne pomeni veliko. Prav zato smo od raznih družboslovcev in politikantov pogosto »izigrani«.

Podobno velja za odnose med ljudmi, ne glede na to, ali je to v družinskem krogu ali v okolju, v katerem živimo, ali

na delovnem mestu. Številni sociologi, psihologi, komunikologi, pravniki, družinski terapevti in številni družboslovci so prepričani, da to področje ni za nas.

Zdaj se pogosto srečamo z raznimi slabimi poročili o medsebojnih odnosih na delovnih mestih, med otroki v šoli, v družini in drugje. Pogosto slišimo, da je vse preveč nasilnih odnosov, preprirov, da je veliko spolnih nadlegovanj, da so pogosti sovražni govor, trpinčenje na delovnem mestu in podobno.

Iznašli oziroma prisvojili smo celo novo besedo mobing, ki govori predvsem o trpinčenju na delovnem mestu.

Na podlagi vseh opisanih »nenormalnih« odnosov med nami so že v preteklosti nastali razni etični kodeksi, v katerih so opredeljeni minimalni etični standardi za odnose med različnimi statusi ljudi. Kodeks predvsem govori, naj se vsak med zaposlenimi in v vsakem okolju prizadeval za prijazne odnose v družbi, napredek in blaginjo celotne družbene skupnosti.

Kot kaže, etični kodeksi niso bili dovolj. Na nekaterih univerzah in celo v podjetjih so sprejeli pravilnike o zagotavljanju varovanja dostojanstva zaposlenih delavcev.

Poleg tega številni zakoni na ravni države RS v številnih členih vsebujejo vse, kar je zapisano v etičnem kodeksu in v pravilniku o zagotavljanju dostojanstva zaposlenih. Zakon o delovnih razmerjih in Zakon o varnosti in zdravju pri delu določata, da mora vsak delodajalec sprejeti ustrezne ukrepe za zaščito delavcev pred spolnim in drugim nadlegovanjem ali pred trpinčenjem na delovnem mestu in o ukrepih pisno obvestiti delavce.

Imamo zakon o preprečevanju nasilja v družini in celo resolucijo o nacionalnem programu o preprečevanju nasilja v družini. Prav tako je zakonsko prepovedano uporabiti silo nad otroki.

In še bi lahko naštevali v tej smeri.

Ali je vse to res potrebno? Ali se s takšnimi pravilniki res spremeni nprav človeka. Ali ni vse to, kar govorijo etični kodeksi in drugi pravilniki, stvar vzgoje doma in v šoli? Ali ni naravno, da se ljudje brez naštetih resolucij, zakonov, kodeksov in pravilnikov ravnamo in vedemo, kot je prav?

Po drugi strani pa, ali je zdaj res tako nenormalno, če mama udari svojega neposlušnega otroka po prstih ali po riti, ali je res tako hudo, če se dva otroka stepeta v šoli ali kje drugje, če sodelavec reče svoji sodelavki, kako dobro je videti ali da ima lepe noge?

Prav gotovo so se vsi prej naštetih dogodki med ljudmi dogajali, od kar obstaja človeštvo. Zdaj pa želimo nekatere »naravne« zakone v celoti spremeniti.

Popolnoma pravilno je, da se borimo proti nasilju povsod, doma, na delovnem mestu, v družini in drugje.

Toda, z vsemi temi pravilniki, kodeksi in zakoni izgublamo pristne človeške odnose, izgublamo občutek, da smo ljudje z vsemi svojimi dobrimi in slabimi lastnostmi. V zgodovini je bilo vedno v vsaki družbi dobro in slabo. Podobno, kot je zdaj.

Z vsemi zakonodajami, ki obravnavajo medsebojne odnose, postajamo vedno bolj hladni, odtujeni, neosebni, če ne celo roboti.

Razumem, da se želi z zapovedmi zaščititi šibkega, da se želi odpraviti krivice. Ampak, ali niso krivice del narave? Pomembno je, da ljudi in že otroke naučimo krivice razumeti, proti njim se boriti in jih tudi prenašati. In pogosto je tistim, ki so sposobni krivice prenesti, se od njih česa naučiti, življenje bolj naklonjeno kot tistim, ki se stalno pritožujejo. Celo več, za vse, ki so šli skozi najrazličnejše krivice in so jih znali prenesti, je velika verjetnost, da jih sami drugim ne bodo povzročili.

Ali je res potrebna vsa ta papirologija? Še malo, pa bo kdo predlagal, naj se na delovnem mestu, v šoli in v splošnem življenju upošteva deset božjih zapovedi, ki veljajo že več tisoč let. Če izpustimo prvo, lahko skoraj vseh deset najdemo v etičnem kodeksu in v zakonu o varovanju dostojanstva zaposlenih.

Janez Tušek

CIRP - Mednarodna akademija za proizvodno inženirstvo

Peter BUTALA, Edvard GOVEKAR

The International Academy for Production Engineering CIRP (www.cirp.net) je mednarodna akademska institucija na področju raziskav v proizvodnem inženirstvu. V svetu ima vodilno vlogo na razvojno-raziskovalnih področjih načrtovanja, optimizacije, krmiljenja in upravljanja proizvodnih procesov, naprav in sistemov. CIRP povezuje vrhunske znanstvenike in razvijalce iz akademske in gospodarske sfere petdesetih industrijsko razvitih držav z namenom vzpodbujati raziskave in razvoj ter sodelovanje med člani iz akademske in industrijske sfere, katerih cilj je prispevek h globalnemu gospodarskemu razvoju in družbenemu blagostanju.

Namen prispevka je slovenski javnosti predstaviti CIRP – Mednarodno akademijo za proizvodno inženirstvo, to pomembno akademsko inštitucijo s področja proizvodnega inženirstva, ki jo zdaj verjetno pozna relativno ozek krog slovenskih raziskovalcev s področja proizvodnega strojništva, bistveno manj pa je poznana mlajšim raziskovalcem in še manj kolegom iz industrije.

Slovenska proizvodna industrija je pred pomembno prelomnico. Na eni strani se sooča z idejami četrte industrijske revolucije oz. Industrije 4.0, razvojnim zaostankom za industrijsko razvitimi državami in stalnim naporom za njegovo zmanjševanje ter pospešeno pametno specializacijo v »Tovarne prihodnosti«, da bi povečali tehnološko prepoznavnost in konkurenčnost. Na drugi strani smo priča (dokončni) lastniški konsolidaciji proizvodnih podjetij, ki v glavnem prehajajo v tuje roke, in velikim pričakovanjem prvih večjih »greenfield« tujih investicij v nove industrijske tovarne. V tako kompleksnih razmerah, ki jih še povečuje globalna in lokalna politična negotovost, je seveda

Prof. dr. Peter Butala, univ. dipl. inž., prof. dr. Edvard Govekar, univ. dipl. inž., oba Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

pomembno, da kot nacija iščemo stike z najboljšimi, se z njimi povezujemo, prispevamo svoja spoznanja v skupno zakladnico znanj ter iz nje črpamo najnovejša znanstvena spoznanja in prakse za svoj razvoj. In pri tem bi, zaradi povezovanja vrhunskih znanstvenikov s področja proizvodnega inženirstva in razvite svetovne industrije, lahko imel CIRP pomembno vlogo.

Zgodovina CIRP

Začetki CIRP segajo v konec štiridesetih let prejšnjega stoletja, ko se je po opustošenju, ki ga je za seboj pustila 2. svetovna vojna, industrijska proizvodnja ponovno pričela postavljati na noge. Dozorelo je spoznanje, da je glavna ovira za razvoj novih proizvodnih tehnik in tehnologij pomanjkanje ustreznih znanstvenih metod. Pri tem je bilo jasno, da je zaradi pomena in obsega problematike za njeno reševanje potrebna koordinirana mednarodna akcija. Eden od rezultatov teh spoznanj je bila leta 1951 ustanovitev Mednarodne institucije za raziskave v proizvodnem inženirstvu – CIRP. Da bi se poudarilo mednarodni značaj institucije, je bilo njeno ime že od vsega začetka zapisano v treh jezikih, v angleškem, francoskem in nemškem. Akronim CIRP izhaja iz francoskega imena (**C**ollege **I**nternational pour la **R**echerche en **P**roductique).



V vseh teh letih se je CIRP razvijal in prerasel v vodilno znanstveno institucijo na področju proizvodnega inženirstva. Da bi sledil sodobnim trendom razvoja mednarodnih znanstvenih institucij in še bolj izpostavil svojo odličnost, se je CIRP pred leti preoblikoval v mednarodno akademijo in pri tem privzel ustrezne mednarodne standarde akademske odličnosti.

CIRP ima od samega začetka sedež v Parizu in deluje na podlagi francoske zakonodaje.

Vizija, poslanstvo in cilji

Vizija CIRP je vzpodbujanje, promocija ter usmerjanje raziskav in razvoja na področju proizvodnega strojništva ter vzpodbujanje in promocija sodelovanja med člani akademskega in industrijskega okolja, z namenom prispevati h globalni ekonomski rasti in družbenemu blagostanju.

Poslanstvo CIRP je razvoj mednarodnega omrežja eminentnih razi-

skovalcev in industrialcev na najvišji ravni za ustvarjanje novih ter izmenjavo in delitev obstoječih znanj in spoznanj.

Cilji akademije so:

- Vzpodbujanje znanstvenega raziskovanja na področjih proizvodnih procesov, proizvodnih strojev in naprav ter njihove avtomatizacije, proizvodnih sistemov ter razvoja in izdelave industrijskih proizvodov.
- Vzpodbujanje sodelovanja članov akademije pri raziskavah.
- Ustvarjanje priložnosti za vzpostavljanje stikov in izmenjavo mnenj med člani.
- Vzpodbujanje prenosa rezultatov temeljnih raziskav v industrijske aplikacije.
- Vzpostavitev povratne povezave iz industrije glede njenih potreb in stanja njenega razvoja.
- Publiciranje člankov, poročil in drugih tehničnih informacij ter organiziranje in sponzoriranje mednarodnih konferenc.

Članstvo

Temeljni element vsake akademske inštitucije so njeni člani. Članstvo v CIRP temelji na doslednih notranjih pravilih akademije in rigoroznem in dolgotrajnem izvolitvenem oz. izbirnem postopku, ki zagotavlja najvišje akademske standarde. Število članov je načrtno omejeno, zato da je zagotovljena odličnost in olajšana izmenjava neformalnih znanstvenih informacij in vzpostavljanje osebnih stikov.

V celoti ima CIRP trenutno okoli 600 članov iz 50 držav. Člani se delijo v štiri kategorije:

- Redni člani (Fellow) so mednarodno priznani znanstveniki in so izvoljeni doživljenjsko. Predstavljajo jedro akademije in imajo vse pravice vezane na volitve in imenovanja. Število rednih članov je omejeno na največ 175 (število rednih članov v letu 2016: 160). Člani, ki so opravljali funkcijo predsednika akademije, postanejo po zaključku mandata častni člani (Honorary Fellow) (število v letu 2016: 18). Člani, ki se upo-

kojijo, lahko pridobijo status zaslužnega člana (Fellow Emeritus) (v letu 2016: 128), ki jim ohranja status člana, vendar izgubijo volilno pravico.

- Pridruženi člani (Associate Member) so priznani strokovnjaki s področja z velikim potencialom. Izvoljeni so za dobo treh let z možnostjo ponovne izvolitve. Njihovo število je omejeno na 150 (število v 2016: 144).
- Korporativni člani (Corporate Member). Podjetja, ki se zanimajo za sodelovanje in podpirajo delovanje akademije, se lahko formalno včlanijo v CIRP kot korporativni člani. Njihovo število ni omejeno, prav tako njihovo članstvo ni časovno omejeno. V letu 2016 je bilo včlanjenih 167 korporativnih članov. Njihovo število vsako leto narašča, saj številna podjetja ugotavljajo, da jim članstvo koristi. Predstavniki teh podjetij se lahko udeležujejo za javnost sicer zaprtih dogodkov, ki jih organizira CIRP.
- Pridruženi raziskovalci (Research Affiliate) so mladi raziskovalci (do 35 let), ki na podlagi povabila mentorja (rednega člana) lahko sodelujejo pri dogodkih akademije. Imenovani so za obdobje treh let z možnostjo enega podaljšanja. V letu 2016 je imel CIRP 115 pridruženih raziskovalcev. Gre za relativno mlado akcijo akademije, skozi katero se želi

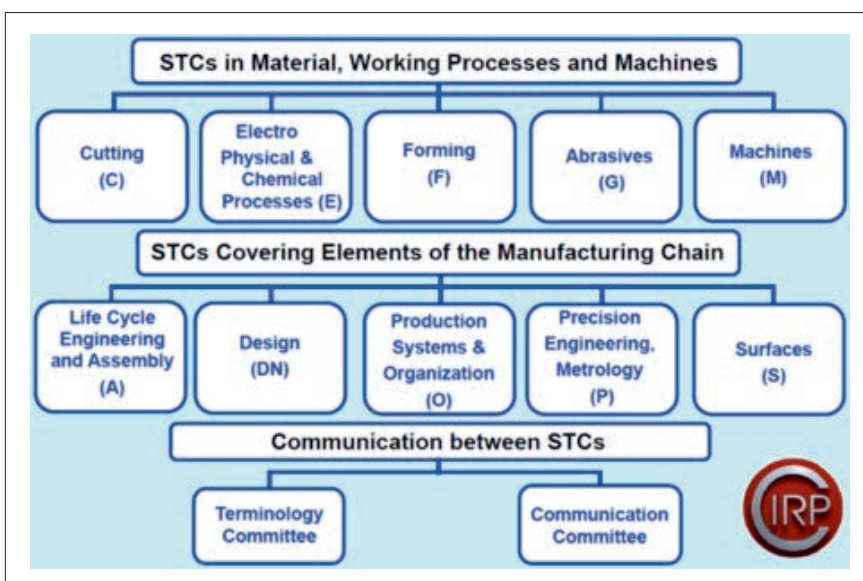
odpreti vrata mladim, perspektivnim znanstvenikom.

Organizacija

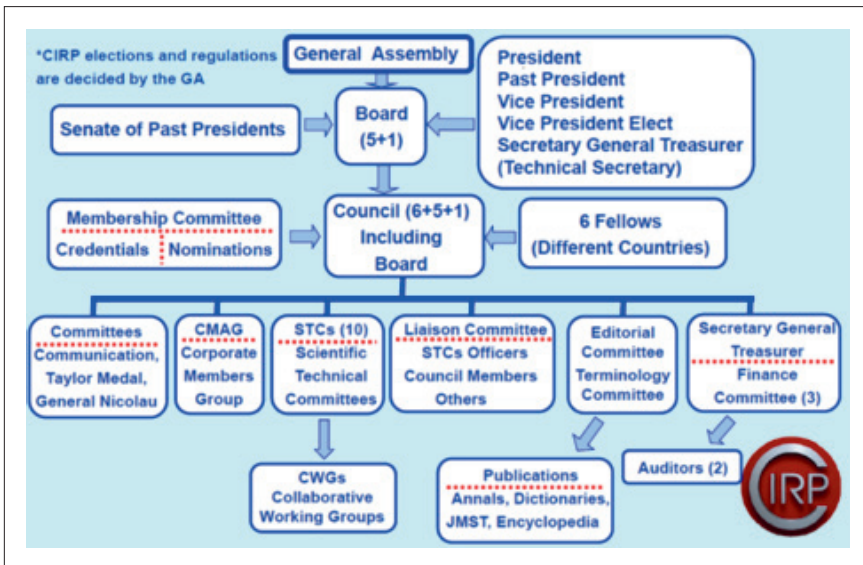
Osnovne organizacijske celice CIRP so Znanstveno-tehnični komiteji (Scientific Technical Committee – STC). Teh je deset in pokrivajo osnovna znanstvena področja akademije: odrezavanje (STC C), elektro-fizikalno-kemični procesi (STC E), preoblikovanje (STC F), abrazivna obdelava (STC G), stroji (STC M), inženiring življenjskega ciklusa in montaža (STC A), konstruiranje (STC Dn), proizvodni sistemi in organizacija (STC O), precizno inženirstvo in metrologija (STC P) ter površine (STC S). Poleg naštetih domenskih komitejev sta še dva, ki imata funkcijo povezovanja, in sicer terminološki ter komunikacijski komite. Struktura osnovnih celic – znanstveno-strokovnih in povezovalnih komitejev je prikazana na *sliki 1*.

Poleg stalnih organizacijskih celic se lahko oblikujejo tudičasne delovne skupine (Working Group – WG), navadno za obdobje treh let, ki obdelujejo specifične in v danem trenutku aktualne tematike.

CIRP vodi predsedstvo, ki ga tvorijo predsednik, podpredsednik, izvoljeni podpredsednik (elect) in bivši predsednik. Njihov mandat traja



Slika 1. Znanstveno-tehnični komiteji CIRP kot osnovne celice delovanja mednarodne akademije



Slika 2. Organizacijska struktura mednarodne akademije CIRP

eno leto. Mehanizem rotacije je naslednji: kot novi član vstopi v predsedstvo izvoljeni podpredsednik, ki naslednje leto prevzame funkcijo podpredsednika, nato predsednika in na koncu bivšega predsednika. S tem je zagotovljena kontinuiteta vodenja. V predsedstvu sta še glavni tajnik in tehnični sekretar.

Pri upravljanju akademije sodeluje še Svet (Council), ki ga sestavlja šest rednih članov ter Senat, ki ga sestavljajo vsi nekdanji predsedniki akademije. Poleg tega ima akademija še nekatera druga telesa, kot so uredniški odbor, odbor za Taylorjevo nagrado, odbor za nagrado generala Pierra Nicolaua, finančni komitej, odbor za volitve novih članov ipd. Celotna organizacijska struktura CIRP je prikazana na sliki 2.

Dogodki akademije

Člani akademije se srečajo dvakrat letno na rednih dogodkih, ki jih organizira CIRP.

Vsako leto v februarju poteka v Parizu t. i. zimsko srečanje (Winter Meeting). Ta dogodek je interne narave in je namenjen delu v sekcijah (STC in WG), v okviru katerih poteka izmenjava informacij o aktualnem stanju na skupnih projektih, konferencah, preglednih člankih ipd. Gre predvsem za konstruktivne diskusije o vsebinskih vprašanih strokovnega

področja, novih tehnologijah in idejah, skratka, za pogovor o aktualnih vprašanih in problemih razvoja znanosti na specifičnih strokovnih področjih, ki jih pokrivajo STC.

Drugi dogodek, ki poteka vsako leto konec avgusta, je letna skupščina akademije (General Assembly – GA). GA poteka vsako leto drugje in se tako seli po vseh koncih sveta. Nepisano pravilo je, da mora biti GA vsako tretje leto organizirana nekje zunaj Evrope. Njena organizacija je v rokah lokalnih organizatorjev, ki se zelo trudijo, da organizacija uspe ne zgolj po znanstveni plati, ampak da ponudi udeležencem možnost spoznavanja lokalnih znamenitosti, običajev in kulinarike. Sam dogodek je razdeljen na dva dela (Part 1 in Part 2). Prvi del je konferenčni in je namenjen predstavitvi najnovejših raziskovalnih dosežkov, ki so bili sprejeti v objavo v znanstveni reviji *CIRP Annals*. Drugi del je podoben sestankom v Parizu, saj poteka poglobljeno delo po sekcijah STC in WG. Del drugega dela je tudi formalno zasedanje skupščine članov, v okviru katerega vodstvo poda letno poročilo, izvedejo se volitve novih članov in vodstva. Vodenje akademije pa za naslednje leto prevzame novi predsednik.

Oba dogodka sta zaprta za javnost. Udeležijo se ju lahko člani ter vabljeni gostje. Pri formalnem zase-

danju skupščine in odločanju lahko sodelujejo le redni člani (fellows). Poleg navedenih dogodkov organizira CIRP tudi številne konference, ki so strokovni dogodki najvišje kakovosti. Najstarejša med njimi je konferenca o proizvodnih sistemih, ki bo letos doživela 50. ponovitev.

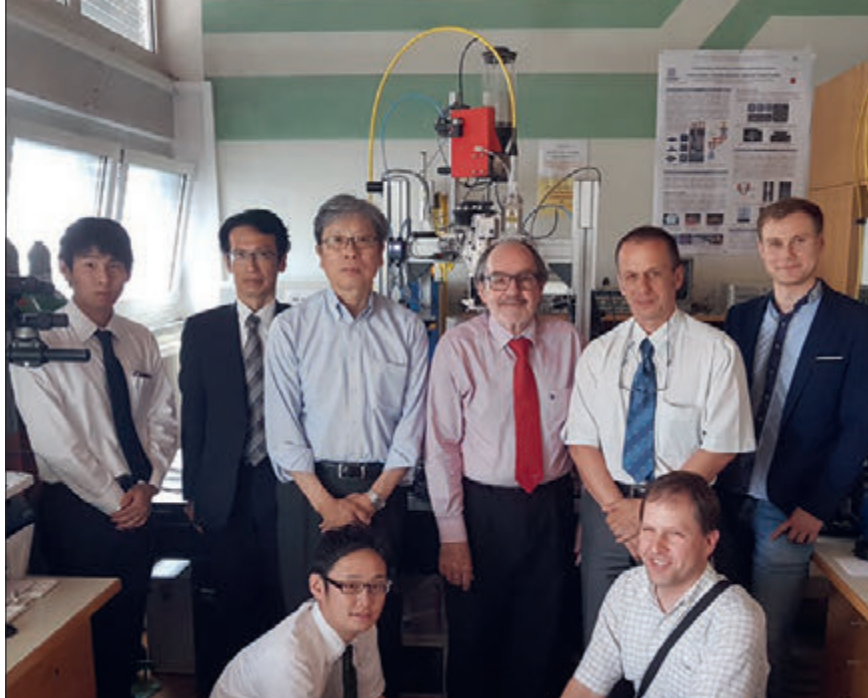
Publikacije

Ena od pomembnih dejavnosti CIRP je publicistična dejavnost. CIRP izdaja dve znanstveni reviji in sicer *CIRP Annals – Manufacturing Technology* in *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology* (JMST).

CIRP Annals je vodilna svetovna znanstvena revija s področja proizvodnega inženirstva, indeksirana po SCI. Letno izideta dva volumna. Prvi vsebuje okoli 130–140 originalnih znanstvenih člankov, v katerih so predstavljene resnične novosti. Drugi volumen vključuje 10–12 preglednih, navadno kasneje zelo odmevnih in pogosto citiranih člankov, ki na izčrpen način podajo stanje in trende razvoja na specifičnem, v danem času zelo aktualnem področju. Revija *CIRP Annals* je odprta za objave, vendar lahko predloži članek v objavo le redni ali pridružen član akademije, kar pomeni močan filter in kriterij kakovosti že na vhodu. Nadaljnji izbor člankov za objavo rigorozno izvede uredniški odbor ob podpori vodje tistega STC, kamor članek sodi.

CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology je mlajša revija, ki se še uveljavlja na tržišču. Namenjena je publiciranju temeljnih raziskav s področja proizvodnega inženirstva. Število strani tu ni tako rigorozno omejeno kot pri Analih, predložitev članka v objavo tudi ni pogojena s članstvom v akademiji.

Poleg tega CIRP izdaja še specializirane večjezične strokovne slovarje *CIRP Dictionaries of Production Engineering* in enciklopedijo *CIRP Encyclopedia of Production Engineering* (*CIRPedia*). Vsi konferenčni zborniki konferenc CIRP se izdajajo kot periodika pod naslovom *Procedia-CIRP*.



Slika 3. Sodelovanje skupine prof. Govekarja z japonskim podjetjem DMG MORI in prof. Levyem iz Švice pri razvoju nove aditivne tehnologije. V sredini slike so dr. Makoto Fujishima, predstavnik korporativnega člana DMG MORI, prof. Gideon Levy in prof. Edvard Govekar, oba redna člana CIRP. V ozadju je naprava, ki nastaja kod plod skupnih raziskav in razvoja in ki obeta revolucionarno novost na področju 3D kovinskega tiska.

Slovinci v CIRP

Kljub majhnosti zavzema Slovenija na zemljevidu CIRP pomembno mesto. V prvi vrsti gre zasluga za to pokojnemu profesorju akademiku Janezu Pekleniku, ki je postal član te prestižne akademije leta 1968. Zaradi svojega aktivnega delovanja je v CIRP opravljal številne funkcije. Predsedoval je dvema tehničnima komitejema in sicer STC G in STC S. Bil je tudi predsednik CIRP v letu 1979–1980. Organiziral je generalno skupščino akademije leta 1973 na Bledu. Bil je tudi soorganizator skupščine leta 1987, ki je potekala v Beogradu in Dubrovniku. Poleg tega je bil iniciator in soustanovitelj konference CIRP o obdelovalnih sistemih, ki ji je tudi dolga leta predsedoval. Bil je tudi prejemnik prestižne nagrade Taylor Medal, ki jo CIRP podeljuje mladim znanstvenikom za izjemne dosežke.

S svojim vplivom je prof. Peklenik odprl vrata v CIRP tudi svojim sodelavcem. Tako so postali v sedemdesetih letih pridruženi člani CIRP pokojni profesorji Polde Leskovar, Franc Roethel in Zoran Seljak. V osemdesetih sta postala pridružena člana tudi prof. Janez Grum in prof. Igor Grabec, ki je kasneje postal tudi redni član. V preteklem dese-

tletju so se CIRP-u pridružili še prof. Karl Kuzman, prof. Alojzij Sluga in avtorja tega prispevka. Tako prof. Grabec kot tudi prof. Kuzman in prof. Sluga so ob upokojitvi izstopili iz akademije. Svoj čas smo imeli tudi korporativnega člana in sicer TECOS iz Celja.

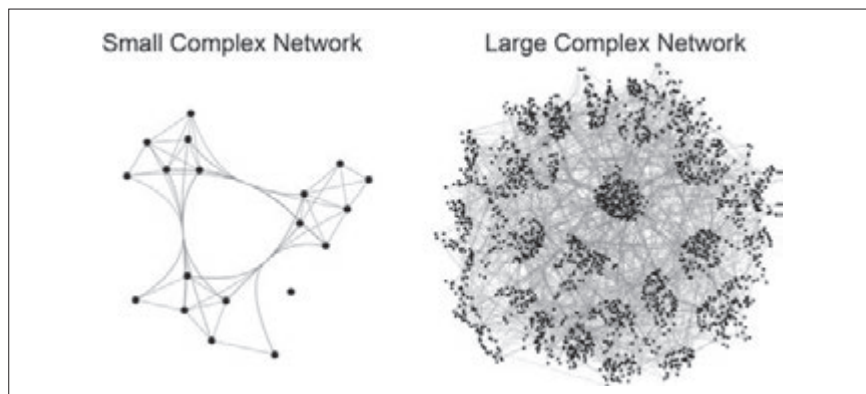
Zdaj ima Slovenija v CIRP dva redna člana (prof. Govekar in prof. Butala) ter dva pridružena raziskovalca (doc. Rok Vrabič in izr. prof. Franci Pušavec). Poleg navedenih je s Slovenijo povezan tudi pridruženi član prof. Peter Krajnik, doktorand Univerze v Ljubljani, ki pa v CIRP zasto-

pa barve Hrvaške. Tako stanje nas uvršča visoko na lestvici CIRP, seveda glede na našo velikost in gospodarsko moč.

Naj ob zaključku poudarimo, da je sodelovanje s CIRP-om zelo pomembno in prestižno tako z akademskega kakor gospodarskega vidika, saj odpira vrsto priložnosti za navezovanje mednarodnih stikov, izmenjavo informacij, prenos znanja in raziskovalno-razvojno sodelovanje na globalni ravni. Uspešnim mladim raziskovalcem na področju proizvodnega inženirstva, ki se želijo uveljaviti na svetovni ravni, mora postati CIRP ciljna platforma za predstavitve in soočanje rezultatov svojega dela, bodisi v okviru sestankov CIRP in številnih konferenc ali pa v okviru publikacij CIRP. Menimo, da bi morala tudi slovenska proizvodna podjetja razmišljati o možnostih povezovanja in vključevanja v CIRP, saj jim lahko članstvo omogoči mreženje v globalnem svetu ter stike in sodelovanja z vodilnimi znanstveniki, institucijami ter industrijskimi partnerji z vsega sveta. Številne izkušnje članov CIRP to potrjujejo. Na slikah 3 in 4 sta prikazana primera aktualnega sodelovanja slovenskih članov CIRP, ki nakazujeta možnost doseganja vrhunskih rezultatov skozi mednarodno sodelovanje.

Vir

[1] The International Academy for Production Research, www.cirp.net



Slika 4. Skupina prof. Butale sodeluje s skupino prof. Putnika iz Univerze Minho na Portugalskem pri raziskavah kompleksnih mrež, kot jih prikazuje slika. Rezultat je skupna objava članka *Simulation study of large production network robustness in uncertain environment*, CIRP Annals – Manufacturing technology, 64/1, 2015.

Janez Škrlec – prejemnik štirih priznanj za povezovanje gospodarstva in znanosti v letu 2016

Janez TUŠEK

V uredništvu revije Ventil smo izjemno veseli in ponosni, da je naš sodelavec g. Janez Škrlec, dolgoletni predsednik Odbora za znanost in tehnologijo pri OZS, v letu 2016 od najprestižnejših raziskovalnih in izobraževalnih inštitucij v Sloveniji prejel kar štiri imenitna priznanja. V uredništvu smo prepričani, da so priznanja prišla v prave roke. G. Janez Škrlec si izjemno požrtvovalno prizadeva za izboljšanje sodelovanja med znanstvenoraziskovalnimi inštitucijami in gospodarstvom. Ob tej priliki smo g. Škrlecu postavili nekaj vprašanj, da naši bralci še bolj spoznajo njegovo delo v preteklosti in sedanjosti.



Svečana listino Univerze v Mariboru je bila podeljena Janez Škrlecu, 27. Januarja 2016 v prostorih Univerze v Mariboru. Priznanje je bilo podeljeno za izjemno pomoč pri razvoju študijskih programov in za uspešno povezovanje akademske in znanstvene sfere z gospodarstvom ter za prenos novih tehnologij. Priznanje je Janez Škrlecu izročil rektor prof. dr. Igor Tičar.

Ventil: Spoštovani g. Škrlec, prav neverjetno in seveda izredno pohvalno je, da so vam bila v enem letu podeljena kar štiri prestižna priznanja. Priznanje ste dobili od dveh naših največjih, najpomembnejših in najodmevnejših raziskovalnih ustanov, kot sta Institut Jožef Stefan in Kemijski inštitut v Ljubljani, ter od dveh najvišjih pedagoških ustanov v državi: to je od Univerze v Mariboru in Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Če smo čisto natančni, ste od Instituta Jožef Stefan prejeli častno listino, od Kemijskega inštituta posebno priznanje, od Univerze v Mariboru slavnostno listino

in od Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani fakultetno priznanje. G. Škrlec, vsi, ki vas poznajo, nismo presenečeni in vemo, da so ta priznanja prišla v prave roke. Pa vseeno: je bilo to za vas pričakovano ali ste bili presenečeni?

J. Škrlec: Res sem bil presenečen, da so mi tako ugledne inštitucije v letu 2016 podelile prestižna priznanja, tega v bistvu nisem pričakoval. Čeprav sem vrsto let zelo aktiven na področju povezovanja znanosti in gospodarstva, je prejem teh priznanj zame osebno nagrada za moje življenjsko delo in dosedanji

trud. Sem pa v preteklosti prejel številna priznanja drugih inštitucij, največ v okviru sejemske predstavitve in strokovnih dogodkov.

Ventil: Prav gotovo je s temi priznanji nagrajeno vaše izredno požrtvovalno delo na številnih področjih z namenom prenosa znanja v industrijo in povezovanja ter sodelovanja med raziskovalnimi, razvojnimi in pedagoškimi inštitucijami in gospodarstvom. Prosim vas za kratek opis tega povezovanja. Mi, ki delamo v najvišjih pedagoških inštitucijah v državi, pogosto obtožujemo gospodarstvo, da je v naših podjetjih pre-



Kemijski inštitut v Ljubljani je dne 9. Junija 2016 podelil Janezu Škrlecu posebno priznanje, za zasluge in neprecenljiv prispevek pri predstavitvah Kemijskega inštituta na sejnih, konferencah in drugih strokovnih dogodkih, ter o poročanju o številnih odkritjih, prebojnih raziskovalnih uspehih Kemijskega inštituta. Priznanje je Janezu Škrlecu ob 70 letnici Kemijskega inštituta, podelil direktor, prof. dr. Gregor Anderluh.

malo posluha za sodelovanje. Kako vi razmišljate o tem? Kje so največje ovire za še plodovitejše sodelovanje med prej omenjenimi inštitucijami?

J. Škrlec: S povezovanjem gospodarstva in znanosti ter izobraževalnih inštitucij sem začel pred približno 15 leti še v okviru vodenja sekcije elektronikov in mehatronikov in pred 11 leti z ustanovitvijo Odbora za znanost in tehnologijo pri OZS, ki sem ga vodil celih 10 let. Zdaj delo nadaljujem v okviru Sveta za znanost in tehnologijo Republike Slovenije, katerega član sem, in v okviru svoje razvojnoraziskovalne dejavnosti. Povezovanje gospodarstva in znanosti in izobraževalne sfere je v Sloveniji izjemno zapleten proces. Da je sodelovanja bistveno premalo, so vzroki tako v gospodarstvu kot v akademsko-znanstveni sferi. Je pa po mojem mnenju celo več ovir v gospodarstvu. Uspešnost povezovanja in prenos znanja pa sta v veliki meri odvisna tudi od posameznikov, ki se žrtvujejo za tovrstne aktivnosti. Zagotovo pa so ovire za uspešnejše sodelovanje in povezovanje tudi v resornih ministrstvih in direktoratih. Nekatere stvari bi morale biti tudi bolj sistemsko urejene, a žal niso. Preveč je pri nas nekih napisanih strategij, ki pa se žal v praksi ne izvajajo ali pa se izjemno slabo.

Ventil: *Prepričan sem, da poznate stanje sodelovanja med raziskovalno sfero in gospodarstvom v drugih najbolj industrijsko razvitih državah. V čem se bistveno razlikuje od našega slovenskega stanja na tem področju?*

J. Škrlec: Ja, je velika razlika, če primerjamo sodelovanje pri nas v Sloveniji ali v visoko razvitih državah. Tam se vsem zdi povsem normalno in logično, da je potrebno aktivno sodelovati in se med seboj povezovati. Tam se vsi še kako zavedajo, da je potrebno znanje ustrezno prenesti v industrijo in gospodarstvo in da se morajo inovacije odražati tako v izdelkih kot storitvah z visoko dodano vrednostjo. V tujini je tudi izobraževalni sistem bolj naravnana na potrebe gospodarstva in boljše zaposljivost kadra. Pri nas mnogi povezovanje akademsko-znanstvene sfere in gospodarstva razumejo kot neke vrste prisilo. Zato bo potrebno več storiti v smeri povezovanja že v šolah, torej v času, ko se mladi šele odločajo za poklice in svojo življenjsko pot.

Ventil: *Slovenska industrija je v zadnjih letih naredila velik korak naprej pri bruto dodani vrednosti na zaposlenega. Toda še vedno imamo odločno premalo industrijskih produktov z višjo dodano vrednostjo,*



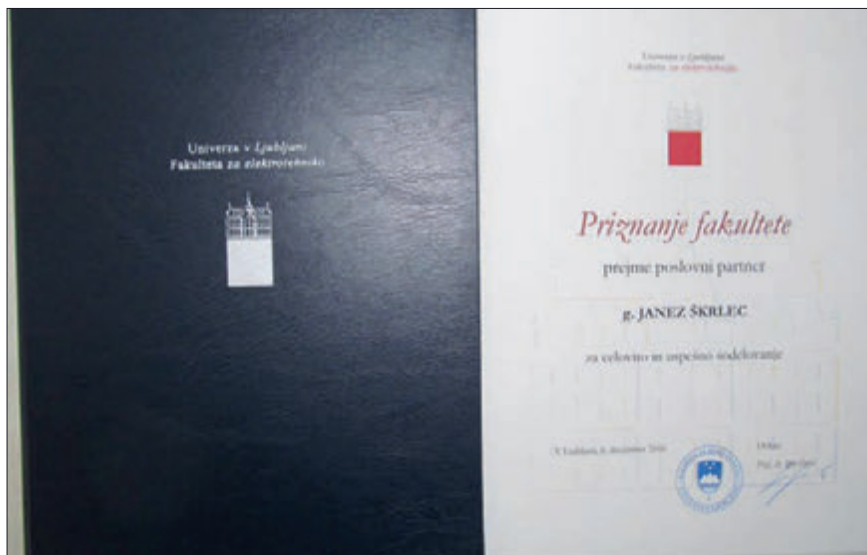
Institut Jožef Stefan je 20. Oktobra 2016 podelil Častno listino, Janezu Škrlecu, članu Sveta za znanost in tehnologijo Republike Slovenije. Priznanje je bilo podeljeno na podlagi Sklepa Znanstvenega sveta IJS, za sodelovanje pri prenosu znanstvenih in tehnoloških dosežkov ter znanj, ustvarjenih na inštitutu v družbeno in gospodarsko zaledje doma in v tujini. Priznanje sta na Institutu Jožef Stefan Janezu Škrlecu podelila, direktor prof. dr. Jadran Lenarčič in predsednik Znanstvenega sveta Instituta Jožef Stefan, prof. dr. Dragan Mihailović.

ki bi bili konkurenčni na svetovnem trgu. Kaj bi morala tu narediti država oziroma državne ustanove in kaj podjetja, da bi se situacija izboljšala?

J. Škrlec: Res se stanje v industriji in nasploh v gospodarstvu izboljšuje, mislim pa, da še ni razlogov za prevelik optimizem. Pri nas je velik problem v tem, da veliko visokotehnoloških inovacij nikoli ne pride do prototipa ali izdelka. Največkrat nam manjka uspešen prenos inovacije tako v industrijo kot v podjetništvo. Gospodarstvo se premalokrat obrne na inštitute za pomoč pri razvoju visokotehnoloških izdelkov. Država pa premalo vlaga v procese aktivnega prenosa znanj in inovacij na poti do novih izdelkov in storitev. Veliko se sicer piše in tudi govori o tem, kako država in pristojna ministrstva vse podpirajo, vendar v praksi največkrat ni tako. Največji problem pa je še vedno pri povezovanju malih in mikro podjetij z razvojnoraziskovalnimi inštitucijami. Več bi morale napraviti v tej smeri tudi razne zbornice, tehnološka združenja in centri ter pisarne za prenos tehnologij. Predvsem morajo razvojnoraziskovalne in izobraževalne inštitucije poznati prave potrebe gospodarstva, tudi njihovo tehnološko raven, globalno vključenost in drugo. Naše lanskoletno Stičišče znanosti in gospodarstva je bilo kot projekt MIZŠ izjemno uspešno in prav na tem sejamskem dogodku smo se lahko prepričali, da je možno še boljše sodelovanje, če se partnerji med seboj poznajo in če se aktualne inovacije na razumljiv način približajo industriji in gospodarstvu.

Ventil: Številni uspešni podjetniki se pritožujejo, da so podjetja preveč obdavčena, da je raziskovalno osebje pri nas predrago in da je za vlaganje v raziskave in inovacije po naši zakonodaji premalo olajšav. Kaj vi menite o državni politiki glede olajšav za raziskave in glede subvencioniranja raziskovalnega, razvojnega in inovativnega dela v podjetjih?

J. Škrlec: Mislim, da je ta kritika delno upravičena in da ima država še veliko možnosti, da naredi poslovno okolje bolj prijazno. Stanje



Dne 6. decembra 2016, je Fakulteta za elektrotehniko, Univerze v Ljubljani podelila Janez Škrlecu posebno priznanje za celovito in uspešno sodelovanje. Priznanje je ob Dnevu Univerze v Ljubljani, 6. decembra 2016, podelil dekan, prof. dr. Igor Papič. Priznanje se v obrazložitvi podeljuje za uspešno povezovanje, skupne strokovne dogodke, za področje razvoja, raziskav, izobraževanja, ter prenosa znanj, novih tehnologij ter dosežkov v gospodarstvo.

pri nas pa vseeno ni alarmantno, saj so obdavčitve precej podobne drugim, nam primerljivim državam. Zagotovo pa so vedno še možnosti za izboljšanje. Pri nas je bilo v preteklosti predvsem v gospodarstvu precej zmede in nejasnosti okrog tega, kaj vse naj se šteje za vlaganje v razvoj in raziskave. Kljub vsemu pa mislim, da se bodo stvari pri nas počasi le uredile. Bolj me skrbi, da se v Sloveniji ne izvaja RISS – Razvojnoinovacijska strategija Slovenije. Mogoče pa se bodo v prihodnjih letih stvari uredile, ko bomo imeli zakon o razvojnoraziskovalni in o inovacijski dejavnosti. Sem pa zagovornik tega, da se ustrezno subvencionirajo tudi razvojnoraziskovalne aktivnosti v podjetjih, še zlasti takšnih, ki so inovativna in razvojno naravnana ter usmerjena tudi v izvoz tako izdelkov kot storitev. Tudi Strategija pametne specializacije lahko zelo pozitivno vpliva na gospodarski razvoj, če se bo seveda ustrezno uresničevala.

Ventil: Po dostopnih anketnih podatkih je 52 odstotkov slovenskih podjetij v letu 2014 namenilo za raziskave in razvoj le 3 ali manj odstotkov prihodkov. Dobra petina (21 odstotkov) je namenila od 5 do 10 odstotkov, 26 odstotkov pa manj kot

10 odstotkov. Dobra desetina podjetij je vložila več kot 10 odstotkov. To je manj od povprečja vseh držav, ki so sodelovale v anketi. Kaj bi se tu moralo spremeniti, da bi dosegli vsaj evropsko povprečje?

J. Škrlec: Sam sem, odkrito povedano, velikokrat skeptičen do teh anket. Nisem čisto prepričan, da so ankete res odraz dejanskega stanja. Slovenija je po mnogih kazalnikih v evropskem povprečju. Zdi se mi, da so včasih podatki, pridobljeni z anketami in statistiko, precej zavajajoči. Sam sem velikokrat zasledil precejšnja neskladja z zbranimi podatki. Če primerjam podatke, ki jih podjetja in razne inštitucije navajajo kot relevantne podatke za prijave na razne razpise, smo celo boljši, kot si upamo priznati. Seveda pa je prav, da Slovenija stremi k temu, da bomo vedno boljši in nadpovprečni v EU.

Ventil: G. Škrlec, iskrene čestitke za vsa priznanja. Želimo vam, da nadaljevali vaše delo s tako vnemo, veseljem in uspehom. Hvala lepa za sodelovanje z revijo Ventil in seveda za vaše odgovore.

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

MEDNARODNI

Industrijski sejem 2017

Medijski partner
IRT
3000
INOVACIJE • RAZVOJ • TEHNOLOGIJE
WWW.IRT3000.COM

CELJSKI SEJEM
4.-7. april 2017

Največji doslej - sejmišče bo v celoti polno!
Novosti, ki jih pri nas še nismo videli.

Aktualne teme za strokovno rast:

Dan varilne tehnike (sreda, 5.4.)

Dan naprednih materialov (sreda, 5.4.)

Dan kovinske industrije (četrtek, 6.4.)

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

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

www.ce-sejem.si

40
let
1976 - 2016
Vaš partner

CELJSKI SEJEM

EUROfusion Integrated Modelling Code Camp 2016

Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani je konec septembra 2016 organizirala dvotedensko delovno srečanje strokovnjakov s področja modeliranja fuzijske plazme v okviru projekta EUROfusion »Code Development for Integrated Modelling« (WP-CD).

Aktivnosti so potekale predvsem na področju:

- povezovanja simulacij jedra in roba tokamaka,
- modeliranja znanstvenih potekov na robu (edge workflow),
- kontrole NTM z ECCD (angl. Neoclassical Tearing Mode control with Electron Cyclotron Current Drive),
- modeliranja in nadgradnje HCD potekov in integracija novih aktorjev,
- razvoja aktorjev sintetične nevtronske diagnostike.

Srečanje vključuje tudi strokovnjake za infrastrukturo integriranega modeliranja WP-ISA. Raziskovalci Laboratorija za konstruiranje (LECAD) iz Fakultete za strojništvo pod

vodstvom *prof. Jožeta Duhovnika* in *doc. Leona Kosa* sodelujejo v obeh projektih:

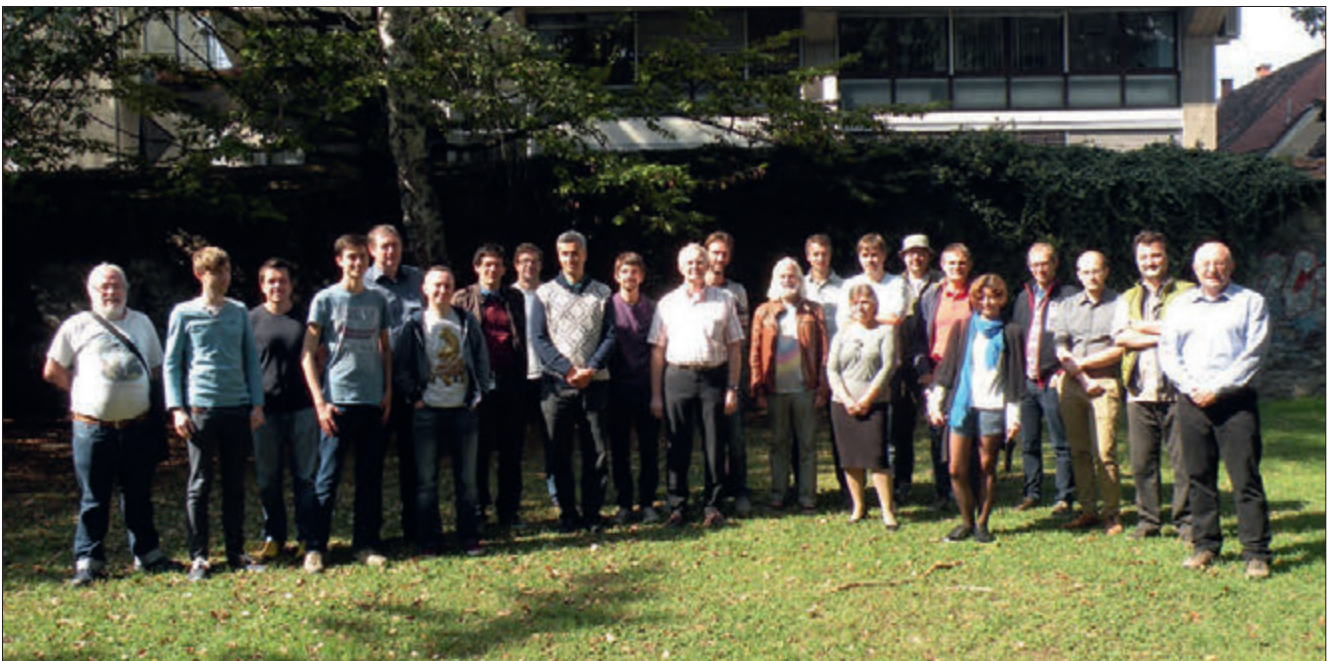
- WP-CD z razvojem vizualizacijskih in simulacijskih aktorjev ter grafičnih vmesnikov.
- WP-ISA kot del skupine »Core Programming Team« pri razvoju vmesnikov fizikalnih podatkovnih modelov za integrirano modeliranje.

Poleg navedenih evropskih projektov raziskovalci laboratorija LECAD razvijajo tudi nove kode in vmesnike na najzahtevnejšem področju robne plazme v projektih neposredno za mednarodno organizacijo ITER.

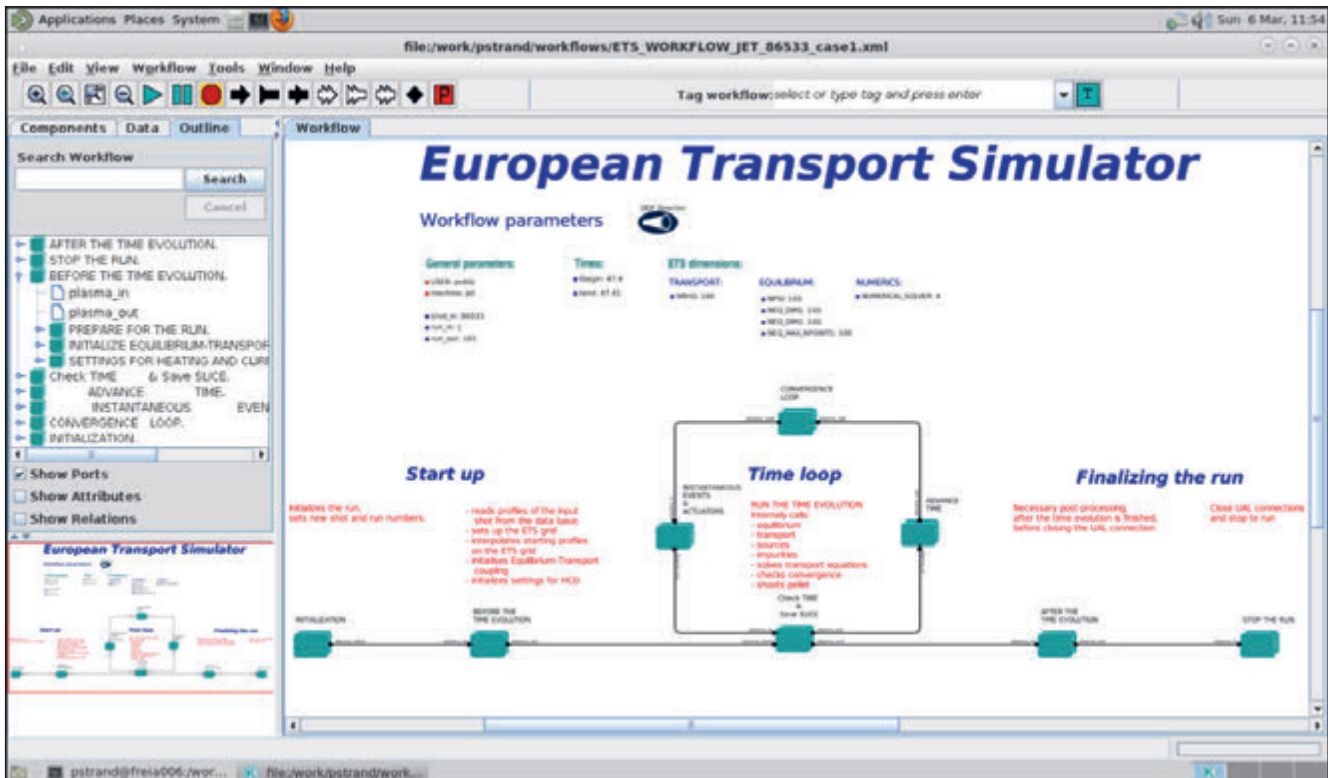
Fuzija kot prihodnja alternativna oblika pridobivanja električne energije zaradi svoje učinkovitosti ter ekonomske in ekološke prednosti pred drugimi načini pridobivanja električne energije dobiva vedno večjo prepoznavnost v energetskem gospodarstvu, saj bi z njeno realizacijo električna energija postala dostopnejša ter cenejša, hkrati pa bi kot »čisti vir energije« imela minimalen vpliv na okolje. Trenutno je v izgradnji največji raziskovalni

fuzijski reaktor v zgodovini ITER, katerega namen je doseči dolgo pričakovani prehod iz eksperimentalne študije fizike plazme na polni obseg pridobivanja električne energije v fuzijskih elektrarnah.

Poleg same infrastrukture ter računalniških sistemov so potrebne tudi podatkovne baze za shranjevanje pridobljenih podatkov iz fuzije ter programska orodja za njihovo analizo. V Evropi je preko sto razvijalcev fuzijskih programov (popularno rečeno kod), ki so več let razvijali ustrezne matematične modele in numerične kode, da bi pojasnili meritve ne ekperimentih obstoječih fuzijskih naprav (tokamakov in stelaratorjev) ter poskusili napovedati obnašanje plazme v prihodnjih fuzijskih reaktorjih. Za usklajevanje teh prizadevanj in zagotavljanje preverjenih simulacij z enovito platformo za ekperiment ITER je EFDA leta 2004 ustanovila delovno skupino za integrirano modeliranje tokamakov (ITM-TF), ki je 2014 prerasla v skupino za integrirano modeliranje (Code Development for Integrated Modelling) z ustanovitvijo konzorcija EUROfusion.



Skupinska slika strokovnjakov EU-IM v parku pred Fakulteto za strojništvo



Evropski simulator transporta (ETS) povezuje na več ravneh preko 477 sestavljenih komponent (kod) v enovitem okolju za simulacije Kepler na 9 ravneh (8, 22, 57, 95, 123, 44, 19, 52, 49)

Integrirano modeliranje pomeni povezovanje kod, ki popisujejo določene fizikalne pojave v tokamaku, prilagojene različnim področjem v plazmi. Vse podprte fizikalne kode so zajete v skupni platformi z enotnim vmesnikom, ki povezuje kode, napisane v različnih programskih jezikih tako, da lahko med seboj komunicirajo s predpisano strukturo podatkov. Povezovanje kod s predpisanimi hierarhičnimi strukturami CPO (Consistent Physical Objects) v podatkovni bazi EU-IM poteka na različnih časovnih in prostorskih ravneh popisa fizikalnih pojavov. Na ITER-u pa so podatkovne strukture sestavljene iz struktur IDS (Interface Data Structure), podobnih CPO, vendar ne enakih, in bile povzete in nadgrajene iz CPO.

»Razvijalci v Evropi so v tesnem in stalnem stiku,« pojasnjuje Gloria Falchetto, vodja projekta. »Kljub temu je pomembno, da se srečajo iz oči v oči nekajkrat letno na kampih kodiranja, s podporo strokovnjakov za infrastrukturo, da skupaj razvijajo integrirane simulacije.« Več preteklih letih je bilo v platformo vključeno več kot 60 različnih fuzijskih

kode, ki temeljijo na različnih matematičnih modelih in obravnavajo različne vidike simulacije plazme in tehnologij v tokamaku. Med njimi je Evropski Transportni Simulator (ETS), ki se uporablja na skupnem evropskem tokamaku JET za potrjevanje in analizo eksperimentalnih kampanj.

V letu 2017 Fakulteta za strojništvo prav tako v začetku septembra organizira EU-IM Code Camp z novimi aktivnostmi na področju integrirane modeliranja.

Doc. dr. Leon Kos
UL, Fakulteta za strojništvo



Del skupine EU-IM v kampu kodiranja na Fakulteti za strojništvo

Mednarodni strokovni sejem IFAM in INTRONIKA 2017

Na celjskem sejmišču je v organizaciji podjetja ICM d.o.o. od 25. do 27. januarja 2017 potekal sejem IFAM & INTRONIKA 2017 s celovito predstavitvijo stanja tehnike na področju avtomatizacije, mehatronike ter industrijske in profesionalne elektronike. Številni razstavljalci iz Slovenije in petih drugih evropskih držav (Avstrije, Nemčije, Madžarske, Italije in Srbije) so predstavili integralne ponudbe izdelkov in tehnologij, zastopniško pa še vrsto poznanih dobaviteljev tovrstne opreme iz drugih držav sveta.



Utrinek iz razstavnega prostora

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

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



Razstveni prostor Univerze V Ljubljani, Fakultete za strojništvo

LASOK (Laboratorij za transportne naprave in sisteme ter nosilne strojne konstrukcije) in LAP (Laboratorij za preoblikovanje).

Sejem je po videnem uspel in tudi v prihodnjem letu lahko na sejmu

IFAM in INTRONIKA konec januarja 2018, ki ga organizatorji že najavljajo, pričakujemo še več novosti in pestro ponudbo.

*Dr. Mihael Debevec
UL, Fakulteta za strojništvo*

PPTcommerce d.o.o.

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

HIDRAVLIKA IN PROCESNA TEHNIKA

PRODAJA • PROJEKTIRANJE • SERVIS

www.ppt-commerce.si



EMERSON[™]
Process Management



ELMatic[™]

BETTIS[™]

Dantorque

HYTORK[®]

Shafer[®]



Obisk obrtnikov in podjetnikov v laboratorijih Instituta "Jožef Stefan"

17. januarja 2017 je Institut "Jožef Stefan" obiskalo petdeset obrtnikov in podjetnikov, ki se zavedajo, kako zelo so znanje in inovacije pomembni za razvoj in tudi obstoj podjetij. V plenarnem delu jih je pozdravil prof. dr. **Jadran Lenarčič**, ki nas je v uvodnem pozdravu spomnil na zlata osemdeseta leta prejšnjega stoletja, ko je IJS kar 50 % vseh svojih prihodkov dobil iz gospodarstva in poudaril tudi to, da bi bilo zelo koristno, če bi vlada razmislila o ponovni uvedbi raziskovalnih vavčerjev za gospodarstvo, saj se je v preteklosti izkazalo, da je prav ta instrument posameznim obrtnikom in podjetjem omogočil vse potrebno za razvoj in preboj.



Dr. Miha Čekada, vodja Odseka za tanke plasti in površine F3, med predstavitvijo odseka obrtnikom in podjetnikom. Foto: Luka Virag

Idejo za srečanje med obrtniki in raziskovalci je predstavil Odbor za znanost in tehnologijo pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije (OZS), dogodek pa je organiziral Center za prenos tehnologij in inovacij (CTT), ki že od leta 2011 uspešno deluje na področju prenosa znanja iz znanstvene v gospodarsko sfero in vsako leto organizira različne povezovalne dogodke med podjetji in raziskovalci IJS. – Ob tej priložnosti se še enkrat najlepše zahvaljujemo vsem, tako raziskovalcem kot gospodarstvenikom, za odprto sprejemanje idej za povezovanje, razumevanje ciljev, ki jih želimo doseči skupaj, in za vso podporo.

Poleg direktorja sta obrtnike in podjetnike v plenarnem delu srečanja pozdravila tudi **Marko Lotrič**, predsednik Odbora za znanost in tehnologijo pri OZS, in dr. **Miha Čekada** z Instituta Jožef Stefan, član OZT, potem pa so obiskovalci odšli na ogled odsekov in laboratorijev, kjer

Naj na kratko povzamemo še vtis enega od udeležencev (**Andrej Žužek**, INTRI) srečanja:

Moja pričakovanja ob tokratnem obisku Instituta "Jožef Stefan" so bila srečati stare znance in razširiti svojo mrežo stikov ter najti navdih za nove morebitne možnosti sodelovanja, saj se ukvarjamo s 3D tehnologijami (3D tisk, 3D skeniranje, konstruiranje in oblikovanje, grafične storitve za konference ... Vsak odsek je zanimiv in poln znanja, je pa treba najti tiste informacije in partnerje, s katerimi lahko že sedaj izvedemo konkretne projekte in planiramo v prihodnost.

Zelo sem vesel naveze z raziskovalcem **Rokom Kocenom** (Odsek za nanostrukturne materiale K7, IJS) zaradi raziskave in razvoja novih materialov za 3D tisk. – Dobil sem tudi novo idejo, o kateri pred obiskom nisem razmišljal, in sicer, da bi se z IJS povezal tudi na področju evropskih projektov. Možnosti, ki jih vidim, gredo predvsem v smeri, da bi sodelovali kot partner ali kot podizvajalec.

Pri pogovorih "1 : 1" sem se srečal z dr. **Levinom Palom**, s katerim sva se konkretno pogovorila o zame zelo pomembni zadevi. Smisel sodelovanja z raziskovalci resnično vidim tudi v razvoju novih produktov in prodoru na globalni trg.

Dogovoril sem se tudi za nadaljne pogovore na odseku Avtomatika, biokibernetika in robotika E1, ki se jih prav tako zelo veselim.

je že stekel pogovor z raziskovalci, ki so obrtnikom in podjetnikom predstavili svoje delo in odgovarjali na zastavljena vprašanja. – Ko smo po zaključku dogodka udeležence povprašali o njihovih vtisih ob obisku odsekov Instituta "Jožefa Stefana", so vsi menili, da ob konkretnem obisku odseka oziroma laboratorija mnogo lažje in jasneje ugledaš morebitno priložnost za sodelovanje z znanstveno sfero.

V zadnjem delu srečanja so med obrtniki in raziskovalci potekala še najtežje pričakovana t. i. srečanja "1 : 1", individualni dvostranski pogovori glede konkretnih tehnološko-razvojnih problemov, s katerimi se pri svojem delu srečujejo obrtniki in podjetniki.

Zaključimo lahko, da je v malem gospodarstvu zanimanje za sodelovanje z znanstveno sfero veliko. Ponovno se je izkazalo, kako dragoceno in uporabno je bogato znanje raziskovalcev IJS za izzive, s katerimi se na svojih podjetniških



Vodja Centra za prenos tehnologij in inovacij dr. Špela Stres koordinira individualne pogovore med obrtniki in raziskovalci. Foto: Luka Virag

poteh srečujejo obrtniki, pa tudi obratno: vprašanja in potrebe obrtnikov so lahko vedno ploden vir svežega navdiha tudi za raziskovalce. Da bo pot do izdelkov, ki prinašajo dodano vrednost, v resnici pripeljala do zavirljivih dosežkov,

bo svoj pisnik cekinov z nekaj več entuziazma in vizije morala pristaviti tudi država.

*Tamara Matevc,
Center za prenos tehnologij in inovacij (CTT), Institut »Jožef Stefan*

SVETOVNI PRVAKI

Roboti MOTOMAN serije MA so podjetju Yaskava priborili prvo mesto na področju obločnega varjenja. Stavite na te robote. Navdušeni boste.



YASKAWA

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

AAA[®]
Boniteta odličnosti
2016

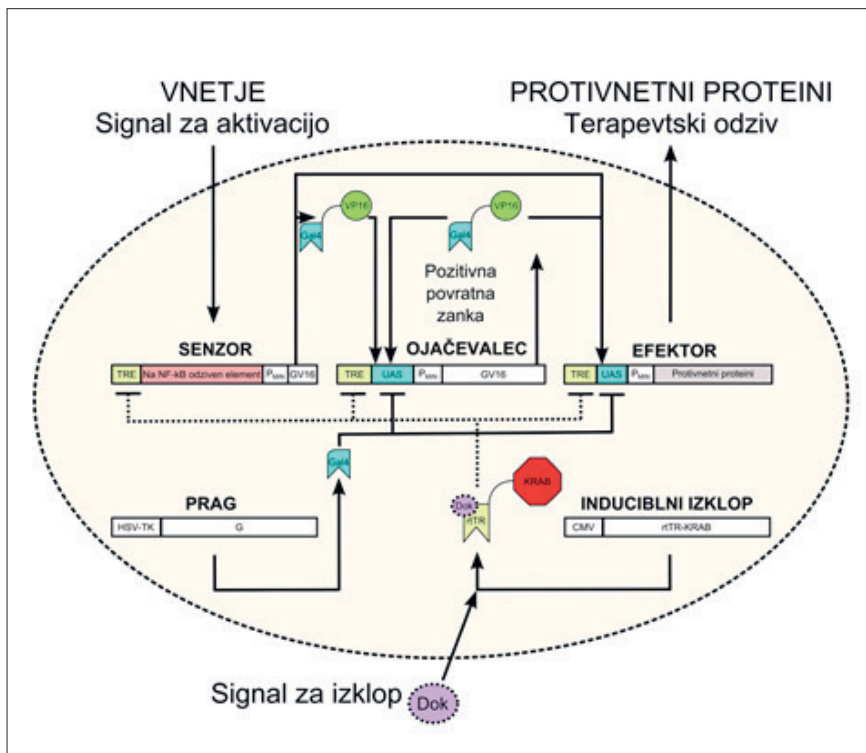
A Binsode Solution

Nov prispevek slovenskih znanstvenikov k razvoju celičnega zdravljenja vnetnih bolezni

Celična terapija se uveljavlja kot zelo učinkovit način zdravljenja. Veliko se sliši o matičnih celicah, vendar dosegajo največje uspehe celičnega zdravljenja v ZDA na področju imunoterapije raka s spremembo celic imunskega sistema pacientov. Spremenjene celice T (t. i. CAR-T) so pokazale izjemne uspehe pri zdravljenju oblik raka, ki so neodzivne na druge načine zdravljenja.

Uporaba celic za zdravljenje pa odpira še dodatne možnosti za ciljano, varno in nadzorovano zdravljenje z vgradnjo različnih načinov kontrole celic.

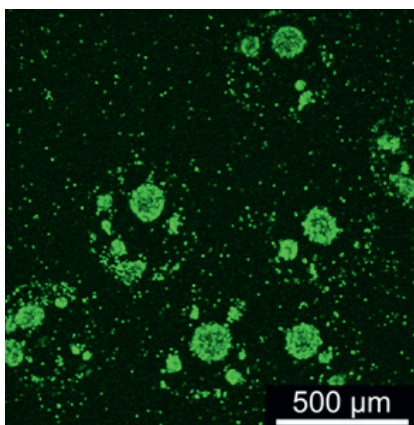
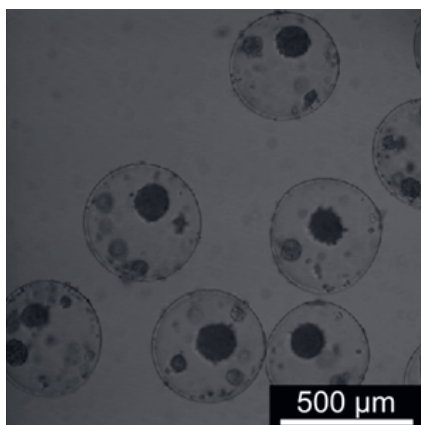
Sodelavci Odseka za sintezno biologijo in imunologijo na Kemijskem inštitutu so spremenili človeške celice tako, da samostojno prepoznajo vnetne procese v telesu in začnejo proizvajati in izločati protivnetne proteine kot zdravilo. Pri tem dosežku gre za celično terapijo, pri kateri v telo vstavijo kapsule s spremenjenimi celicami, ki začnejo izločati zdravilne proteine, ko pride do vnetja. Celice so v poroznih kapsulah terapijske proteine, kot so protitelesa, ki nevtralizirajo vnetje, podobno



Modularni prikaz sestavnih delov protivnetne naprave s signalom za aktivacijo, kontrolo aktivnosti in produkcijo terapevtskih proteinov

sistemom, tako da bi lahko uporabili enak tip celic za vse paciente, kar bi lahko povečalo dostopnost celičnega zdravljenja. Po poroznih kapsulah lahko celice prejemajo hrano in ob aktivaciji izločajo terapijske proteine, kot so protitelesa, ki nevtralizirajo vnetje, podobno

kot biološka zdravila za zdravljenje vnetne črevesne bolezni. Celice, ki so jih razvili na Kemijskem inštitutu, bi lahko zaznale vnetje, še preden bi se ga zavedal pacient ali zdravnik, kar je pomembno za zmanjšanje škodljivih posledic vnetja. Delovanje celic lahko uravnavajo od zunaj s kemijskim signalom, npr. z vnosom določene spojine. Delovanje sistema so testirali tako na celičnih kulturah kot tudi v predkliničnih raziskavah na živalskem modelu vnetne črevesne bolezni, kjer so kapsule s celicami, vstavljene v trebušno votlino, preprečile poškodbe na črevesju.



Porozne alginatne kapsule s terapevtskimi celicami. Desna slika z zeleno barvo prikazuje žive celice, ki sprejemajo signale iz okolja in sproščajo terapevtske proteine.

Prof. Roman Jerala, ki je projekt vodil, pravi: »Gre za demonstracijo uporabe naprednih pristopov sintezne biologije v medicini, čeprav bo potrebnih še veliko izboljšav, preden bo tak sistem dejansko uporaben za zdravljenje ljudi. Poglavito zaslugo za ta dosežek



Dr. Anže Smole na novem delovnem mestu na University of Pennsylvania

ima dr. Anže Smole, naš nekdanji mladi raziskovalec, ki je zdaj v ZDA na podoktorskem usposabljanju na University of Pennsylvania, kjer raziskuje imunoterapijo raka v eni vodilnih skupin na tem področju. Upamo, da se čez nekaj let vrne z bogatimi izkušnjami. Lepo bi bilo, če bi do takrat izkoristili naše znanje in v sodelovanju z zdravniki slovenske paciete z limfomom že začeli zdraviti z imunoterapijo. Raziskava je trajala 4 leta, saj je bilo za pripravo spremenjenih celic potrebno uglasiti posamezne module, od senzorja, ki zaznava vnetje, ojačevalca, kombinacije terapevtskih proteinov in drugih eksperimentov, vključno z modeliranjem. Pri modeliranju je bil najpomembnejši prispevek *Urbana Bezeljaka*, ki je prav tako že v tujini, kjer opravlja doktorat na uglednem Institute of Science and Technology (IST) v Avstriji, ki je postal zaradi odlične znanosti in pogojev za delo magnet za talente iz celega sveta.

Delo z naslovom *A Synthetic Mammalian Therapeutic Gene Circuit for Sensing and Suppressing Inflammation* avtorjev Anžeta Smoleta, Duška Lainščka, Urbana Bezeljaka, Simona Horvata in Romana Jerale

je bilo objavljeno v januarški izdaji ugledne znanstvene revije *Molecular Therapy*. Članek: [http://www.cell.com/molecular-therapy-family/molecular-therapy/fulltext/S1525-0016\(16\)45358-X](http://www.cell.com/molecular-therapy-family/molecular-therapy/fulltext/S1525-0016(16)45358-X).

Več informacij:
 prof. dr. Roman Jerala,
 tel.: 01/4760 335; roman.jerala@ki.si,
 Brigita Pirc, Odnosi z javnostmi,
 tel.: 01/4760 225; brigita.pirc@ki.si

www.ki.si

AIG'17

6. in 7. april 2017, Hotel City Maribor

Vabilo na konferenco:

Avtomatizacija v industriji in gospodarstvu

Organizator: Društvo avtomatikov Slovenije in Univerza v Mariboru, FERi

Izvedba konference:

Vabljeni predavanja, predstavitve člankov, študentska sekcija, podelitev nagrad Tehnološke mreže, razstava pokroviteljev in borza kadrov. Teme predavanj bodo osredotočene na avtomatizacijo industrijskih obratov, avtomatizacijo poslovnih zgradb, hiš in objektov, avtomatizacijo v logistiki in prometu ter avtomatizacijo v energetiki in kmetijstvu.

Osrednja tema konference:

Četrta industrijska revolucija – Industrija 4.0.

Časovni mejniki:

Prijava prispevkov (naslov članka in povzetek): 20. 2. 2017
 Prijavo pošljite na: konferenca@aig.si

Oddaja člankov: 1. 3. 2017

Prijava udeležbe: do začetka konference

Členik 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/>

Kakšne bodo usmeritve EU v letih 2018–2020 in kakšne priložnosti?

Zadnje tematske usmeritve v delovnih dokumentih EU dajejo slutiti, da se že resno pripravljajo konkretna izhodišča za nadaljnje razpise v okviru programa Obzorje 2020 in tudi v okviru SPS. Teme si sledijo kot splošni cilji za revolucijo v industriji, hkrati pa prispevajo k novim izzivom in se osredotočajo na področja: industrija 4.0, zdravje, brezogljivi preskrba z energijo in krožno gospodarstvo. Izpostavljajo se predvsem izdelki, namenjeni za krožno gospodarstvo, novi koncepti proizvodnje in iskanje strank za novo generacijo storitev, ki temeljijo na poslovnih konceptih predvsem v predelovalnih dejavnostih.

Usmeritve 2018–2020 poudarjajo:

- dodajalne proizvodne tehnologije z uporabo kovin na industrijski ravni;
- usmeritve pilotnih linij za prilagodljivo in hitro rekonfiguracijo (preoblikovanje ali vnovična postavitve) v modularnih tovarnah;
- avtomatizirano pametno tehnologijo za popravila kompozitnih struktur z visoko vrednostjo;
- zahteve po strokovnih znanjih za nova delovna mesta v proizvodnji in inovativnosti za gospodarsko rast;
- nove koncepte in izzive za uresničitev resničnega sodelovanja ljudi z roboti;
- zanesljivo in točno proizvodnjo sklopov, mikrodelov in sistemov;
- pilotne linije za osredotočenost človeka v tovarnah;
- sodelovanje in inženirski pristop k proizvodnji z uporabo odprtih inovativnosti;
- celovit menedžment tovarn z energetske učinkovito proizvodnjo;
- podaljšanje življenjske dobe velike industrijske opreme z obnovo in ponovno izdelavo;
- pilotne linije za izredno natančno proizvodnjo izjemno obsežnega števila zahtevnih delov;
- merjenje sledljivosti in kakovosti ter postopkov nadzora v inteligentnih proizvodnih linijah;
- razvoj tehnologij za obdelavo in z njimi povezanih sistemov upravljanja za fleksibilne materiale;
- inovativne procese in opremo za nadzor kakovosti za proizvodnjo optoelektričnih delov in sistemov;
- industrijsko simbiozo, ki temelji na skupnem konceptu optimizacije in standardizacije industrijskih procesov;
- nove pristope za energetske učinkovitost in učinkovitost virov v visoko energetske intenzivnih industrijah;
- optimalno vrednotenje mineralnih odpadkov, stranskih proizvodov in recikliranega materiala velikega obsega;
- on-line ocene življenjskega cikla in orodja za integracijo rastlin;
- optimizacijo tokov uporabe bioloških materialov v tovrstnih panogah in procesih;
- učinkovite pilotne linije za nadaljnje procese v trajnostni procesni industriji;
- prilagajanje na spremenljivost surovin z rekonstrukcijo v obstoječih obratih;
- kognitivne proizvodne obrate z okrepljeno digitalizacijo za izboljšano delovanje;
- izboljšane postopke za proizvodnjo plastike in njeno reciklažo;
- uporabo industrijske vode in energetskih snovi, vključno z novimi pristopi za nadzor upravljanja in kakovosti;
- izboljšanje visokotemperaturne industrijske predelave z uporabo novih ognjevzdržnih materialov;
- nove koncepte za kemično predelavo surovin z uporabo nekonvencionalnih virov energije;
- hibridne biotehnoške in kemične procese za proizvodnjo kemikalij visokih vrednosti;



- obdelavo naprednih materialov (novi postopki in procesi);
- hibridne sisteme električne in toplotne energije v stanovanjskih stavbah in območjih za shranjevanje energije;
- integracijo IKT v procesu gradnje – od zasnove do konca življenjskega cikla;
- poslovne modele za podporo starejšim ljudem za izvajanje večje energetske prenoje;
- poudarjanje sintetične biologije in razširitve raznolikosti v zvezi s proizvodnjo naravnih in kemijskih izdelkov;
- reprogramiranje mikroorganizmov za biološke in bionanosenzorje.

V usmeritvah EU je velik poudarek na novih materialih, nanotehnologiji, biotehnologiji, IKT, učinkoviti energetski proizvodnji in optimi-

zaciji sistemov, podpori vseh ukrepov, ki vodijo v učinkovito krožno gospodarstvo, digitalizaciji proizvodnih in storitvenih procesov, varovanju zdravja in drugem. Izpostavljene usmeritve bodo po mnenju poznavalcev dobra podlaga za javne razpise.

Sam sem sodeloval kot ocenjevalec v nekaterih programih, na primer za tovarne prihodnosti in razvoj materialov kot končnih produktov. Če primerjam zadnje delovne dokumente, bo kar precej novih in čisto konkretnih strateških in razvojnih usmeritev, velik poudarek bo na digitalizaciji tako proizvodnih kot storitvenih dejavnosti. Nedavni vrh gospodarstva na Bledu je pokazal, da tudi GZS in različne razvojno-raziskovalne inštitucije vidijo v tem pomemben slovenski razvojni po-

tencial, škoda, da tem usmeritvam ni naklonjena OZS. Nekaj časa so bile izjemne pozitivne usmeritve evidentne na tehnoloških in nanotehnoloških dnevih, ki smo jih organizirali za potrebe obrtništva in podjetništva, zdaj pa se, kot kaže, OZS usmerja predvsem v tradicionalno obrt in obrti podobne dejavnosti ter dualni sistem izobraževanja. Tudi zaradi tega bo že v letu 2017 13. Nanotehnološki dan osredotočen zlasti na zgoraj predstavljene tehnologije, prav tako bo konkretna usmeritev tudi v okviru Stičišča znanosti in gospodarstva kot projekt MIZŠ v okviru MOS 2017.

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



Univerza v Mariboru
Fakulteta za Strojništvo
Laboratorij za Oljno Hidravliko



University of Maribor
Faculty of Mechanical Engineering
Laboratory for Oil Hydraulics

14. & 15. September 2017

mednarodna konferenca

Fluidna Tehnika 2017

Vabilo

Mednarodne konference
"Fluidna Tehnika"

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

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

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

international conference

Fluid Power 2017

Invitation

International conferences
"Fluid Power"

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

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

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



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



Na sejmu **MEDICAL 2017** bo predstavljen prvi razvojni projekt in koncept bionskega človeka v Evropi za izobraževalne namene prihodnjih inženirjev bionike

Na sejmu sodobne medicine MEDICAL, ki bo v Gornji Radgoni od 6. do 8. aprila 2017, bo predstavljen prvi razvojni projekt in koncept bionskega človeka v Evropi za izobraževalne namene prihodnjih inženirjev bionike. Vodja projekta je Janez Škrlec, razvojnoraziskovalna dejavnost, član Sveta za znanost in tehnologijo Republike Slovenije, v sodelovanju s podjetjem INTRI d.o.o in Visoko šolo za bioniko na Ptuj.

V ta vse bolj pomemben podporni tehnološki svet medicine sodijo medicinske lutke za izobraževalne namene, medicinske bionske, biomimetične – pametne tekstilije (npr. povoji, ki se ne oprijemajo ran, da se rane hitreje zacelijo, umetne žile ...), podkožni in drugi bionano-

senzorji za hitri medicinski monitoring in analizo s pomočjo mobilnih aplikacij, pametne zapestnice, pripomočki za rehabilitacijo po možganski kapi, invalidski vozički z gosenicami, pametne opornice za invalide ... MEDICAL bo primere najboljših praks slovenskih znanstvenikov in podjetij ter njihovega sodelovanja s tujino predstavil na strokovni razstavi in strokovnem posvetu.

Ob bioniki na področju medicine bo MEDICAL 2017 ponujal tudi druge napredne izdelke in storitve s področja medicinske opreme in tehnologij, farmacije, alternativnih oblik zdravljenja, preventive, zdravih aktivnosti in bivanja. Poudarki bodo na inovacijah in novih tehnologijah v zdravstvu, celostni obravnavi pacienta, sodobni rehabilitaciji, ozaveščanju o zdravem načinu življenja v vseh življenjskih obdobjih (dolgoživa družba) ter proak-

tivni skrbi za zdravje na delovnem mestu. Država partnerica sejma Velika Britanija se bo predstavila s področjem preprečevanja okužb v zdravstvu. Novost v razstavnem programu bo segment zdravega, sonaravnega bivanja s paletto izdelkov za naravno gradnjo in opremo bivalnih prostorov. Predstavljeni bodo tudi drugi najnovejši medicinski in rehabilitacijski pripomočki, instrumenti, naprave in storitve, zdravila in preparati, ponudba dietetike in zdravega življenjskega sloga, zdravilstvo, integrativna medicina in digitalizacija v zdravstvu.

Pri pripravah na sejem, ki ga organizira Pomurski sejem v sodelovanju z Združenjem proizvajalcev in distributerjev medicinskih pripomočkov SLO-MED v okviru GZS Podjetniško trgovske zbornice, sodelujejo krovne državne institucije, zavodi, zveze in društva bolnikov ter nacionalne invalidske in huma-



Tako približno bi naj bil bionski človek predstavljen na sejmu. Na velikem LCD zaslonu pa se bo vrтела projekcija vezana na razvoj, na delovanje vsadkov itd..

nitarnе organizacije, ki zagotavljajo bogato, s stroko in izkušnjami podprto dogajanje. MEDICAL bo povezal medicinsko osebje, zdravstvene delavce, bolnike in vse tiste, ki skrbijo za svoje in za zdravje bližnjih, s številnimi poslovnimi predstavitvami, strokovnimi srečanji, medicinskimi svetovanji ter praktičnimi zdravstvenimi delavnicami. Ponu-

dil bo obilico zdravega dogajanja, brezplačne strokovne nasvete in podporo invalidom, bolnikom z različnimi kroničnimi boleznimi ter njihovim svojcem. Predstavil bo učinkovite preventivne programe za odrasle ter opozarjal na vse tisto, kar sodi v zdrav življenjski slog. Obiskovalci bodo lahko opravili merjenja kazalcev tveganja za kro-

nične nenalezljive bolezni ter se okrepčali v izbrani ponudbi dietetičnih in zdravih jedi.

Več informacij: Mag. Vesna Dajčman, projektni vodja sejma MEDICAL, telefon: 041 679 685, e-pošta: vesna@pomurski-sejem.si

www.pomurski-sejem.si

Veleposlanik ZDA Brent R. Hartley s sodelavci obiskal Reaktorski center Instituta »Jožef Stefan«

Veleposlanik Združenih držav Amerike Brent R. Hartley s sodelavci je obiskal Reaktorski center Instituta »Jožef Stefan«. Srečal se je z vodstvom Instituta in s strokovnjaki s področja jedrske energije, v pogovorih pa so ocenili sedanje in nadaljnje možnosti za sodelovanje med državama.

Na srečanju z direktorjem prof. dr. Jadranom Lenarčičem se je veleposlanik Brent R. Hartley uvodoma seznanil z delovanjem Instituta in njegovo mednarodno umeščenostjo. V nadaljevanju sta mu prof. dr. Leon Cizelj, vodja Odseka za reaktorsko tehniko, in doc. dr. Luka Snoj, vodja Odseka za reaktorsko fiziko, predstavila raziskave in spremljajoče dejavnosti Instituta na področju jedrske energije. Posebno pozornost so namenili možnostim za nadaljnjo krepitev odličnega raziskovalnega sodelovanja IJS z institucijami iz ZDA.

Veleposlanik Hartley je ob obisku izpostavil, da je to eden v seriji obiskov in programov, za katere upamo, da bodo spodbudili večje sodelovanje pri znanstvenih raziskavah in izmenjavah med Slovenijo in ZDA. Poudaril je: »ZDA ce-



Prof. dr. Leon Cizelj (prvi z desne), vodja Odseka za reaktorsko tehniko, in doc. dr. Luka Snoj (tretji z desne, vodja Odseka za reaktorsko fiziko, sta veleposlaniku ZDA (drugi z desne) predstavila raziskave in spremljajoče dejavnosti Instituta na področju jedrske energije

nijo dolgo in dobro sodelovanje med našima državama na različnih znanstvenih področjih. Od slovenske osamosvojitve je bila približno ena tretjina slovenskih Fulbrightovih udeležencev ravno s področij znanosti, tehnologije, inženirstva in matematike, od tega kar deset z Instituta 'Jožef Stefan'. V prihodnosti se veselim še globljih odnosov s slovenskimi raziskovalci in raziskovalnimi institucijami.«

V okviru srečanja si je veleposlanik Hartley s sodelavci ogledal tudi najpomembnejšo raziskovalno infrastrukturo, ki deluje v okviru Reaktorskega centra: raziskovalni reaktor TRIGA, pospeševalnik Tandetron, stalno razstavo o jedrski energiji in laboratorije Odseka za znanosti o okolju.

*Polona Strnad, Institut Jožef Stefan
www.ijs.si*

A. Stušek, uredništvo revije Ventil

Fluidna tehnika sooblikuje prihodnost

Industrija 4.0 je že nekaj let aktualna tema v industriji. Medtem ko so posamezna področja tehnike, kot so krmiljenje, senzorika in pogonska oprema v smislu omrežij in digitalizacije že globoko aktivna v tej smeri, se druga področja šele resno pripravljajo postati aktivna. In kakšna je povezanost fluidne tehnike z Industrijo 4.0? O tem razmišljanja in stališča gospoda *Bastiana Decka*, vodje podjetja *Hirschmann MSC*.

V fluidni tehniki najdemo že veliko Industrije 4.0. V tehničnih sistemih že danes imamo inteligentno programsko opremo, ki omogoča integralne rešitve v Industriji 4.0. Pri tem tudi fluidna tehnika za Industrijo 4.0 ni samo primerna, ampak lahko predstavlja »centralno sestavino« za prihodnost.

Kaj utemeljuje pomembnost vloge fluidne tehnike za prihodnost razvoja Industrije 4.0? Poglejmo to na primeru gradbenega stroja. Slednji potrebuje ustrezne sile in ravnanje z njimi. Hidravlika kot veja fluidne tehnike je za to absolutno primerna in bo tudi v prihodnje. Je pa tudi zelo prilagodljiva za različne namene. Zato je tudi zelo zanimiva.

V klasični industrijski uporabi so najpogostejši pogonski moduli in krmilni sistemi. Na voljo so tako pnevmatični kot hidravlični sistemi, ki so povsem opravičljiva področja uporabe.

Ti sistemi postajajo vse bolj inteligentni. Pri tem imajo tudi vedno

več programske opreme, integrirane v sisteme. Vedno več podatkov se generira, zbira in posreduje. V prihodnosti jih bo hidravlična sestavina sprejemala, vrednotila in se jim inteligentno prilagodila.

Fluidno tehniko lahko še vedno ocnjemo kot konservativno panogo. Toda vse bolj je povezana z Industrijo 4.0. Če ima sestavina sedaj več vgrajene programske opreme, seveda še ni Industrija 4.0. Slednjo definiramo kot popolno omrežje. In podobna omrežja zdaj zanesljivo še niso vseobsegajoča pri vseh sestavinah. Kljub temu, da je fluidna tehnika verjetno še vedno konservativna industrija, se prav gotovo razvija vzporedno z razvojem Industrije 4.0. Čas je za razmislek, kaj storiti s podatki, ki jih generiramo. Tu imamo v mislih tudi preventivno vzdrževanje in monitoring. Vsak posamezni izdelovalec fluidne tehnike že razmišlja o tem, kako se bo integriral v celotni sistem razvoja. Zato je ni primerno ocenjevati kot konservativno, saj je že mnogo storjenega pri oblikovanju ustrezne prihodnosti.

Mnoga podjetja menijo, da bodo zaradi zamude pri vključevanju v industrijo 4.0 odpisana. Res je, da to drži. Sedaj je čas za oblikovanje in zbiranje novih idej, vključevanje v gibanje in oblikovanje lastne rešitve.

Tudi do sedaj so se podatki že zbirali, čeprav se niso ustrezno uporabljali. Kaj naj sodobni fluidni tehnik storijo? V zadnjih štirih, petih letih je glede vrednotenja podatkov veliko storjenega, toda za mnogo uporabnikov je tematika še vedno nova. Ravno IT-sistemi so zdaj vse bolj in-

teligentni. Analize podatkov so vse enostavnejše. Mogoče je žongliranje z njimi in oblikovanje korelacij med njimi je zdaj bolj dostopno kot kdaj koli prej. Kot fluidnim tehnikom se nam v prihodnosti odpirajo nove možnosti. Medsebojne relacije informacij se lahko vse enostavneje ustvarjajo in prirejajo. Prav industrija 4.0 je močno odvisna od podatkov in tako bo tudi v prihodnje.

Kaj lahko pričakujemo od razvoja fluidne tehnike v povezavi z Industrijo 4.0? Bomo videli! Oblikovale se bodo nove povezave. Posebno veliki igralci se bodo še naprej trudili temo še razvijati, ob ugotovitvi, da sami ne morejo vsega rešiti. Priča bomo mnogim integracijam na različnih ravneh podjetij, od sensorja do stroja v proizvodnji ter od krmiljenja proizvodnje do podjetja in uporabnikov. Takšna omrežja normalno delujejo samo, če so veliki igralci med seboj usklajeni. Industrija 4.0 bo ostala kot smer razvoja, čeprav dejansko ni več smer razvoja, ampak je postala že gibanje.

Kaj morajo storiti srednje velika podjetja? Vsak ima aktualno možnost razmišljati, kako se vključiti v Industrijo 4.0? V naslednjih desetih letih bo treba opustiti klasični model izdelave sestavin. Bolj ko bo nujno ravnati z več podatki, tem težje bo prodati le sestavino. Že sedaj se moramo soočiti s problemom, kako se integrirati v prihodnje procese snovanja in vrednotenja. Brez integracij v prihodnosti več ne bo šlo!

Vir: Heimann, F.: Die Fluidtechnik-gestaltet die Zukunft mit – Fluid 49(2016)11-12. str. 24



A. Stušek, uredništvo revije Ventil

IFPS navodila za varnost fluidne tehnike

»Praksa brezhibne storitve« še ne zagotavlja varnosti! Vedno upoštevajte ustrezna navodila za varnost, če upravljate s hidravlično ali pnevmatično napravo, sistemom ali se nahajate ob njiju.

Mednarodno združenje za fluidno tehniko (IFPS – International Fluid Power Society), s sedežem v Cherry Hill, N. J. – USA, poudarja, da je upoštevanje in uporaba varnih postopkov pri ravnanju z fluidnotehničnimi napravami vitalnega pomena, kar velja tudi za njihove električne in elektronske krmilne naprave in vso pripadajočo tehnologijo.

IFPS opozarja, da ne upravljajte z nobeno strojno opremo, dokler niste pazljivo proučili in razumeli vsa navodila za njeno uporabo. Nepravilno ravnanje s strojno opremo je nevarno in lahko povzroča poškodbe in celo smrt.

Navodila za varno uporabo hidravlike

Vbrizganje fluida – Drobni curek uhajajočega tlačnega fluida zaradi netesnosti oz. poškodovane hidravlične naprave lahko prodre skozi kožo v človekovo telo. Če se to zgodi, se takoj posvetujte z zdravnikom. Fluid, ki je prodril pod kožo, se mora čim prej odstraniti, saj lahko povzroči gangreno. Ne obravnavajte poškodb kot navadno ureznino.

Razlitje fluida – Takoj počistite razlitje zaradi netesnosti, da preprečite padce ljudi zaradi zdrsov in nevarnost požara. Razlitega hidravličnega fluida nikar ne vračajte v napravo, saj je velika nevarnost onesnaženja celotne naprave. Očistite razlitje in ravnajte v soglasju s predpisi o ravnanju z odpadki.

Opletanje gibkih cevovodov – Pri poružitvi gibkega ali kovinskega cevovoda se lahko deli cevnih pri-

ključkov z veliko hitrostjo premikajo in konci gibkih cevi z veliko silo opletajo na vse strani. Kjer obstajajo take nevarnosti, razmislite o zaščiti ljudi pred poškodbami.

Opeklina zaradi vročega fluida

– Hidravlični fluidi lahko dosežejo temperaturo, ki je nevarna za opeklina. Če ta nevarnost obstaja, razmislite o ustrezni zaščiti, še posebno delovnih mest operaterjev.

Nevarnost požara ali eksplozije

– Večina hidravličnih fluidov, vključno nevenljivih, se lahko pri določenih razmerah vname. Če začne tlačni fluid uhajati, se lahko ustvarja oljna megla, ki v določenih razmerah lahko eksplodira. Za zmanjšanje tovrstnih nevarnosti uporabite oklepno zaščito, posebno pri gibkih cevovodih.

Nevarnost požara ali eksplozije zaradi statične elektrike

– Fluidi pri pretakanju skozi vodnike lahko generirajo statično elektriko in posledično njeno razelektritev. Pri tem nastale iskre lahko vnamejo delovne fluide ali pline v okoliški atmosferi. Če ta nevarnost obstaja, specifikirajte vodnike za ozemljitev in preprečite poškodbe ljudi in opreme.

Električni udar in visokonapetostne razelektritve

– Električni udar lahko nastopi, če hidravlično ocevje pride v stik z elektriko. Pri visoki amperaži cev lahko kratko spoji elektriko z ozemljem, kar lahko vzporedno povzroči visokotemperaturno segrevanje fluida. Električno ožičenje in hidravlično ocevje morata biti izolirana in ločeno varno pritrjena, da ne more priti do stika med njima.

Mehanizmi, krmiljeni s hidravliko

– mehanizmi, krmiljeni s fluidi v ceveh in gibkih cevovodih lahko postanejo nevarni, če odpovejo. Objekti ali bremena pri tem lahko padejo. Vozila ali stroji ostanejo brez pogona in/ali krmiljenja. Upoštevajte te nevarnosti in pravočasno proučite nujno ukrepanje, če do tega pride.

Navodila za varno uporabo pnevmatike

Vizualni nadzor – Stisnjeni zrak je lahko nevaren, če niso pravočasno predvideni ustrezni varnostni ukrepi. Uporabite vizualni nadzor in upoštevajte ustrezna varnostna navodila.

Varovanje kompresorjev – Pomembno je, da sta v napajalni vod vgrajena protipovratni in zapirni ventil, če je predvideno, da se kompresor priključi vzporedno z drugim kompresorjem ali na obstoječi napajalni sistem. V tem primeru je treba točno predvideti varnostni ventil, če že ni vgrajen na kompresorju.

Gibki cevovodi – ne uporabljajte obrabljenih, poškodovanih in deformiranih gibkih cevi. Vedno jih hranite pravilno, ne izpostavljajte jih virom toplote ali neposredno sončnim žarkom.

Vrsta in dimenzije gibkih cevi

– Uporabljajte samo pravo vrsto in dimenzijo cevi, cevovodov in cevnih priključkov. Prepričajte se, da tolerance plastičnih cevi ustrezajo zahtevam cevnih priključkov. Vse gibke cevovode zavarujte z ustreznimi sponkami.

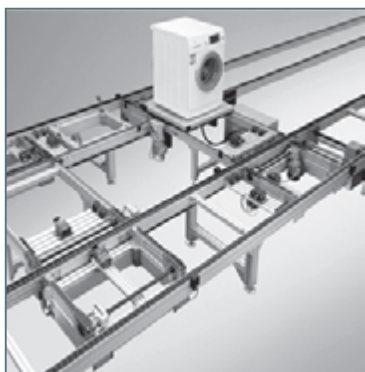
Čiščenje in izpihovanje s stisnjenim zrakom

– Če uporabljate stisnjeni zrak za čiščenje in izpihovanje, delajte to zelo pazljivo. Pazite, da umazanija ne bo usmerjena v ljudi ali občutljive naprave, stroje.

Prosti konec cevi, cevovoda

– Pri prvem polnjenju odprte cevi ali gibkega cevovoda poskrbite, da je prosti konec primerno vprijet. Prosti konec gibke cevi lahko nenadzorovano opleta in poškoduje človeka. Zapirni ventil odpirajte pazljivo, izbrizgani delci umazanije morajo biti ustrezno odstranjeni. Blokirana gibka cev lahko postane zračna puška.

Curek stisnjenega zraka – Nikoli ne usmerjajte curka na kožo ali neposredno v človeka, poškodbe so lahko zelo resne.

Rexroth**ORGATEX®****LEANPRODUCTS®****BOSCH****OPL**
automationOPL avtomatizacija, d.o.o.
Dobrave 2
SI-1236 Trzin, SlovenijaTel. +386 (0) 1 560 22 40
Tel. +386 (0) 1 560 22 41
Mobil. +386 (0) 41 667 999
E-mail: opl.trzin@siol.net
www.opl.si

Če uporabljate za čiščenje stisnjeni zrak, naj tlak pred šobo ne bo višji od 2 bara. Ne uporabljajte stisnjene zraka za odstranjevanje prahu in drugih nečistoč s telesa ali oblačil!

Zrak za dihanje – Ne uporabljajte stisnjene zraka iz kompresorja z mazanjem za dihanje! Če je v napajalni vod iz kompresorja nameščen protipovratni ventil, mora pred njim biti nujno vgrajen varnostni ventil.

Izolacijski ventili – Izolacijski ventili morajo biti samoodzračevalni in konstruirani tako, da v položaju »izključeno« ne more priti do tlačnega napajanja uporabnika, stroja v času vzdrževanja. Vse postopke je treba izvajati po navodilu!

Odzračevanje – Odzračevanje vseh sestavin naj bo usmerjeno v nevarno okolico naprave, stroja. Koncentracija oljne megle iz sistema mazanja stisnjene zraka je lahko nevarna. Uporabljajte pravilno dimenzionirane in vgrajene filtre za izločanje olja na izpuštih, če je to potrebno.

Nadzor cevodov – Cevi, še posebno gibke cevodove in cevne priključke, preverite vedno pred

vsakim začetkom uporabe. Cevne spojke gibkih cevodov naj bodo opremljene z varnostno zaporo.

Ravnanje z gibkimi cevodovi – Nikoli ne spajajte ali ločujete cevne spojke gibkih cevodov, ko so pod tlakom. Uporabljajte zapirne ventile in razbremenite cevodove pod tlakom, predno posegnete v gibke cevodove.

Večji gibki cevodovi – Pri gibkih cevodih z imenskim premerom, večjim od 1/2", poskrbite za varovalo na strani napajanja, ki bo zmanjšalo tlak, če cevovod odpove.

Raven olja v naoljevalniku, fluida v filtru – Periodično preverite raven olja v naoljevalniku in raven fluida v filtrih. Trajno vzdržujte ustrezno raven in poskrbite, da so naoljevalniki napolnjeni z ustreznim oljem za mazanje pnevmatičnih naprav.

Več informacij je na voljo na e-pošti: askus@ifps ali spletnih straneh www.ifps.org

Vir: IFPS Summarizes Fluid Power Safety Guidelines – Hydraulics&Pneumatics 69(2016)12 – str. 18

FT s polnim plinom v leto 2017

Za fluidno tehniko uspešno leto 2016 je končano. Revija *Oelhydraulik und Pneumatik* je zato že po tradiciji izdala svoje poročilo v posebni izdaji *O + P Report Fluidtechnik*. Za razliko od rednih izdaj revije obsega reporter izključno kratke informacije o hidravliki in pnevmatiki, njihovih podpornih disciplinah in pregledu novosti, ki jih področje ponuja.

Leto 2017 bo nadvse zanimivo. Po sejemskem letu za fluidno tehniko v okviru hannoverskega sejma bodo sledili še sejmi EMO in Agritechnica, tri pomembne prireditve za fluidno tehniko. Temu sledi 60-letnica revije *O + P Fluidtechnik*, ki je že pripravila zanimivo preseñčenje. Tudi vi ste vabljeni, da s

svojimi prispevki presenetite revijo!

Pričujoča izdaja reporterja obsega skupaj 68 strani. Od tega je 60 strani namenjenih predstavitvi sestavin in naprav, razdeljeno po naslednjih področjih:

- črpalke in agregati
- pogoni
- krmilniki in regulatorji
- merilna tehnika
- pomožne sestavine in naprave.

Na koncu je podrobneje predstavljanih 120 podjetij in ponudnikov tovrstne opreme z njihovimi logotipi, naslovi in proizvodnimi programi.

Vir: *O + P Report Fluidtechnik* 60(2016)PI

6. evropska konferenca o tribologiji



7.–9. junij 2017
Cankarjev dom, Ljubljana

KONTAKT

SLOVENSKO DRUŠTVO ZA TRIBOLOGIJO

prof. dr. Mitjan Kalin – predsednik konference

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

ORGANIZATORJI



Slovensko društvo za tribologijo



Avstrijsko tribološko društvo



Italijansko tribološko združenje



Švicarska tribologija

SPONZORJI



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 €	

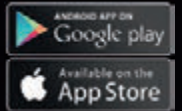
Kotizacija vključuje dostop do vseh ECOTRIB 2017 sekcij in razstavljalnih prostorov, konferenčni material, pozdravni sprejem, kosila in odmore za kavo, vodeni ogled Ljubljane ter gala večerjo. Kotizacija za spremljevalno osebo vključuje kosila in gala večerjo.



SAFETY FIRST

STAINLESS STEEL CONNECTORS FROM PH.

PH catalogue
available as
app for Android
and iPad



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



EDELSTAHL / STAINLESS STEEL
VERBINDUNGSTECHNIK
FLUID CONNECTORS

Celjski sejem, 18.-21. maj 2017

www.ce-sejem.si



20. AVTO IN VZDRŽEVANJE

Avtoservisna dejavnost in avtomobilizem

12. MOTO BOOM

Motociklizem in oprema

10. GOSPODARSKA VOZILA

Gospodarska in dostavna vozila, oprema

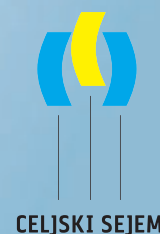
1. LOGISTIKA

Logistika celotne oskrbovalne verige



*Največji strokovni sejmi za mojstre,
poznavalce in ljubitelje*

40 let
1976 • 2016
Vaš partner



Določitev izkoristkov črpalk in hidravličnih motorjev

Ervin STRMČNIK, Franc MAJDIČ

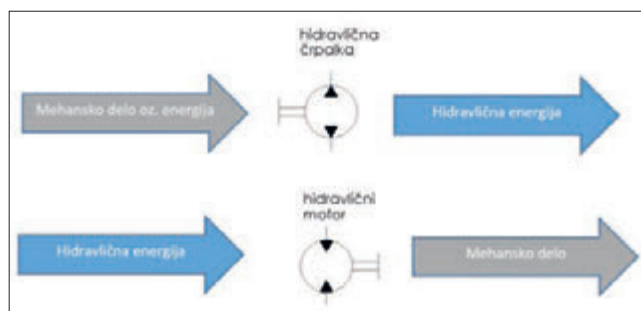
Izvleček: Izgube, prisotne pri pretvorbi energij v hidravličnih sestavinah, pomembno vplivajo na izkoristke posameznih hidravličnih sestavin in tudi na izkoristek celotnih hidravličnih sistemov. Poznamo tri vrste izkoristkov: skupni, volumetrični in mehansko-hidravlični izkoristek. Obravnavani so za črpalke (Č) in hidravlične motorje (HM) s področja pogonsko-krmilne hidravlike (PKH). V članku so predstavljene definicije posameznih izkoristkov in postopki za njihovo določitev. Izkoristki podajajo pomembne informacije o učinkovitosti delovanja hidravličnih sestavin in nadalje celotnega hidravličnega sistema.

Ključne besede: pogonsko-krmilna hidravlika (PKH), črpalka, hidravlični motor, skupni izkoristek, volumetrični izkoristek, mehansko-hidravlični izkoristek

1 Uvod

V članku predstavljamo definicije za izkoristke ter postopke za njihovo določitev in sicer za tiste, s katerimi imamo opravka v pogonsko-krmilni hidravliki (PKH). V nadaljevanju tega prispevka bomo poleg kratice PKH uporabljali skrajšani izraz hidravlika. Črpalke (Č) in hidravlični motorji (HM) so hidravlične sestavine, katerih funkcija je pretvorba energije iz ene vrste v drugo vrsto, ali energije v mehansko delo, oz. obratno. Črpalka pretvarja mehansko delo v hidravlično energijo, oziroma najpogosteje pretvarja električno energijo ali energijo motorja z notranjim zgorevanjem v hidravlično energijo. Ta je skoraj v celoti tlačna. Hidravlični motorji tlačno hidravlično energijo pretvarjajo v mehansko delo (slika 1).

Merilo za učinkovitost pretvorbe je izkoristek, ki predstavlja razmerje med vhodno in izhodno energijo oziroma delom. Tako skupni, kakor volumetrični ter mehansko-hidravlični izkoristek so definirani z razmerjem določenih fizikalnih veličin. Pri izračunu skupnega izkoristka je pomembno razmerje med izstopno in vstopno močjo P . Pri volumetričnem izkoristku je pomembno razmerje izstopnega in vstopnega prostorninskega toka Q . Mehansko-hidravlični izkoristek določimo iz razmerja izstopnega in vstopnega momenta M . Podatek o izkoristkih predstavlja eno izmed najpomembnejših informacij o učinkovitosti delovanja določene hidravlične sestavine. Še posebno pomembno je to za črpalke in



Slika 1. Pretvorba energij pri črpalkah in hidravličnih motorjih

hidravlične motorje. V nadaljnjem besedilu sta uporabljeni dve kratici; to sta črpalka (Č) in hidravlični motor (HM). Članek ima šest poglavij. Uvodu sledijo osnove o izgubah v hidravličnih sistemih. V tretjem poglavju je podana definicija za skupni izkoristek in postopek za njegovo določitev pri Č in HM. Četrto poglavje je namenjeno obravnavi volumetričnega izkoristka, medtem ko je v petem poglavju predstavljen postopek za določitev mehansko-hidravličnega izkoristka. V šestem poglavju je zaključek. Sledi priloga in seznam uporabljenih virov.

2 Izgube v hidravličnih sistemih

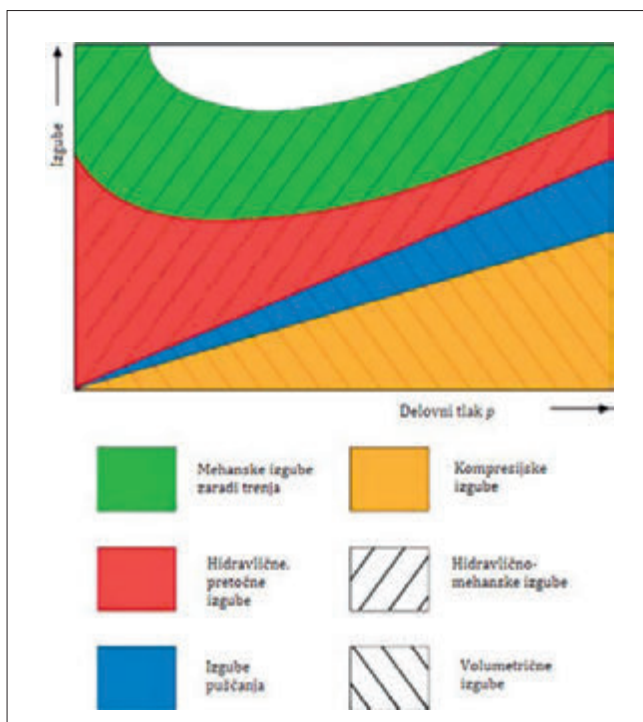
Pri hidravličnih sestavinah vedno nastopajo izgube (slika 2), ki pomembno vplivajo na delovanje posameznih sestavin in nato na delovanje celotnega hidravličnega sistema. Izgube delimo na dva dela: mehansko-hidravlične in volumetrične izgube, kar prikazuje preglednica 1. Mehansko-hidravlične izgube delimo na mehanske (trenje) in hidravlične (tlačne izgube pri toku skozi

Ervin Strmčnik, mag. inž. str., mag. posl. ved, doc. dr.
Franc Majdič, oba Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za fluidno tehniko (LFT).

posamezno hidravlično sestavino), medtem ko med volumetrične izgube uvrščamo kompresijske izgube ter izgube zaradi puščanja, in sicer notranjega, saj zunanje-ga puščanja ne sme biti.

Preglednica 1. Izgube v hidravličnih sistemih [1]

Mehansko-hidravlične izgube
• zaradi viskoznega trenja v režah,
• zaradi trenja zaradi turbulentnih tokov,
• zaradi trenja zaradi razlike tlakov v sistemu,
• zaradi trenja zaradi kontakta elementov z relativno hitrostjo.
Volumetrične izgube
• zunanje (ang. external volumetric losses),
• notranje (ang. internal volumetric losses),
• izgube zaradi stisljivosti (ang. losses due to compressibility),
• izgube zaradi nepopolnega polnjenja (ang. losses due to incomplete filling).



Slika 2. Vrste izgub v hidravličnih sistemih [3]

Opomba k sliki 2: povzeta je po viru [3], a ne odraža razmerij izgub za razmere, obravnavane v našem članku, še posebno glede izgub puščanja in kompresijskih izgub.

■ 3 Določitev skupnega izkoristka

Skupni izkoristek je določen z razmerjem izstopne in vstopne moči Č oz. HM. Razliko med obema predstavljajo izgube. Skupni izkoristek je najpomembnejši podatek o učinkovitosti delovanja hidravlične sestavine.

■ 3.1 Skupni izkoristek črpalke

Skupni izkoristek črpalke, ki ga izračunamo z enačbo (1), predstavlja razmerje med izstopno (dobljeno) hidravlično močjo in močjo na vstopni gredi črpalke, to je vloženo močjo (slika 3).

$$\eta_{s, \check{c}} = \frac{P_{izst, \check{c}}}{P_{vst, \check{c}}} \quad (1)$$



Slika 3. Bilanca moči pri določanju skupnega izkoristka črpalke

Izstopno hidravlično moč iz Č izračunamo z enačbo (2).

$$P_{izst, \check{c}} = Q_{izst, \check{c}} \cdot (p_{izst, \check{c}} - p_{vst, \check{c}}) \quad (2)$$

Vstopno moč v Č izračunamo z enačbo (3).

$$P_{vst, \check{c}} = 2 \cdot \pi \cdot n_{\check{c}} \cdot M_{\check{c}} \quad (3)$$

Z ureditvijo enačb (1), (2) in (3) lahko skupni izkoristek črpalke izračunamo s prostorninskim tokom na izstopni strani Č, razliko izstopnega in vstopnega tlaka Č, vrtilno hitrostjo gredi Č in momentom na gredi Č (enačba (4)).

$$\eta_{s, \check{c}} = \frac{Q_{izst, \check{c}} \cdot (p_{izst, \check{c}} - p_{vst, \check{c}})}{2 \cdot \pi \cdot n_{\check{c}} \cdot M_{\check{c}}} \quad (4)$$

Skupni izkoristek Č je zmnožek volumetričnega in mehansko-hidravličnega izkoristka Č, kar je prikazano v enačbi (5). V tej enačbi veličina $M_{\check{c}}$ pomeni moment, ki je potreben za pogon Č, torej moment na vstopni gredi Č.

$$\eta_{s, \check{c}} = \eta_{v, \check{c}} \cdot \eta_{mh, \check{c}} \quad (5)$$

■ 3.2 Skupni izkoristek hidravličnega motorja

Skupni izkoristek hidravličnega motorja predstavlja razmerje med izstopno (dobljeno) mehansko močjo in vstopno (vloženo) hidravlično močjo (slika 4), kar je prikazano v enačbi (6).

$$\eta_{s, HM} = \frac{P_{izst, HM}}{P_{vst, HM}} \quad (6)$$



Slika 4. Bilanca moči pri določanju skupnega izkoristka hidravličnega motorja

Izstopno moč izračunamo z enačbo (7).

$$P_{izst, HM} = 2 \cdot \pi \cdot n_{HM} \cdot M_{HM} \quad (7)$$

V enačbi (7) veličina M_{HM} pomeni moment, ki ga pridobimo na izstopni gredi HM.

Vstopno hidravlično moč izračunamo z enačbo (8).

$$P_{vst, HM} = Q_{vst, HM} \cdot (p_{vst, HM} - p_{izst, HM}) \quad (8)$$

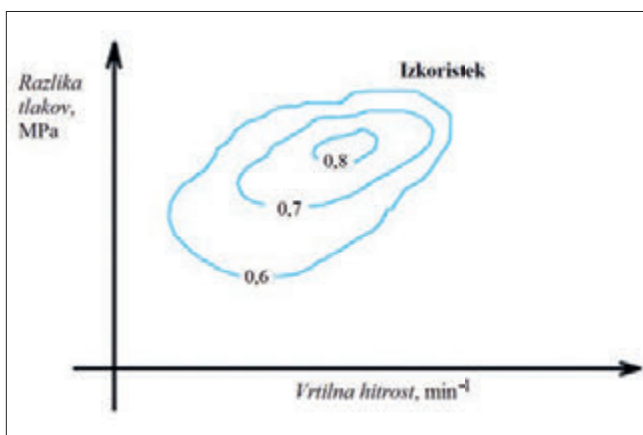
S preoblikovanjem enačb (6), (7) in (8) lahko skupni izkoristek HM izračunamo z vrtilno hitrostjo na njegovi gredi, momentom na gredi HM, prostorninskim tokom na vstopni strani HM in razliko razlike vstopnega in izstopnega tlaka HM (enačba (9)).

$$\eta_{s, HM} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_{HM} \cdot M_{HM}}{Q_{vst, HM} \cdot (p_{vst, HM} - p_{izst, HM})} \quad (9)$$

Skupni izkoristek HM je zmnožek volumetričnega in mehansko-hidravličnega izkoristka hidravličnega motorja, kar je prikazano z enačbo (10).

$$\eta_{s, HM} = \eta_{v, HM} \cdot \eta_{mh, HM} \quad (10)$$

Podatke o izkoristkih določene hidravlične sestavine navadno prikazujemo v školjčnem diagramu, ki prikazuje odvisnost izkoristkov od odvrtilne hitrosti in tlačne razlike. Primer školjčnega diagrama je prikazan na sliki 5.



Slika 5. Primer školjčnega diagrama poljubno izbrane hidravlične sestavine

4 Določitev volumetričnega izkoristka

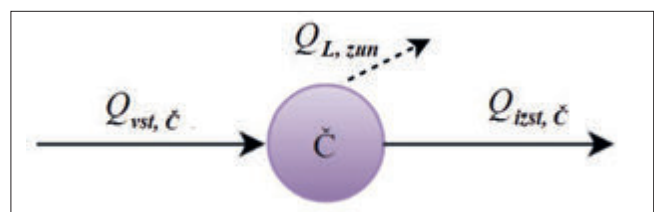
Volumetrični izkoristek je odvisen od kompresijskih izgub in izgub zaradi puščanja. Kompresijske izgube so v praksi zanemarljivo majhne za dimenzioniranje črpalk (Č) in hidravličnih motorjev (HM) oziroma za določanje njihovih izkoristkov. Puščanje je odvisno od geometrije reže, razlike tlakov, vrtilne hitrosti, iztislone in viskoznosti. Delež volumetričnih izgub se izrazito povečuje z večanjem delovnega tlaka oziroma razlike tlakov med vstopno in izstopno stranjo Č ali HM, prav tako pa tudi ostalih sestavin. Pomembna fizikalna veličina pri določanju volumetričnega izkoristka je prostorninski tok.

Volumetrični izkoristek Č in HM je določen z razmerjem med teoretičnim in „delovnim“ prostorninskim tokom, ki izstopa iz črpalke ($Q_{izst, \check{c}}$). Pri HM je „delovni“ prostorninski tok tisti, ki vstopa vanj ($Q_{vst, HM}$). V delovni prostorninski tok ($Q_{izst, \check{c}}$) ne štejemo toka notranjega puščanja (notranje lekaže (Q_L), ki lahko izteka tudi navzven po „lekažnem“ vodu. Ta Q_L zelo pogosto nastopa tudi pri HM in ga ne upoštevamo v $Q_{izst, HM}$. Teoretični prostorninski tok je produkt iztislone q obravnavane sestavine (Č ali HM) in njenih vrtljajev. Iztislono tu obravnavamo kot teoretično-geometrično veličino, v kateri ne upoštevamo mikro- in nano mejnih plasti kapljevine ploskev z relativno hitrostjo. Volumni teh mejnih plasti so namreč, vsaj za prakso, zanemarljivo majhni.

4.1 Volumetrični izkoristek črpalke

Volumetrični izkoristek črpalke izračunamo z enačbo (11) kot razmerje med izstopnim in teoretičnim prostorninskim tokom (slika 6).

$$\eta_{v, \check{c}} = \frac{Q_{izst, \check{c}}}{Q_{teor, \check{c}}} \quad (11)$$



Slika 6. Določitev volumetričnega izkoristka črpalke

Pri sliki 6 je treba opomniti, da je prostorninski tok $Q_{vst, \check{c}}$ nekoliko manjši od prostorninskega toka, ki dejansko vstopa v vtočne odprtine znotraj Č. Razlog je v tem, da nekaj toka znotraj Č prehaja s tlačne (izstopne) strani direktno na vtočno (sesalno).

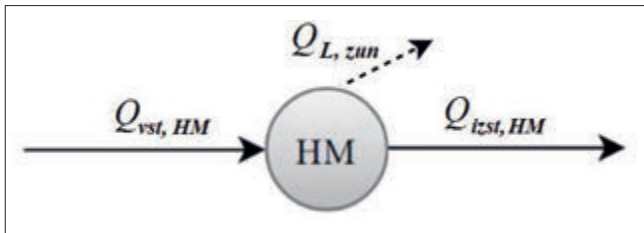
Ker je teoretični prostorninski tok Č enak zmnožku vrtilne hitrosti gredi Č in iztislone Č, lahko volumetrični izkoristek izračunamo z enačbo (12).

$$\eta_{v, \check{c}} = \frac{Q_{izst, \check{c}}}{n_{\check{c}} \cdot q_{\check{c}}} \quad (12)$$

■ 4.2 Volumetrični izkoristek hidravličnega motorja (HM)

Za želeno delovanje HM moramo, zaradi volumetričnih izgub, dobavljati na njegovi vstopni strani večji prostorninski tok, kot je njegov teoretični tok (slika 7). Velja enačba (13).

$$Q_{vst, HM} = \frac{Q_{teor, HM}}{\eta_{v, HM}} \quad (13)$$



Slika 7. Določitev volumetričnega izkoristka hidravličnega motorja

V enačbi (13) in sliki 7 moramo upoštevati, da je $Q_{vst, HM}$ dejanski prostorninski tok na vstopni strani v HM in sicer v njegovo ohišje. Če ima HM priključen zunanji lekažni vod (cev), odteka večina „izgubljenega“ toka po tem vodu, če je pa HM s tako imenovano notranjo lekažo (brez zunanje Q_L cevi), pa je $Q_{izst, HM}$ povečan za tok notranjih izgub in je torej enak vstopnemu toku. Zato se v enačbah za volumetrični izkoristek HM izogibamo veličini $Q_{izst, HM}$.

S preoblikovanjem enačbe (13) lahko volumetrični izkoristek hidravličnega motorja izračunamo z enačbo (14).

$$\eta_{v, HM} = \frac{Q_{teor, HM}}{Q_{vst, HM}} \quad (14)$$

Teoretični prostorninski tok je enak zmnožku vrtilne hitrosti gredi HM in iztislne HM, zato lahko za izračun volumetričnega izkoristka uporabimo enačbo (15).

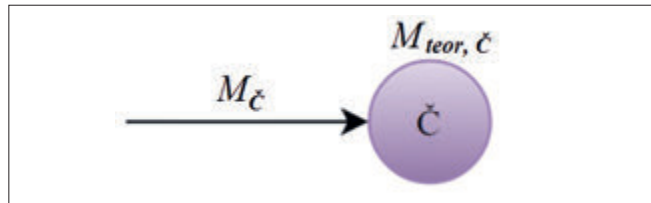
$$\eta_{v, HM} = \frac{n_{HM} \cdot q_{HM}}{Q_{vst, HM}} \quad (15)$$

■ 5 Določitev mehansko-hidravličnega izkoristka

Mehansko-hidravlični izkoristek je povezan z mehanskimi izgubami zaradi trenja in hidravličnimi pretočnimi izgubami. Pri izračunu mehansko-hidravličnega izkoristka Č ali HM upoštevamo razmerje med teoretičnim in dejanskim momentom na gredi obravnavane sestavine. Pri Č mora biti dejanski moment na njeni pogonski gredi večji od teoretičnega, pri HM pa je razpoložljivi moment na njegovi izstopni gredi manjši od teoretičnega.

■ 5.1 Mehansko-hidravlični izkoristek črpalke

Mehansko-hidravlični izkoristek Č je definiran z razmerjem med teoretičnim in dejanskim momentom ($M_{\check{c}}$), ki jo poganja. To prikazuje slika 8 in enačba (16).



Slika 8. Določitev mehansko-hidravličnega izkoristka črpalke

$$\eta_{mh, \check{c}} = \frac{M_{teor, \check{c}}}{M_{\check{c}}} \quad (16)$$

Teoretični moment, ki ga lahko ustvari Č ($M_{teor, \check{c}}$), je podan z enačbo (17). V praksi nas sicer $M_{teor, \check{c}}$ praviloma ne zanima, pač pa ustvarjena moč črpalke. Ta se odraža v prostorninskem toku in tlaku (dopustnem najvišjem tlaku). Izpeljava izraza za izračun teoretičnega momenta je predstavljena v prilogi na koncu članka.

$$M_{teor, \check{c}} = \frac{(p_{izst, \check{c}} - p_{vst, \check{c}}) \cdot q_{\check{c}}}{2 \cdot \pi} \quad (17)$$

S preoblikovanjem enačb (16) in (17) dobimo enačbo za izračun mehansko-hidravličnega izkoristka črpalke (enačba (18)).

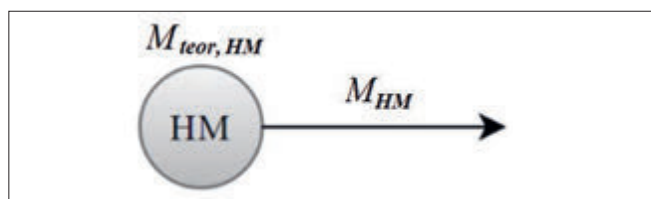
$$\eta_{mh, \check{c}} = \frac{(p_{izst, \check{c}} - p_{vst, \check{c}}) \cdot q_{\check{c}}}{2 \cdot \pi \cdot M_{\check{c}}} \quad (18)$$

■ 5.2 Mehansko-hidravlični izkoristek hidravličnega motorja (HM)

Teoretični moment, ki ga iz vstopnih veličin vanj ustvari HM, je podan v enačbi (19).

$$M_{teor, HM} = \frac{(p_{vst, HM} - p_{izst, HM}) \cdot q_{HM}}{2 \cdot \pi} \quad (19)$$

Vsa hidravlična energija se ne prenese na odgonsko gred hidravličnega motorja, ampak je zmanjšana zaradi mehansko-hidravličnih izgub. Razmere glede momentov prikazuje slika 9, razmerja pa enačba (20).



Slika 9. Prikaz momentov hidravličnega motorja

$$\eta_{mh, HM} = \frac{M_{HM}}{M_{teor, HM}} \quad (20)$$

Z upoštevanjem enačb (19) in (20) je mehansko-hidraulični izkoristek HM mogoče izračunati z enačbo (21).

$$\eta_{mh, HM} = \frac{M_{HM} \cdot 2\pi}{(p_{vst, HM} - p_{izst, HM}) \cdot q_{HM}} \quad (21)$$

6 Zaključek

Na delovanje hidrauličnih sestavin imajo zelo velik vpliv izgube, ki jih razdelimo v dve skupini. Prvo skupino predstavljajo volumetrične izgube, drugo pa mehansko-hidraulične izgube. Obe vrsti izgub pomembno vplivata na izkoristek posameznih hidrauličnih sestavin in na njihovo delovanje. V članku so predstavljene definicije izkoristkov črpalk (Č) in hidrauličnih motorjev (HM) ter postopki za določitev izkoristkov. Predstavljene so tri vrste izkoristkov, ki so prisotni v hidravliki. To so volumetrični, mehansko-hidraulični in skupni izkoristek, ki je produkt obeh.

Priloga

V prilogi je podana izpeljava za izračun teoretičnega momenta, ki ga lahko ustvari črpalka (Č). Upoštevane so splošno znane enačbe oz. definicije za hidraulično moč, prostorninski tok in krožno frekvenco (kotno hitrost) gredi črpalke. Teoretična moč Č je podana s produktom teoretičnega prostorninskega toka in razlike tlakov med vstopno in izstopno stranjo znotraj Č, kar podaja enačba (22).

$$P_{teor, \check{c}} = Q_{teor, \check{c}} \cdot (p_{izst, \check{c}} - p_{vst, \check{c}}) \quad (22)$$

Prostorninski tok je zmnožek iztislne in vrtilne hitrosti gredi črpalke; enačba (23).

$$Q_{teor, \check{c}} = q_{\check{c}} \cdot n_{\check{c}} \quad (23)$$

Krožna frekvenca (kotna hitrost) je definirana z enačbo (24):

$$\omega_{\check{c}} = 2 \cdot \pi \cdot n_{\check{c}} \quad (24)$$

Če upoštevamo enačbo (25) za izračun teoretičnega momenta Č

$$M_{teor, \check{c}} = \frac{P_{teor, \check{c}}}{\omega_{\check{c}}} \quad (25)$$

in enačbi (22) ter (24), dobimo po ureditvi enačbo (26).

$$M_{teor, \check{c}} = \frac{Q_{teor, \check{c}} \cdot (p_{izst, \check{c}} - p_{vst, \check{c}})}{2 \cdot \pi \cdot n_{\check{c}}} \quad (26)$$

Upoštevamo še enačbo (23) in nato lahko teoretični moment Č zapišemo kot enačbo (27).

$$M_{teor, \check{c}} = \frac{q_{\check{c}} \cdot n_{\check{c}} \cdot (p_{izst, \check{c}} - p_{vst, \check{c}})}{2 \cdot \pi \cdot n_{\check{c}}} \quad (27)$$

Po ureditvi enačbe (27) dobimo končno enačbo za izračun teoretičnega momenta Č; enačba(28).

$$M_{teor, \check{c}} = \frac{q_{\check{c}} \cdot (p_{izst, \check{c}} - p_{vst, \check{c}})}{2 \cdot \pi} \quad (28)$$

Viri

- [1] Ivantysyn, J. & Ivantysynova M.: Hydrostatic Pumps and Motors, First English Edition, Akademia Books International, 2000.
- [2] Standard ISO 8426, Hydraulicfluidpower, Positive displacement pumps and motors, Determination of derived capacity, 2008.
- [3] Vrste izgub v hidrauličnih sistemih. Dostopno na: <http://www.machinerylubrication.com/Read/659/hydraulic-pump-condition>, ogled: 29. 12.2016.
- [4] Kraut B., Puhar J.: Krautov strojniški priročnik, deseta slovenska izdaja, Tehniška založba Slovenije, 1993.

Determination of efficiencies of hydraulic pumps and hydraulic motors

Abstract: Energy losses which are presented at their transformations inside hydraulic components have an important influence on their efficiencies and furthermore on the efficiency of the whole system of power-control hydraulics. Three kinds of efficiencies are distinguished at hydraulic components and systems: volumetric, mechanical-hydraulic and a total as a product of the first two. The paper deals with hydraulic pumps and hydraulic motors in the field of power-control hydraulics (PCH). The definitions of single efficiencies and methods to define and evaluate them are presented in the paper. The efficiencies provide important information about the functional effectiveness of single hydraulic components and of the whole system.

Keywords: power-control hydraulics (PCH), pump, hydraulic motors, total efficiency, volumetric efficiency, mechanical-hydraulic efficiency

Seznam uporabljenih simbolov:

Oznaka	Enota	Pomen
M	Nm	moment
P	W	moč
Q	m^3s^{-1}	prostorninski tok
n	min^{-1}, s^{-1}	vrtlina hitrost (vrtlina frekvenca [4])
p	MPa	tlak
q	m^3	iztisnina
η	-	izkoristek
ω	$s^{-1}, rad/s$	krožna frekvenca, kotna hitrost [4]

Seznam uporabljenih indeksov:

Oznaka	Pomen
Č	črpalka
HM	hidravlični motor
izst	izstopni
mh	mehansko-hidravlični
s	skupni
teor	teoretični
v	volumetrični
vst	vstopni

Opomba k indeksu »mh« (mehansko-hidravlični): v literaturi je pogosto, ali celo večinoma, uporabljena oznaka oziroma indeks »hm« (hidravlično-mehanski). Sodelavci LFT uporabljamo v oznakah (indeksu) črki zamenjani, torej »mh« zgolj zato, da bralci ob malo bolj površnem branju ne bi oznake (indeksa) »hm« zamenjali z oznako HM (hm), ki jo sicer uporabljamo kot okrajšavo za hidravlični motor.

Dodatek

Da bi bil pričujoči prispevek bolj uporaben v inženirski praksi, dodajamo nekaj številskih enačb za dimenzioniranje (določitev) črpalk (Č) in hidravličnih motorjev (HM) in (kratko: hidromotorjev).

Številske enačbe za dimenzioniranje/izbiro hidrostatičnih enot (HSE) – črpalk (Č) in hidravličnih motorjev (HM)

Pri izbiri/dimenzioniranju HSE uporabljamo večinoma številске enačbe namesto veličinskih; to pa predvsem zaradi enot, v katerih so praviloma podane veličine v katalogih izdelovalcev HSE.

1. Tok hidravlične kapljevine, ki jo črpalka tlači v tlačni vod:

$$Q_{\check{c}} = \frac{q_{\check{c}} \cdot n_{\check{c}} \cdot \eta_{v\check{c}}}{1000} \quad (1)$$

V številski enačbi (1) imajo posamezne veličine naslednji pomen in enote:

$Q_{\check{c}}$ [l/min]	tok, ki ga črpalka tlači v tlačni vod
$q_{\check{c}}$ [cm ³ /vrt]	iztisnina črpalke
$n_{\check{c}}$ [vrt/min]	vrtlina hitrost črpalke
$\eta_{v\check{c}}$ [] <1	volumetrični izkoristek črpalke

2. Potrebna moč motorja (M), ki poganja črpalko (Č) (moč na pogonski gredi črpalke):

Enačba velja za primer „direktnega pogona“, ko je prestavno razmerje med M in Č 1 : 1:

$$P_M = \frac{p_{\check{c}} \cdot Q_{\check{c}}}{600 \cdot \eta_{s\check{c}}} \quad \text{oziroma} \quad P_M = \frac{p_{v\check{v}} \cdot Q_{\check{c}}}{600 \cdot \eta_{s\check{c}}} \quad (2)$$

V enačbah od (2) do (11) posamezne oznake pomenijo:

$p_{\check{c}} \equiv p_{v\check{v}}$ [bar]	tlak na izstopu iz črpalke oziroma – praviloma tlak nastavitve varnostnega ventila (VV), ki varuje črpalko pred previsokim tlakom
$p_{\check{c}} \equiv \Delta p_{\check{c}}$ [bar]	če hidravlična kapljevina vstopa v črpalko že z nekim tlakom, vstavimo vrednost za $\Delta p_{\check{c}}$ namesto $p_{\check{c}}$; $\Delta p_{\check{c}}$ je razlika tlakov med iztočno in vtočno stranjo črpalke
$Q_{\check{c}}$ [l/min]	tok (pretok), ki ga črpalka tlači v tlačni vod
$q_{\check{c}}$ [cm ³ /vrt]	iztisnina črpalke
$n_{\check{c}}$ [min ⁻¹]	vrtlina hitrost črpalke
$\eta_{s\check{c}}$ [] <1	skupni izkoristek črpalke
$\eta_{v\check{c}}$ [] <1	volumetrični izkoristek črpalke
$\eta_{mh\check{c}}$ [] <1	mehansko-hidravlični izkoristek črpalke
P_M [kW]	potrebna moč pogonskega motorja (M) črpalke (Č), če ima M enake vrtljaje kot Č
$M_{\check{c}}, M_M$ [Nm]	potreben vrtilni moment za pogon črpalke, torej na gredi črpalke (motorja, ki poganja črpalko, če je prestavno razmerje med njima 1:1)

Če v enačbi (2) za $Q_{\check{c}}$ upoštevamo enačbo (1) in ker je

$$\eta_{v\check{c}} \cdot \eta_{mh\check{c}} \quad (3)$$

dobimo za določitev moči pogonskega motorja črpalke, oziroma določitev moči na pogonski gredi črpalke, še naslednjo enačbo:

$$P_M = \frac{p_{\check{c}} \cdot q_{\check{c}} \cdot n_{\check{c}} \cdot 10^{-3}}{600 \cdot \eta_{mh\check{c}}} = P_{\check{c}} \quad \text{oziorama} \quad (4)$$

$$P_M = \frac{p_{VV} \cdot q_{\check{c}} \cdot n_{\check{c}} \cdot 10^{-3}}{600 \cdot \eta_{mh\check{c}}}$$

Enačba (4) velja za primer, ko je med izstopno gredjo pogonskega motorja M_M in gredjo črpalke prestavno razmerje 1 : 1; torej „direktni“ prenos. Za primer drugega prestavnega razmerja je treba to upoštevati.

Iz enačb (4) in (6), ki je v nadaljevanju, sledi tudi naslednja enačba, v kateri je izračun moči na pogonski gredi črpalke izražen z momentom na tej gredi:

$$P_M = M_{\check{c}} \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n_{\check{c}} \cdot 10^{-3}}{60} = P_{\check{c}} \quad (5)$$

Enačbo (5) dobimo tako, da enačbo (4) zapišemo v obliki:

$$P_M = \frac{p_{\check{c}} \cdot q_{\check{c}}}{2 \cdot \pi \cdot 10 \cdot \eta_{mh\check{c}}} \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n_{\check{c}} \cdot 10^{-3}}{60} = M_{\check{c}} \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n_{\check{c}} \cdot 10^{-3}}{60}$$

3. Potrebni vrtilni moment motorja, ki poganja črpalke:

Kadar črpalke namesto elektromotorja poganja motor z notranjim zgorevanjem, kar je običajno pri mobilnih strojih, sta dopustni najvišji tlak črpalke $p_{\check{c}}$ (to je spet lahko tlak nastavitve varnostnega ventila (VV) in/ali dopustna iztislina črpalke $q_{\check{c}}$, odvisna od momenta na izstopni gredi pogonskega motorja. Za dana $p_{\check{c}}$ in $q_{\check{c}}$ računamo potrebni moment (navor) pogonskega motorja črpalke po enačbi:

$$M_M = \frac{p_{\check{c}} \cdot q_{\check{c}}}{2 \cdot \pi \cdot 10 \cdot \eta_{mh\check{c}}} = M_{\check{c}} \quad (6)$$

Enačba (6) velja za primer, ko je med izstopno gredjo pogonskega motorja M_M in gredjo črpalke prestavno razmerje 1 : 1; torej „direktni“ prenos. Za drugo prestavno razmerje je treba to upoštevati. Enačba (6) podaja potreben moment na gredi črpalke.

Ob upoštevanju enačbe (5) dobimo potrebni vrtilni moment (navor) na gredi črpalke izražen tudi z močjo:

$$M_{\check{c}} = P_{\check{c}} \cdot \frac{60 \cdot 10^3}{2 \cdot \pi \cdot n_{\check{c}}} \quad (7)$$

4. Potrebna oziroma dopustna iztislina črpalke:

Iztislina ($q_{\check{c}}$), ki jo mora imeti črpalke, da za zahtevane vrtiljaje ($n_{\check{c}}$), ob danih izkoristkih, da zahtevani tok hidravlične kapljevine $Q_{\check{c}}$, sledi iz enačbe (1):

$$q_{\check{c}} = \frac{Q_{\check{c}} \cdot 1000}{n_{\check{c}} \cdot \eta_{v\check{c}}} \quad (8)$$

Največja iztislina, ki jo sme imeti črpalke za razpoložljivo moč pogonskega motorja (P_M) in zahtevani (predvideni) tlak črpalke ($p_{\check{c}}$), oziroma nastavitve varnostnega ventila (p_{VV}), lahko izračunamo po enačbi, ki sledi iz enačbe (4):

$$q_{\check{c}} = \frac{P_M \cdot 1000 \cdot 600 \cdot \eta_{mh\check{c}}}{p_{\check{c}} \cdot n_{\check{c}}} \quad \text{oziorama} \quad (9)$$

$$q_{\check{c}} = \frac{P_M \cdot 1000 \cdot 600 \cdot \eta_{mh\check{c}}}{p_{VV} \cdot n_{\check{c}}}$$

5. Izkoristek hidrostatične enote (HSE) – črpalke (Č) oziroma hidravličnega motorja (HM):

Skupni izkoristek HSE je produkt volumetričnega in mehansko-hidravličnega izkoristka:

$$\eta_s = \eta_v \cdot \eta_{mh} \quad (10)$$

Skupni izkoristek črpalke torej izrazimo z enačbo:

$$\eta_{s\check{c}} = \eta_{v\check{c}} \cdot \eta_{mh\check{c}} \quad (11)$$

6. Tok hidravlične kapljevine na vtočni strani

($Q_{HM} = Q_{HM \text{ vtok}}$) v

hidravlični motor (HM) je (približno) enak toku na iztočni strani ($Q_{HM \text{ iztok}}$)

in toku notanjega puščanja (lekažni tok – $Q_{HM L}$):

To je razvidno, kadar je lekažni vod izveden navzven, kar je priporočljivo tudi zaradi možnosti nadzora stanja (vzdrževanje); kadar je lekaža notranja, je to prikrito, ker se vstopna stran delno polni iz lekaže.

$$Q_{HM \text{ vtok}} = Q_{HM} \cong Q_{HM \text{ iztok}} + Q_{HM L} \quad (12)$$

$$Q_{HM} = \frac{q_{HM} \cdot n_{HM}}{1000 \cdot \eta_{vHM}} = Q_{HM \text{ vtok}} \quad (13)$$

V številski enačbi (13) imajo posamezne veličine naslednje enote in pomen:

Q_{HM} [l/min]	....	tok hidravlične kapljevine na vtočni strani v HM
q_{HM} [cm ³ /vrt.]	....	iztislina HM
n_{HM} [min ⁻¹]	....	vrtlina hitrost HM
η_{vHM} [] < 1	....	volumetrični izkoristek HM
Q_{HML} [l/min]	....	lekažni tok HM

Enačba (13) torej za dano iztislino, volumetrični izkoristek in vrtljaje (zahtevane) podaja potrebni tok hidravlične kapljevine na vtočni strani v HM.

7. Za zahtevane vrtljaje HM (n_{HM}) in za razpoložljivi Q_{HM} (= $Q_{HM\ vtok}$) (to je pogosto Q_c) potrebujemo HM z naslednjo iztislino (ob danem volumetričnem izkoristku):

$$q_{HM} = \frac{Q_{HM} \cdot 1000 \cdot \eta_{vHM}}{n_{HM}} \quad (14)$$

Za enačbo (14) veljajo enake oznake in enote kot za enačbo (13).

8. Vrtilni moment (navor), ki ga daje HM na izstopni gredi (ob konstantnem številu vrtljajev ($n_{HM} = konst.$), torej: a [ms⁻²] = 0), lahko izračunamo z enačbo:

$$M_{HM} = \frac{\Delta p_{HM} \cdot q_{HM} \cdot \eta_{mhHM}}{2 \cdot \pi \cdot 10} \quad (15)$$

Druga oblika enačbe (15) za vrtilni moment HM – za enake veličine je:

$$M_{HM} = 15,92 \cdot \Delta p_{HM} \cdot q_{HM} \cdot \eta_{mhHM} \cdot 10^{-3} \quad (16)$$

V enačbah (15) in (16) posamezne oznake pomenijo:

M_{HM} [Nm]	....	vrtilni moment HM (na izstopni gredi HM)
Δp_{HM} [bar]	....	razlika tlakov med vtočno in iztočno odprtino HM
q_{HM} [cm ³ /vrt.]	....	iztislina HM
η_{mhHM} [] < 1	....	mehansko-hidravlični izkoristek HM
a [ms ⁻²]	....	pospešek (mase, ki jo premika HM)

9. Kadar za znani HM (podan je torej q_{HM}) in znani dotok v HM (Q_{HM}) iščemo, s kakšno vrtilno hitrostjo (n_{HM}) se bo vrтел, sledi (iz enačbe (14)) torej enačba:

$$n_{HM} = \frac{Q_{HM} \cdot 1000 \cdot \eta_{vHM}}{q_{HM}} \quad (17)$$

10. Izstopna moč (na izstopni gredi) HM je:

$$P_{iHM} = \frac{\Delta p_{HM} \cdot Q_{HM} \cdot \eta_{sHM}}{600} \quad (18)$$

P_{iHM} [kW]	....	izstopna moč HM
Δp_{HM} [bar]	....	razlika tlakov med vtočno in iztočno odprtino HM
Q_{HM} [l/min]	....	tok kapljevine na vtočni strani v HM
η_{sHM} [] < 1	....	skupni izkoristek HM

Enačba za skupni izkoristek HM sledi iz splošne enačbe za skupni izkoristek hidravličnih sestavin in še posebno HSE; tega podaja enačba (10):

$$\eta_{sHM} = \eta_{vHM} \cdot \eta_{mhHM} \quad (19)$$



NEPOGREŠLJIV
VIR INFORMACIJ
ZA STROKO

VSAKA DVA MESECA NA VEČ KOT 180 STRANEH



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



UGODNOSTI ZA
NAROČNIKE REVIJE

Vpliv zraka in večje stisljivosti na delovanje hidravličnih gradnikov

Darko LOVREC, Vito TIČ

Izvleček: Stisljivost ni konstantna snovna lastnost hidravlične tekočine, temveč je odvisna od vrste tekočine ter od obratovalnih parametrov in stanja na napravi. Tako se ne spreminja samo s tlakom in temperaturo, temveč tudi s količino prisotnega zraka v obliki zračnih mehurčkov. Vse spremembe, ki navadno delujejo vzajemno, imajo posledično velik vpliv na togost hidravličnega pogona. To se odraža pri prenosu hidravličnih signalov in spremembah tlaka in tudi v delovanju hidravličnih pretvornikov energije.

V prispevku je v uvodu na kratko predstavljen pojem hidravlične kapacitivnosti, ki je v tesni povezavi s stisljivostjo hidravlične tekočine. Pri tem je poudarjen vpliv prisotnosti zračnih mehurčkov na stisljivost in posledično na prenos signalov – širjenje tlačnega valovanja po ceveh. V nadaljevanju prispevka je prikazan vpliv večje stisljivosti zaradi prisotnega zraka še na togost hidravličnega valja kot najpogosteje uporabljenega aktuatorja v hidravliki in pa na delovanje hidravlične črpalke in njen izkoristek.

Ključne besede: stisljivost hidravlične tekočine, zrak v tekočini, prenos signalov, togost valja, učinek črpalke

■ 1 Stisljivost hidravlične tekočine in hidravlična kapacitivnost

Predpostavka, da je hidravlična tekočina nestisljiva, je za preračun tlakov, tlačnih izgub, učinka sil in za statični način obravnave tekočine zadovoljiva. V hidravličnih napravah pa so prisotni pojavi, ki si jih lahko razložimo samo na podlagi stisljivosti tekočine.

Glede na znana dejstva o stisljivosti tekočine, več podrobnosti je podanih v [1], lahko izhodiščno enačbo, ki s fizikalnega vidika izraža stisljivost kot spremembo volumna tekočine v odvisnosti od spremembe tlaka, pri enaki opazovani temperaturi:

$$E_{olje} = -V_0 \cdot \left(\frac{\partial p}{\partial V} \right)_T \quad (1)$$

$$\text{preoblikujemo v: } \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_T = -\frac{V_0}{E_{olje}}.$$

Pri tem razmerje

$$\frac{V_0}{E_{olje}} = C_H \quad (2)$$

predstavlja hidravlično kapacitivnost C_H , odvisno od volumna tekočine V_0 in od modula elastičnosti oz. stisljivosti homogene hidravlične tekočine E_{olje} .

Na podlagi hidravlične kapacitivnosti lahko zapišemo pomembno enačbo v hidravliki, ki opisuje hitrost spreminjanja tlaka v nekem volumnu:

$$\dot{p}(t) = \frac{dp}{dt} = \frac{1}{C_H} Q \quad (3)$$

oz. za primer kontrolnega prostora z več vhodi ali izhodi:

$$\dot{p}(t) = \frac{1}{C_H} \sum_i Q_i, \quad (4)$$

kjer $\sum Q_i$ predstavlja vsoto vseh v kontrolni volumen vstopajočih oz. izstopajočih tokov.

Hidravlična kapacitivnost C_H »sporoča«, da lahko kak volumen hidravlične tekočine V_0 ob povečanju tlaka dp sprejme še dodaten volumen dV . Prav tako vidimo, da je hitrost spremembe tlaka v kakem volumnu odvisna ne samo od velikosti tega volumna, temveč tudi od stisljivosti prisotne tekočine. In če se ta spremeni, se to vsekar odraža v opazovanem volumnu, pa naj bo to hidravlična cev, komora hidravličnega valja ali pa črpalke.[2]

Hidravlično kapacitivnost lahko tako, analogno kot v mehaniki ali elektrotehniki, razumemo kot vrsto shranjevalnika energije. V ta namen v mehaniki uporabljamo vzmeti, v elektrotehniki kondenzatorje, v hidravliki pa posebne

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

plinske akumulatorje, ki imajo veliko večjo kapacitivnost, kot jo ima npr. hidravlična tekočina v cevi ali valju. Zaradi hidravlične kapacitivnosti se lahko energija tlaka oz. kinetična energija hidravličnega sistema shrani kot oblika energije spremembe volumna.

Za vrednost modula elastičnosti E'_{olje} , ki se pojavlja v navedenih enačbah, se na področju običajne hidravlične pogonske tehnike, za najpogosteje uporabljana homogena mineralna olja (= brez vključkov zraka!), dovolj natančno uporabi kar približna, konstantna vrednost, ki znaša $E'_{olje} = 1,66 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$ (1660 MPa, $\sim 1,66 \cdot 10^4$ bar). Vrednost je seveda odvisna od vrste baznega olja, uporabljenih aditivov ter tudi od viskoznosti olja in je omejena na uporabo v področju običajnih temperatur (25 °C do 50 °C), in tlakov (100 bar do 200 bar). Več podrobnosti je podanih v [1].

V hidravličnem sistemu pa olje 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). Poleg tega pri tem zelo vpliva prisotnost zraka v obliki zračnih mehurčkov. Zato je smiselna uvedba nadomestnega modula elastičnosti npr. mineralnega olja E'_{olje} , ki tako ne upošteva zgolj olja in elastičnosti cevi, v kateri olje je, temveč tudi v olju prisotne zračne mehurčke. Enačbo (1) lahko z upoštevanjem vseh teh deležev preoblikujemo:

$$\Delta V_{cel} = \Delta V_{olje} + \Delta V_{cev} + \Delta V_{zrak} = V_0 \frac{\Delta p}{E'_{olje}} \quad (5)$$

$$\text{oz. v } E'_{olje} = \frac{V_0 \cdot \Delta p}{\Delta V_{cel}} \quad (6)$$

Pri tem v enačbi (5) ΔV_{cev} predstavlja celotno spremembo volumna tekočine v priključenih ceveh, ΔV_{zrak} pa spremembo volumna zaradi prisotnih zračnih vključkov.

Čeprav obstajajo različne enačbe za preračun nadomestnega modula elastičnosti 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, ter od snovnih lastnosti tekočine [1].

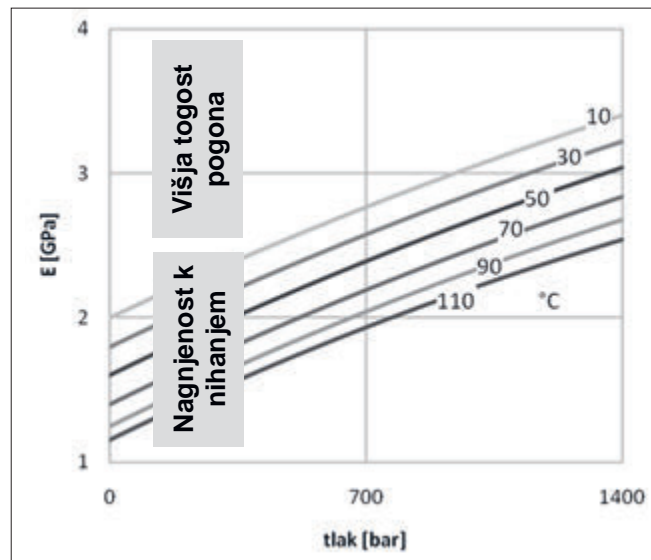
Upoštevanje nadomestnega modula ne spremeni samo vrednosti parametrov, podanih v enačbah (1) in (2), temveč posledično tudi v (3). Povedano z drugimi besedami: ob isti spremembi tlaka se ne spremeni samo velikost volumna tekočine, temveč se spremenijo tudi

hitrost spremembe tlaka, hitrost potovanja tlačnega signala in s tem velikost tlačnega udara, stisljivost tekočine v komorah valja in hidromotorja, ter s tem posledično togost teh gradnikov, ampak tudi pojavi v sami črpalki in v notranjosti ventilov. Najpomembnejši vplivi spremembe stisljivosti tekočine zaradi prisotnosti zraka so podrobneje predstavljeni v naslednjih poglavjih.

■ 2 Vpliv tlaka, temperature in vsebnosti zraka na togost tekočine

Vrednost modula elastičnosti ni konstantna vrednost, temveč je nelinearno odvisna od tlaka – z naraščanjem tlaka E narašča – *slika 1*. Navadno se na področju hidravlike uporablja srednja vrednost, kar seveda s seboj prinaša določeno napako. Pri natančnejših preračunih in predvsem tam, kjer je v ospredju dinamika dogajanja, je to dejstvo vsekakor treba upoštevati. Orientacijska vrednost modula elastičnosti znaša za običajna mineralna olja, uporabljana v področju tlakov od 1 bar do 30 bar, okoli 16600 bar. Velikost spremembe volumna v [%], če skladno z enačbo (2) upoštevamo samo spremembe volumna zaradi vpliva povečanja tlaka, pri čemer vpliva temperature ne upoštevamo (izentropna sprememba), je podana v *razpredelnici 1*, za področje tlakov od tlaka okolice pa do 300 bar. To področje tlakov je značilno za običajno industrijsko hidravliko. Pri tlaku npr. okoli 200 bar se volumen zmanjša za približno 1,2 %.

Vrednost modula elastičnosti se razen s tlakom spreminja tudi v odvisnosti od temperature. Vrednost z višanjem tlaka narašča in z višanjem temperature upada – glej *sliko 1*.



Slika 1. Odvisnost modula elastičnosti od tlaka in temperature; olje HLP 46

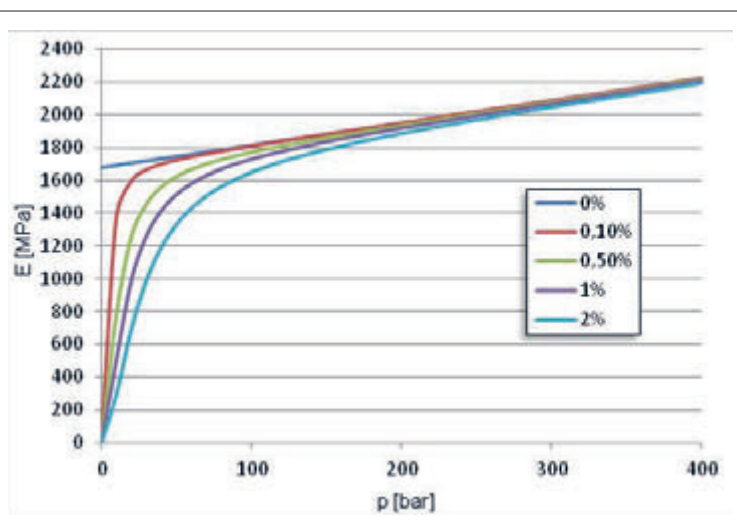
Razpredelnica 1. Zmanjšanje volumna mineralnega olja v odvisnosti od povečanja tlaka

Δp [bar]	1	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
$\Delta V/V$ [%]	0,0	0,14	0,29	0,44	0,58	0,73	0,88	1,02	1,17	1,32	1,46	1,61	1,76

Do tlakov 700 bar je modul elastičnosti za tekočine (brez vključkov zraka) približno linearno odvisen od tlaka.

Z gledišča hidravlične komponente ali pogona to pomeni, da z višanjem tlaka postajajo sistemi bolj togi in obratno – bolj nagnjeni k nihanjem in večji elastičnosti pogona, kar vodi do slabe dinamike in nestabilnosti v delovanju pogona. Za vpliv temperature velja glede togosti prav nasprotno obnašanje. Ob tem ne smemo pozabiti na dejstvo, da se ob zvišanju tlaka ne poveča samo vrednost modula elastičnosti tekočine, temveč tudi njena gostota. Odvisnost gostote tekočine od tlaka in elastičnost oz. stisljivost tekočine sta tesno povezana pojma.

Poleg omenjenega vpliva tlaka in temperature ter elastičnosti sten cevi, ki tekočino obdajajo, zelo vplivajo vključki zraka. Vpliv različno velikega deleža zraka je bil že podrobneje obravnavan v [1]. Tako teoretično izračunane vrednosti in potek spreminjanja nadomestnega modula elastičnosti pri mešanici mineralnega hidravličnega olja in zraka za različno velike odstotne deleže vsebnosti zraka prikazuje *slika 2*. [3], [4]



Slika 2. Vrednost E -modula olja z različnim odstotkom zraka v odvisnosti od tlaka [3]

Za preračun E -modula z določenim deležem zraka v obliki zračnih mehurčkov, kar lahko podrobneje označimo kot E_{o-z} , smo uporabili enačbo 7. [5]. Potek spreminjanja E_{o-z} modula je bil izračunan s pomočjo Excela.

$$E_{o-z} = E_{olje} \cdot \left(\frac{(1-x_0) \cdot \left(1 - \frac{p}{E_{olj}}\right) + x_0 \cdot \left(\frac{p_0}{p}\right)^{\frac{1}{k}}}{(1-x_0) \cdot \left(1 - \frac{p}{E_{olj}}\right) + \frac{x_0 \cdot E_{olj}}{k \cdot p} \cdot \left(\frac{p_0}{p}\right)^{\frac{1}{k}}} \right) \quad (7)$$

Pri tem v enačbi (7) predstavljajo:

- E_{o-z} E -modul spenjenega olja [bar]
- E_{olje} E -modul homogenega olja [bar]
- volumenski delež zraka [-]
- p tlak [bar]
- p_0 tlak okolice [bar]
- k izentropni eksponent [-]

S *slika 2* je lepo razviden vpliv, ki ga ima na stisljivost mineralnega hidravličnega olja določen delež prisotnega zraka v njem. Ta je še posebej izrazit v področju nižjih obratovalnih tlakov: z vedno višjimi deleži vsebnosti zraka se stisljivost občutno poveča, vrednost modula elastičnosti oz. stisljivosti in s tem togost tekočine pa občutno upadeta, kar različno vpliva na delovanje naprave. Pri višjih obratovalnih tlakih je prisotnost zraka s tega gledišča manj moteča, je pa zato večji problem diesel efekt in njegove posledice. [6]

3 Vpliv zraka na prenos signalov in velikost tlačnih konic

Hitrost širjenja zvoka je razen od gostote odvisna tudi od modula elastičnosti tekočine:

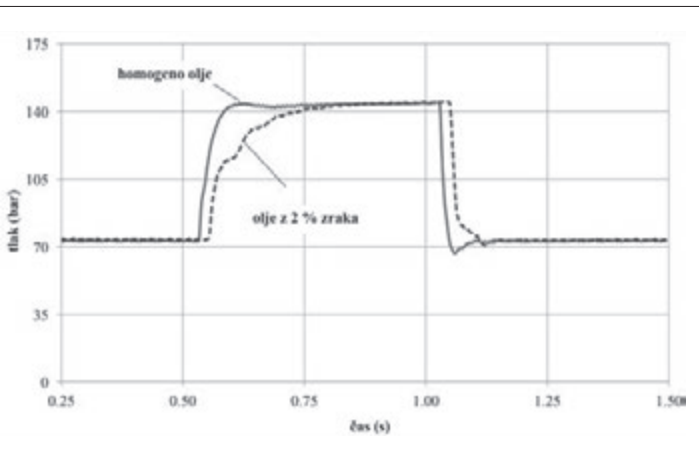
$$c_{zv} = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (8)$$

Enako velja tudi za hitrost širjenja tlačne motnje (npr. tlačni val in tlačni udar ali pa tlačni krmilni signal). Vsaka sprememba stanja v volumnu, napolnjenim s tekočino, npr. v hidravlični cevi, se tako prenaša s hitrostjo zvoka c_{zv} . Za hitrost zvoka v homogenih mineralnih hidravličnih oljih se najpogosteje navaja vrednost okoli 1320 m/s; sicer od 1000 m/s do 1330 m/s, odvisno od vrste olja.

Hitrost prenosa (tlačnega) signala je še posebej pomembna takrat, kadar imamo opraviti s sistemi z veliko količino tekočine (velika kapacitivnost), npr. veliki hidravlični valji, in s sistemi velikih dimenzij, kot so npr. dolgi cevovodi. V manjših, kompaktnih sistemih lahko vpliv vrednosti hitrosti širjenja signala zanemarimo. Vsekakor je ta vidik treba upoštevati pri dolgih cevovodih in še posebej takrat, ko gre za mehanično-hidravlični princip regulacije. V teh primerih lahko velika kapacitivnost in induktivnost sistema (dolgi cevovod) pripeljejo do velike zakasnitve signala tlaka in posledično do nestabilnega delovanja reguliranega sistema. Takrat bi seveda hidravlična tekočina z velikim modulom elastičnosti občutno izboljšala odzivnost sistema, vključki zraka v tekočini pa bi učinkovali prav nasprotno.

Ta vidik lahko predstavimo na primeru dinamičnega obnašanja cevovoda kot sestavnega dela vsakega reguliranega hidravličnega sistema. V ceveh prihaja do velikih sprememb tlakov (kakršni se pojavljajo npr. pri regulaciji tlaka), pri čemer je treba upoštevati, da je tekočina v cevi stisljiva oz. elastična in da ima določeno maso. Če upoštevamo samo prvi vidik, ki se odraža v hidravlični kapacitivnosti cevovoda C_H , lahko vpliv zraka na dinamiko spremembe tlaka prikazemo na podlagi matematične simulacije – *slika 3*.

Slika 3 tako prikazuje razliko v dinamičnem obnašanju cevovoda ob zaprtju in ponovnem odprtju potnega ventila, nameščenega na koncu 35 m dolge cevi, pri čemer so bile razmere nastavljene tako, da se je tlak p na črpalki (na začetku cevi) spreminjal približno med 70



Slika 3. Primerjava odzivov za homogeno mineralno olje in ob prisotnosti zraka v olju

bar in 140 bar. Volumenski tok po cevi je bil v obeh primerih enak in je znašal 32 L/min. Kot hidravlična tekočina je bilo najprej uporabljeno homogeno mineralno olje in nato še mineralno olje z 2-odstotnim deležem zraka (in s tem ustreznim vplivom na spremembo stisljivosti tekočine in hitrostjo prenosa signala). Več podrobnosti o modeliranju cevi lahko najdete v [7]. Prikazana poteka spremembe tlaka na sliki 3 kaže, da je vpliv prisotnosti zraka že ob relativno majhni vsebnosti precej velik – dinamika je vidno počasnejša.

Posredno preko hitrosti zvoka (enačba 8) velikost E -modula vpliva tudi na velikost tlačnih udarov, ki se pojavljajo v hidravličnem sistemu, saj neposredno določa čas širjenja udarnega vala t_{krit} (čas, ki ga udarni val potrebuje, da kot odbiti val pride ponovno nazaj do mesta nastanka, npr. ventila):

$$t_{krit} = \frac{2l}{c_{zv}} \quad (9)$$

Na podlagi enačbe (9) je moč ugotoviti stanje ob zapiranju ventila; ali je to končano v krajšem času kot $t_{zap} < t_{krit}$ ali pa ima odbiti val možnost razbremenitve skozi delno odprt ventil. Največji možni tlačni udar (zaprt ventil) – Joukowski udar, je določen s spodnjo enačbo:

$$\Delta p_J = \sqrt{\rho E'_{olje}} \Delta v = \rho c_{zv} \Delta v \quad (10)$$

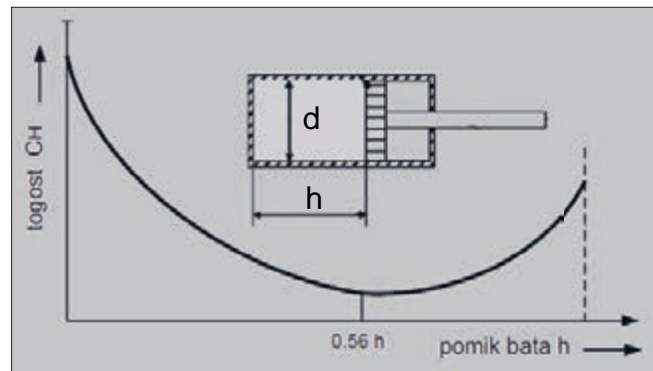
Kot lahko zaključimo na podlagi enačb (8) in (10), je ob uporabi olja z vključki zraka, torej z nižjo vrednostjo E -modula, tudi hitrost širjenja motnje po cevi manjša in s tem posledično manjši tudi tlačni udar oz. nižja tlačna konica.

■ 4 Vpliv zraka na togost hidravličnega valja

Pri hidravličnih sistemih s hidravličnimi valji, kjer je treba zagotavljati veliko togost in natančen gib, lahko zrak v olju predstavlja veliko težavo. Zaradi sorazmerno ve-

likega volumna olja, ki deluje podobno kot mehanska vzmet, lahko prisotnost zraka v olju opazimo že med samim gibanjem valja. Zaradi večje elastičnosti olja lahko pride do nevšečnosti, kot so: nenadzorovani premiki, neenakomerno gibanje, zmanjšanje hitrosti giba, možno vse do zaustavitve ali celo pomika v nasprotno smer, nihanje bremena, povezanega z valjem, ter neenakomerno premikanje valja (npr. zatikanja) ...

Če na bat valja deluje sila, ki se spreminja po velikosti in po smeri, lahko zaradi elastičnosti tekočine ter tudi sten valja in cevovodov nastanejo nihanja. V analogiji z mehaniko, kjer neka masa, povezana z vzmetjo, niha, lahko zapišemo izraz za lastno frekvenco in togost oz. vzmetno konstanto hidravličnega valja, prikazanega na sliki 4.



Slika 4. Hidravlični valj, napolnjen s tekočino

Togost hidravličnega valja je razen od premera bata in batnice ter vrste in stanja hidravlične tekočine v valju odvisna tudi še od položaja bata v valju. Diferencialni valj z različno velikima ploskvama na eni in drugi strani bata razdeli notranji volumen na dva različno velika dela in tako posredno na dva različno velika volumna tekočine oz. različno »mehki« tekočinski vzmeti. Velikost volumna na eni in na drugi strani bata je tako odvisna od položaja bata in od konstrukcijske zasnove valja. Če gre za valj s skoznjo batnico (enakopovršinski valj), sta volumna pri srednjem položaju bata v valju enaka, pri diferencialnem valju z različnima aktivnima ploskvama na batnu pa različna.

Vzmetno konstanto hidravlične tekočine v najpogostejše uporabljanem diferencialnem hidravličnem valju lahko v analogiji z mehaniko izrazimo kot:

$$c_{olje} = \frac{\Delta F}{\Delta l} = \frac{\Delta p A_b^2}{\Delta V_{olje}} = \frac{A_b^2}{C_H} \quad (11)$$

in s tem lastno frekvenco valja kot:

$$\omega_{0,bat} = \sqrt{\frac{A_b^2}{C_H m}} \quad (12)$$

Pri tem v enačbah (11) in (12) C_H predstavlja hidravlično kapacitivnost, zapisano v odvisnosti od položaja bata h

in ob upoštevanju nadomestnega modula elastičnosti:

$$C_H = \frac{V_0}{E'_{olje}} = \frac{A_b h}{E'_{olje}} \quad (13)$$

Na podlagi enačb od (11) do (13) je možno zaključiti, da sta vzmetna konstanta in s tem lastna frekvenca linearno odvisni od elastičnosti tekočine in tudi od položaja bata v valju.

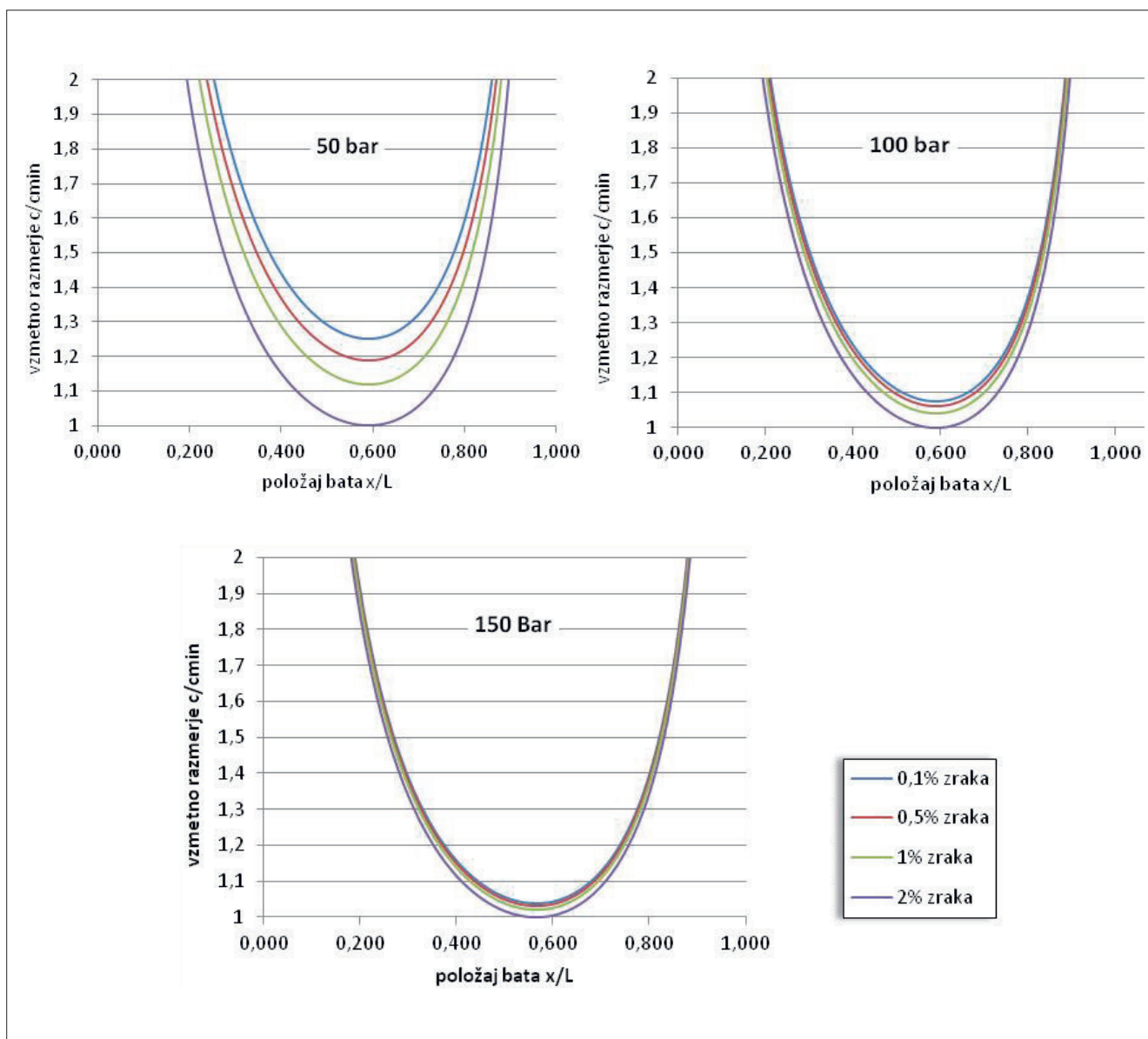
Za določanje togosti valja s homogenim oljem in vpliva zraka v olju na togost valja smo za izračun uporabili standardni valj ISO 6020/2, dimenzij 125/90 in 450-milimetrskim hodom. Spreminjanje togosti valja smo računali po matematičnem modelu dveh zaporedno vezanih vzmeti tako, da smo olje nadomestili z vzmetjo enake vzmetne konstante. Vzmetno konstanto valja pri različnih pozicijah bata smo računali po enačbi 14 [8], s pomočjo Excel-a.

$$c = c_1 + c_2 = E' \left(\frac{A_1^2}{V_1} + \frac{A_2^2}{V_2} \right) \quad (14)$$

pri čemer v enačbi predstavlja:

- c vzmetno konstanto valja [N/mm]
- c_1 vzmetno konstanto tekočine v komori na strani bata [N/mm]
- c_2 vzmetno konstanto tekočine v komori na strani batnice [N/mm]
- E' E-modul olja z zrakom [N/mm]
- A_1 ploščina bata v komori na strani bata [mm²]
- A_2 ploščina bata v komori na strani batnice [mm²]
- V_1 volumen olja v komori na strani bata [mm³]
- V_2 volumen olja v komori na strani batnice [mm³]

Kot rezultat takšne obravnave prikazuje *slika 5* odvisnost togosti valja v odvisnosti od položaja bata, pri različnih obratovalnih tlakih in različnem volumenskem deležu zraka.



Slika 5. Odvisnost togosti valja od položaja bata pri različnih obratovalnih tlakih in % deležu zraka v olju

Rezultati potrjujejo, da togost valja ni odvisna samo od njegovih dimenzij in položaja bata ter višine obratovalnega tlaka, temveč je zelo odvisna tudi od volumenskega deleža morebiti prisotnega zraka v olju. Razlike v togosti, izražene v %, so prikazane tudi v *razpredelnici 2*.

Razpredelnica 2. Razlika togosti valja pri različnih obratovalnih tlakih

Obratovalni tlak	Razlika togosti valja s prisotnim 0,1-odstotnim in 2-odstotnim deležem zraka
50 bar	25,0 %
100 bar	7,7 %
150 bar	3,8 %

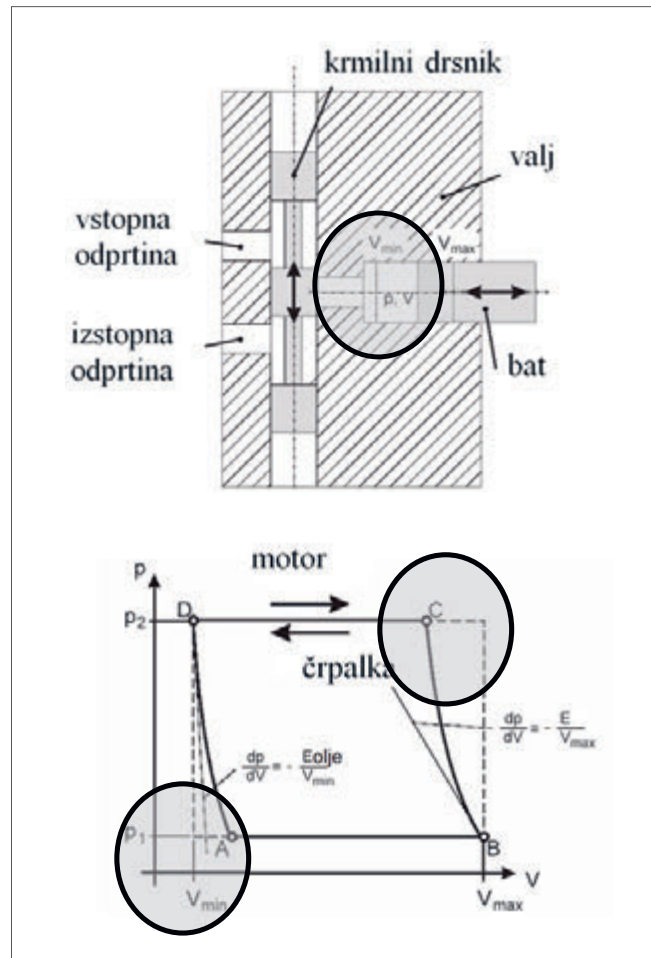
Na podlagi rezultatov lahko ugotovimo, da čim višji je obratovalni tlak, tem manjši je vpliv zraka na togost hidravličnega valja. Če naj bi s hidravličnim pogonom izvajali zelo hitro spreminjajoča se gibanja, je vsekakor zaželeno visoka lastna frekvenca sistema, po možnosti daleč nad frekvenco obratovanja. Glede na tonaj bi imeli valji po možnosti čim večjo vzmetno konstanto, kar lahko dosežemo, razen s povečanjem čelnih površin bata, tudi z zmanjšanjem zaprtega volumna, z uporabo kratkih vodov med ventilom in valjem, z uporabo hidravlične tekočine z višjim E -modulom in vsekakor brez vključkov zraka.

■ 5 Vpliv večje stisljivosti tekočine na delovanje in izkoristek hidravličnih črpalk

Pri oscilatorno gibajočih se batih bodisi v hidravličnem valju ali pa v batni črpalki oz. v hidromotorju prihaja do zaustavljanja in pospeševanja bata ter s tem povezanih izgub, odvisnih tudi od velikosti modula stisljivosti uporabljane tekočine.

Zaradi stisljivosti tekočine spremembe tlaka med vstopno in izstopno odprtino niso nenadne oz. skokovite. Da se tlak spremeni z enega na drugi nivo, mora bat v valju opraviti določeno pot, kar ustreza določeni spremembi volumna komore. Tlak v valju hidrostatične enote narašča oz. upada v odvisnosti od adiabatnega modula stisljivosti, skladno z enačbo (1), ki v delovnem diagramu podaja naklon oz. hitrost spremembe tlaka v odvisnosti od spremembe volumna komore.

Ob upoštevanju velikosti volumna v točkah B in D (glej *sliko 6*) v enačbi (1) ugotovimo, da se sprememba tlaka ob stiskanju tekočine (točka B) prične z manjšim naklonom kot sprememba tlaka pri ekspanziji (točka D). Od tega je odvisna izgubljena pot oz. pomik bata na račun stisljivosti tekočine. Pri črpalkah npr. ta pojav predstavlja izgubljeni gib bata oz. volumen, in posledično manjši volumetrični izkoristek črpalke in s tem večjo izgubo moči. Vpliv stisljivosti se še poslabša pri večjih mrtvih volumnih, kakršni so značilni za aksialne batne črpalke z votlimi bati (izvedba s poševno ploščo).



Slika 6. Splošni model hidrostatične enote in delovni diagram

Uporaba tekočin z nižjim modulom stisljivosti, kakršne se pojavljajo ob prisotnosti zraka v olju, tovrstne izgube povečuje.

■ 6 Zaključek

Stisljivost hidravlične tekočine povzroča vzmetno delovanje hidravličnih pogonov – blaži razne sunke in tako varuje (npr. pri orodnih strojih) orodje pred udarci. Po drugi strani velika stisljivost hidravlične tekočine zaradi svojega vzmetnega obnašanja povzroča:

- nihanja in udarce v hidravličnih napravah,
- zakasnitve pri preklopih (treba je upoštevati pri kratkih vklopnih časih),
- nižje lastne frekvence hidravličnih valjev,
- neenakomerno gibanje valjev pri nenadnih spremembah tlaka ali sile,
- nezaželene pojave pri povečanju volumna hidravličnega valja zaradi elastičnosti sten valja in cevovoda,
- nestabilno delovanje reguliranega sistema,
- polnilne izgube črpalk ...

Omenjeni vplivi so ob večjem deležu zraka še bolj izraziti, kot so pri homogenem olju. Zato ima vpliv stisljivosti in pojavov, ki izhajajo iz te lastnosti tekočine, ob upoštevanju deleža zraka še kako velik pomen pri pre-

računu hidravličnih udarov, enakomernosti delovanja pogona, nihanj in pojavu časovnih zakasnitev hidravličnega signala pri daljinsko vodenih hidravličnih pogonih oz. pri načrtovanju hidravličnega sistema nasploh oz. pri splošnem razumevanju pojavov pri delovanju gradnikov. Kakor hitro se bo pojavil vdor zraka v hidravlični sistem, tako hitro se bodo posledično pojavile opisane spremembe pri delovanju naprave. To še posebej takrat, ko je v ospredju dinamično obnašanje naprave.

Viri

- [1] Lovrec D., Tič, V.: Stisljivost hidravličnega olja in vpliv zraka, Ventil, 22/2016, št. 6, str.492–498.
- [2] Lovrec, D., Kambič, M.: Hidravlične tekočine in njihova nega. 1. izd. Maribor: Fakulteta za strojništvo, 2007.
- [3] 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] Potočnik, R.: Vpliv zraka na delovanje hidravlične naprave : diplomsko delo. Maribor: 2014. X, 53 f., 4 f. pril., ilustr. <https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=44644>.
- [4] Murrenhoff, H.: Grundlagen der Fluidtechnik, Teil 1: Hydraulik, UmdruckzurVorlesung, 4. Auflage, 2005, IFAS-RWTH Aachen.
- [5] Helduser, S.: GrundlagenelektrohydraulischerAntriebe und Steuerungen, 1. Izdaja,VereinigteFachverlageGmbH, Germany, 2013.
- [6] Lovrec, Darko. Zakaj hidravlično olje potemni? Vzdrževalec, ISSN 1318–2625, 2016, št. 173, Ljubljana: Društvo vzdrževalcev Slovenije, 2016, št. 173, str. 52–56.
- [7] Lovrec, D., Hribernik, D., Kiker, E.: Model of electro-hydraulicpressurecontrol - the basisfordrivedesign and optimisation. Ventil, sept. 2002, letn. 8, št. 3, str. 151–161.
- [8] Lovrec, D., Tašner, T.: Hidravlične tekočine z visokim modulom stisljivosti in vpliv na delovanje hidravlične naprave, Mednarodna konferenca Fluidna tehnika 2011, Maribor 15. in 16. september 2011. Maribor : Fakulteta za strojništvo, 2011, str 116–121.

Effects of increased fluid compressibility due to air on the operation of hydraulic system

Abstract: Compressibility of hydraulic fluid is not a constant material property. It is determined by fluid type, operating parameters and condition of the device. Thus, the compressibility does not only change with pressure and temperature, but also with the amount of air present in the fluid in form of air bubbles. Any changes, usually taking effect simultaneously, consequently have a major impact on the stiffness of the hydraulic drive. This is reflected in the transmission of hydraulic signals and changes in pressure, as well as in the operation of the hydraulic energy converters.

In the introduction the paper presents a brief overview of hydraulic capacitance theory, which is closely associated with the compressibility of hydraulic fluid. It highlights the impact of air bubbles presence on compressibility and therefore transmission of signals – propagation of pressure waves along pipes. In continuation the paper demonstrates the impact of increased fluid compressibility due to presence of air bubbles on the stiffness of hydraulic cylinder, as most commonly used hydraulic actuator, and on the operation of hydraulic pump and its efficiency.

Keywords: compressibility of hydraulic fluid, air in fluid, transmission of signals, stiffness of cylinder, pump efficiency

POSVET

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2017 - ASM '17

6. decembra 2017

na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani

aktualne novice o posvetu so na voljo na www.posvet-asm.si

50 MOS

1968  2017

Mednarodni sejem obrti in podjetnosti

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

Strokovni medijski
partner področja:



Celjski sejem,
12.-17. september 2017



CELJSKI SEJEM

40
1976 • 2016
let
Vaš partner

 www.ce-sejem.si

Razvoj delovne postaje za didaktične namene načrtovanja, implementiranja in krmiljenja pnevmatskih sistemov

Vito TIČ, Aleš KROŠEL

Izvleček: Sodobni sistemi avtomatizacije proizvodnih procesov še vedno v veliki meri temeljijo na uporabi pnevmatike. Zaradi njenih pglavitnih prednosti, kot so nizka cena namestitve, enostavna uporaba, varno in zanesljivo delovanje v širokem temperaturnem območju, minimalno vzdrževanje, ter nenazadnje sama čistost medija in komponent, je zelo težko nadomestljiva z drugo obliko avtomatizacije. Zaradi pogoste uporabe pnevmatskih sistemov v industrijski avtomatizaciji je ključnega pomena, da bodoči tehnični kader primerno podučimo o njihovem ustreznem načrtovanju, implementaciji in krmiljenju. Na tržišču dostopna didaktična oprema za učenje pnevmatike in avtomatizacije omogoča le podajanje posameznih osnovnih znanj iz tega področja, medtem ko smo morali za didaktične namene realne industrijske rabe sodobnih pnevmatskih sistemov razviti lastno pnevmatsko delovno postajo.

Ključne besede: pnevmatika, didaktika, delovna postaja, krmiljenje

■ 1 Uvod

Avtomatizacija proizvodnih procesov je gonilo napredka in razvoja proizvodno naravnanih podjetij, kjer je, še posebej za višje izobražen kader, pomembno, da dobi specifične sposobnosti ter spretnosti snovanja, implementacije in vodenja avtomatiziranih naprav in procesov. Žal je didaktična oprema, ki se uporablja v izobraževalnih ustanovah običajno preproste narave (prikaz delovanja in krmiljenja posameznih komponent), zato je lahko prehod izučenega tehničnega kadra v realno industrijsko okolje zelo zahteven. Omenjeno vrzel smo

skušali zapolniti z zasnovo in izdelavo kompleksnejše didaktične postaje, ki v celoti temelji na uporabi realnih industrijskih komponent in predstavlja avtomatizirano delovno postajo na osnovi uporabe pnevmatskih sistemov.

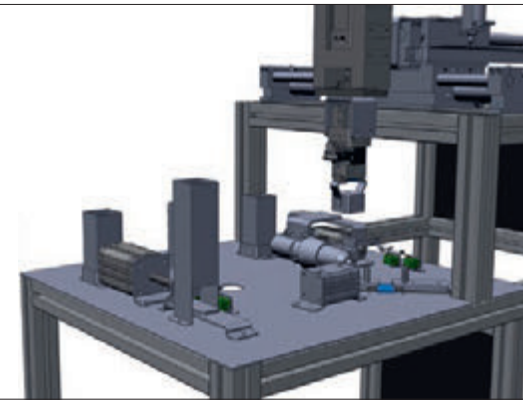
■ 2 Zasnova delovne postaje

Delovna postaja je zasnovana na podlagi izbranega obdelovalnega cikla. Obdelovanci so naloženi v zalogovniku, iz katerega jih na prevzemno mesto potiska dvosmerno delujoči valj. Prenos obdelovanca iz prevzemnega mesta na delovno mesto vrši 3-osni pnevmatični manipulator, sestavljen iz treh posameznih linearnih pnevmatskih osi, ki premike obdelovanca izvaja s pomočjo pnevmatskega prijemala z možnostjo zasuka. Po premiku obdelovanca iz prevzemnega

mesta na obdelovalno mesto sledi njegovo vpenjanje v klešče enosmerno delujočega pnevmatskega prijemala.

Osrednja tehnologija obdelave je bila izbrana z ozirom na ponovljivost procesa brez ponovne izdelave obdelovancev. Torej, enaki obdelovanci se lahko uporabijo večkrat, ne da jih zavržemo oz. izdelamo nove. Kot primerna procesa obdelave sta bila izbrana vrtnanje, kjer je poleg proženja pnevmatske linearne osi treba sprožiti še vklop vrtalne enote preko releja, ter žigosanje, ki ga opravlja enosmerno delujoči valj. Pri tem se, odvisno od zasnovanega krmilja, lahko opravi samo ena izmed izbranih operacij, ali pa se opravita obe. Zaradi vrtljivega prijemala na manipulatorju pa lahko posamezni proces ponovimo še na drugi strani obdelovanca. Po obde-

Doc. dr. Vito Tič, univ. dipl. inž.,
Aleš Krošel, oba Univerza v Mariboru,
Fakulteta za strojništvo



Slika 1. 3D model in simulacija delovanja delovne postaje

lavi manipulator poskrbi za prenos obdelovanca na ustrezno izmetno mesto. Izmetnih mest je več in izbiro tako prepusti uporabniku ali zastavljeni nalogi.

Na ta način nam zasnovana delovna postaja omogoča visoko stopnjo prilagodljivosti pri snovanju krmilja; od najenostavnejših krmilnih ciklov, kjer upravljamo le 3 osi: uporabnik ročno vloži obdelovanec na delovno mesto, sledi vrtnanje, žigosanje ter izpenjanje in ročno odstranjevanje obdelovanca; do zelo kompleksnih krmilnih ciklov, kjer upravljamo 9 osi: izmet obdelovanca iz zalogovnika, prevzem in prenos na delovno mesto, obe operaciji obdelave, izpenjanje in zasuk obdelovanca za 180°, ponovno vpenjanje in izbrana obdelava, izpenjanje ter prenos na ustrezno izmetno mesto, kjer štejejo mesta do zapolnitve.

Osnovni koncept postaje in njene delovanja je bil nadalje razvit in zasnovan v programskem okolju SolidWorks, s pomočjo katerega smo izdelali preprosto simulacijo gibanja skozi delovni proces in na ta način lažje uskladili posamezne pomike vseh 9-ih osi. Na osnovi končnega 3D modela so se izdelale delavniške risbe in načrti, ki so bili potrebni pri izdelavi in sestavljanju.

■ 3 Konstrukcija delovne postaje

Sama konstrukcija, na katero je nameščen triosni pnevmatični manipulator, ki služi za prenašanje

obdelovancev, je sestavljena iz aluminijastih profilov. Pod manipulatorjem se nahaja pločevina na katero so pritrjene vse ostale enote, ki opravljajo funkcijo podajanja, shranjevanja in obdelave. Pnevmatične cevi iz ventilskega otoka, kakor tudi električni vodniki do posameznega krmiljenega elementa, so speljani po kanalih, in po potrebi po kabelski verigi, s čemer je doseženo in prikazano ustrezno varovanje vodnikov in cevi pred morebitnimi poškodbami, zapletanjem ali opletanjem.

■ 4 Raznolikost uporabljenih komponent

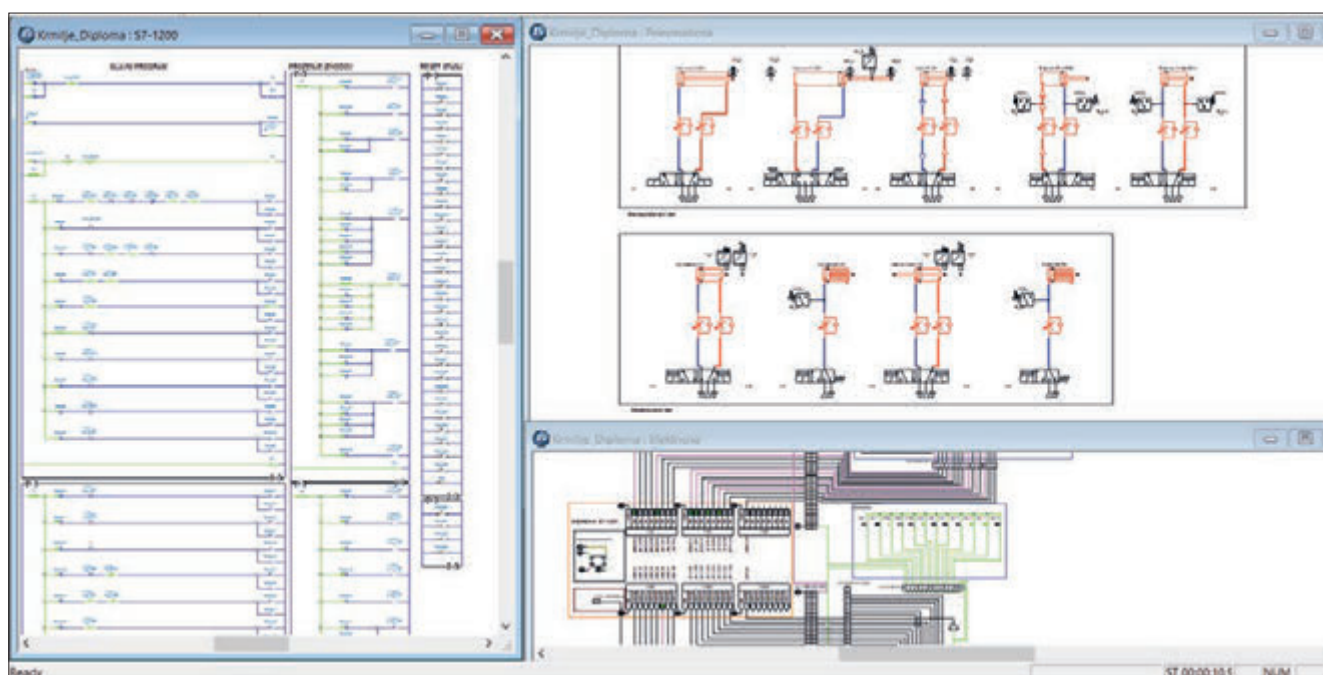
Pri snovanju pnevmatskega in električnega sistema smo želeli uporabiti in prikazati kar se da veliko število raznolikih komponent. Zato je na delovni postaji uporabljenih več različnih tipov končnih stikal, odvisno od možnosti in primernosti namestitve. Tako za povratne informacije o gibih in končnih položajih krmiljenih osi služijo mehanska, induktivna, magnetna ter tlačna stikala, ki vsaka s svojimi specifičnimi lastnostmi omogočajo ustrezno indikacijo stanja. Namreč, vseh stanj ne moremo zaznati le z eno vrsto končnih stikal, na primer: z mehanskim končnim stikalom je praktično nemogoče zaznati, ali je prijemalo zaključilo proces vpenjanja obdelovanca.

Nameščen 3-osni manipulator je sestavljen iz dveh linearnih pnevmatičnih osi ter enega pnevmatičnega valja z dodatnim vodilom, kar omogoča prikaz in primerjavo dveh različnih izvedb pnevmatičnih osi. Na končnih položajih linearnih osi X in Y se nahajajo pnevmatični blažilniki, ki blažijo sicer sunkovito ustavljanje v krajnih legah. Omenjeni osi imata tudi vgrajena induktivna končna stikala za zaznavanje končnih pozicij. Le-ta nam omogočajo enostavno zasnovano krmilja, prav tako pa se ni potrebno ozirati za izvedbo pritrditve stikal, kot je to pogosto potrebno pri klasičnih mehanskih končnih stikalih. Valj z dodatnim vodilom na Z osi ima vgrajena drugi tip brezkontaktnih končnih stikal, in sicer miniatura magnetna stikala, ki se namestijo v utor na valju. Prednost omenjenih stikal je vsekakor njihova vsestranska uporabnost ter enostavna namestitve.

Prenos obdelovancev vrši manipulator s pomočjo pnevmatičnega prijemala, ki poleg prijema obdelovanca omogoča tudi njegov zasuk za 180°. Indikacijo zaključka omenjenih operacij je praktično nemogoče izvesti z mehanskim končnim stikalom, saj je prostor za namestitve zelo omejen. Zato smo uporabili tlačna stikala, ki nam poleg nastavljive preklapne točke tudi prikazujejo trenutni tlak v posameznemvodu. Ostale funkcije pa vršijo raz-



Slika 2. Uporabljena oprema – realne industrijske komponente



Slika 3. Sočasna simulacija delovanja pnevmatskega sistema, električnega dela s krmilnikom ter pripadajočega programa

lični enosmerno ali dvosmerno delujoči valji, ki imajo dograjena nizkocenovna stikala, s katerimi smo želeli ponazoriti neprimernost uporabe tovrstnih stikal v industrijskem okolju.

Predstavljenih devet pnevmatskih osi je krmiljenih s pomočjo sodobnega in kompaktnega ventilskega otoka Festo VTUG. Ventile na ventilskem otoku je mogoče krmiliti s proženjem posameznih 24 V tuljav na ventilih, ali pa preko posebnega komunikacijskega vmesnika, ki se dogradi na ventilski otok in omogoča krmiljenje preko ProfiNet povezave. Zato smo fizične povezave izvedli na način, da je mogoče proženje bodisi s pomočjo digitalnih izhodov na krmilniku, bodisi preko ProfiNet industrijske komunikacije med ventilskim otokom in krmilnikom.

■ 5 Električni del

Vsi električni vodniki so speljani v elektro-omarico, ki je nameščena stransko na zadnjem delu manipulatorja. Z možnostjo pregleda vezav med samim obratovanjem naprave je omogočena tudi diagnostika napak in s tem povezane didaktične vsebine. Tako lahko uporabniki

spoznajo kako ustrezno preveriti posamezne krmilne signale in kako sistematično pristopiti k odkrivanju okvar na krmilni enoti. Povezava krmilnih signalov iz elektro-omarice do krmilnika je izvedena preko dveh DB-25 konektorjev, s čimer smo omogočili priklop delovne postaje na različna posamezna učna mesta oz. krmilnike, ki se uporabljajo pri didaktičnem delu.

Za krmiljenje procesa je prav tako uporabljena sodobna industrijska enota, tj. programabilni logični krmilnik Siemens S7-1200, ki nam omogoča enostavno, kompaktno, predvsem pa zanesljivo izvedbo krmilja. Zaradi premajhnega števila digitalnih vhodov ter izhodov smo krmilniku dodali še razširitveni modul, medtem ko smo vmesnik človek-stroj (HMI) izvedli s pomočjo barvnega zaslona na dotik. Uporaba takšnega industrijskega HMI zaslona predvsem olajša upravljanje z napravo in nadgradi uporabniško izkušnjo oz. vizualizacijo stanja sistema.

■ 6 Snovanje in simulacija krmilja

Celotno krmilje je bilo zasnovano v programskem okolju Auto-

mation Studio, ki nam omogoča izdelavo pnevmatične, električne in programske sheme ter njihovo povezavo in simulacijo delovanja. Pnevmatično shemo naprave sestavlja sedem dvosmernih ter dva enosmerna valja, ki jih krmilijo ustrezni potni ventili. Poleg običajnih bistabilnih 3/2 in 5/2 potnih ventilov, smo za Y os manipulatorja uporabili tudi 5/3 monostabilni ventil z zaprto mirovno lego, ki nam omogoča pozicioniranje navedene osi tudi v njenih srednjih legah. Pri tem seveda lahko tudi prikažemo eno izmed slabosti pnevmatskih linearnih osi, tj. stisljivost zraka in njegov vpliv na hitrost ustavljanja, prenehaj ter natančnost pozicioniranja. Vsi valji imajo dograjene tudi enosmerne dušilke na izpustni strani, ki nam omogočajo nastavljanje hitrosti posameznega giba.

Pnevmatičnemu krmilnemu sistemu je sledila izdelava električne sheme krmilja, kjer smo poudarek namenili nazornosti in urejenosti sheme, ki nam bo omogočala kasnejše diagnosticiranje in/ali spreminjanje krmilja. V električno shemo je kot osrednji element dodan programabilni krmilnik, na vhode in izhode katerega so povezani krmilni signali preko dveh DB-25 pri-

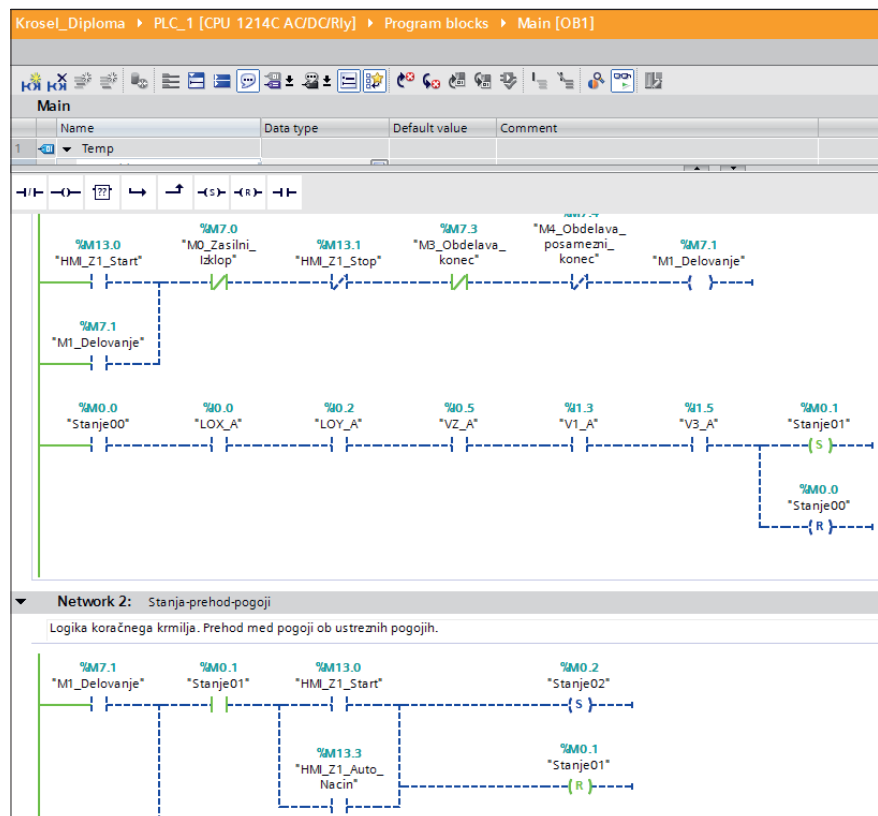
ključkov. Prav tako pa je, v primeru uporabe ProfiNet komunikacije, nakazana uporaba Ie-te. Vsi izvršni elementi električne sheme so preko oznak povezani s pnevmatično shemo in tvorijo delujoč simulacijski sistem. Na ta način aktiviranje stikala v pnevmatični shemi povzroči sklenitev kontakta v električni shemi, ter obratno, napajanje tuljave na elektromagnetnem ventilu povzroči prekrmljenje ventila.

Sledila je izgradnja tretjega dela simulacije, in sicer zasnova programa na krmilniku v lestvičnem diagramu, saj nam programsko okolje omogoča sočasno oz. povezano simulacijo delovanja pnevmatskega sistema, električnega dela ter krmilnega programa. Na ta način smo izdelali program za en obratovalni cikel delovne postaje in ga nato preizkusili.

Med simulacijo nam program prikazuje krmilna stanja ventilov, tlačne in izpusne vode, aktivnost končnih stikal, električne signale na krmilni shemi ter samo izvajanje programskega dela. Omogoča tudi koračno oz. postopno izvajanje simulacije ter njeno začasno ustavitev, kjer si lahko podrobneje ogledamo posamezne električne, pnevmatične in logične signale.

7 Izdelava krmilja TIA Portal

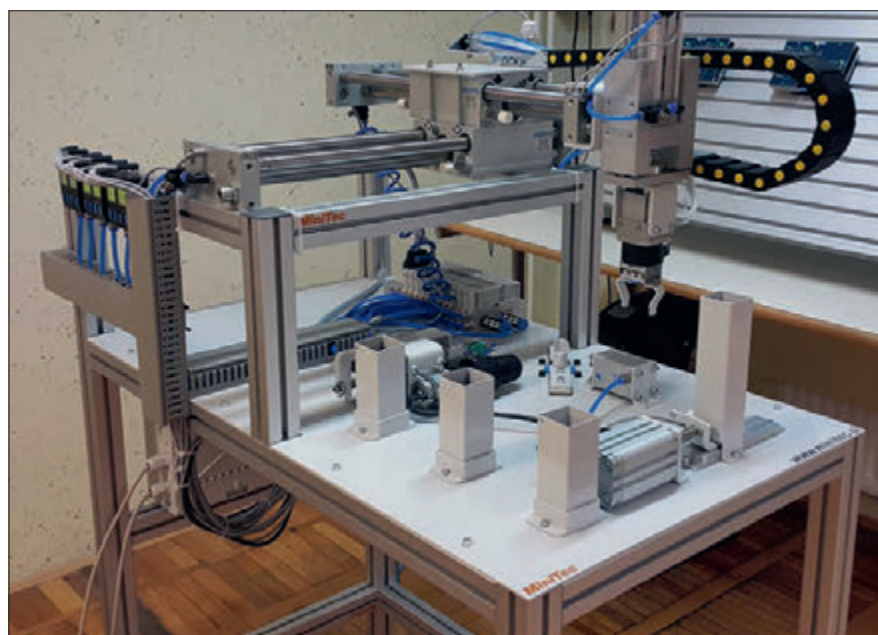
Uporabljen simulacijski program Automation Studio žal ne omogoča neposrednega prenosa krmilnega programa v Siemens TiaPortal, tj. programsko okolje za programiranje krmilnikov Siemens. Zato je bila potrebna ponovna izdelava krmilnega programa v TiaPortal-u, kjer je bilo treba definirati tudi vso uporabljeno strojno opremo, od samega krmilnika, do dodanih vhodno/izhodnih enot ter HMI zaslona. Tudi ta segment naprave služi didaktičnim namenom, saj se uporabniki srečajo z osnovnimi nastavitvami in povezavami med strojno in programsko opremo, kot so npr. vnos ustreznega IP naslova posamezne komponente, vzpostavitev ProfiNet komunikacije z ventilskim otokom, dodajanje in uporaba HMI zaslona, itd.



Slika 4. Programiranje delovne postaje v TIA Portal (lestvični diagram)

Krmilni program je bil izdelan v lestvičnem diagramu in nudi uporabniku enostaven pregled nad krmiljenjem naprave, še posebej ob uporabi funkcij »online« in »watch«, kjer lahko uporabnik opazuje izvajanje programa v realnem času. Skladno z zasnovano koračno verigo lah-

ko uporabnik na ta način enostavno odkriva in diagnosticira morebitne napake v krmilnem programu ali na električnem oz. pnevmatičnem delu naprave, kjer so mu v pomoč predhodno predstavljene pregledne sheme. V sklopu didaktičnega dela lahko tako izvedemo različne nalo-



Slika 5. Izdelana delovna postaja za didaktične namene

ge, kot so npr. iskanje okvarjenega, poškodovanega električnega vodnika, napačna nastavitve preklonnih točk tlačnih stikal, itd.

Uporabnik izvajanje krmilnega programa oz. samo delovno postajo upravlja s pomočjo barvnega zaslona na dotik. Ta nam omogoča enostavno prikazovanje podatkov, krmiljenje ter nastavljanje raznih parametrov obdelovalnega cikla. Zasnovan vmesnik temelji na večih menijih, v katerih lahko nastavimo željeno obdelavo posameznega obdelovanca (vrtanje ter žigosanje na eni in drugi strani) in njegovo izmetno mesto. Izbiro lahko pred-nastavimo za šest obdelovancev, kolikor jih gre v saržer.

Poleg opisanega krmilja obdelovalnega cikla je bilo potrebno dodati še meni »Varni zagon«, ki nam omogoča zagon naprave iz neznanega položaja. Pri tem se delovna postaja s sekvenco varnih gibov postavi v začetni položaj. Za namene diagnosticiranja in odpravljanja napak pa smo dodali še dva menija, ki nam omogočata neposredno upravljanje krmilnika – prikaz stanja na vhodih ter postavljanje izhodov.

8 Zaključek

Predstavljena delovna postaja bo služila didaktičnim namenom pri učenju načrtovanja, implementiranja ter krmiljenja sodobnih pnevmatskih sistemov, kakor tudi njihovega vzdrževanja in diagnosticiranja napak. Naprava je v celoti izdelana iz industrijskih komponent, s čemer bodo uporabniki dobili boljši stik z realnimi aplikacijami, s kakršnimi se bodo potem tudi srečali v delovnem okolju.

Pri zasnovi delovne postaje smo se osredotočili na čim večjo raznolikost uporabljenih komponent na vseh področjih. Tako smo za zaznavanje opravljenih gibov oz. končnih leg posameznih osi uporabili različne tipe stikal, od mehanskih, induktivnih, magnetnih, pa vse do tlačnih stikal. Prav tako smo uporabili različne vrste linearnih osi, eno- in

dvo-smerno delujoče valje, 3/2, 5/2 ter tudi 5/3 potne ventile z mono- in bi-stabilnim delovanjem. Sodobno delovno postajo zaključuje naj-sodobnejši krmilni sistem Siemens, ki ga lahko z ventilskim otokom Festo povežemo direktno preko digitalnih izhodov, ali pa preko ProfiNET povezave, ter seveda uporaba HMI zaslona na dotik.

Primernost naprave za didaktično delo predstavlja tudi nadgradljiv delovni cikel postaje, ki ga je mogoče prilagoditi stopnji razumevanja uporabnika. Glede na zastavljeno nalogo, lahko uporabnik upravlja samo posamične osi oz. manjše število sklopov osi (npr. obdelovalni cikel brez uporabe manipulatorja), ter nato postopoma nadgrajuje kompleksnost sistema in krmiljenja. Delovna postaja nam prav tako omogoča izvedbo didaktičnih vsebin vzdrževanja mehatronskih sistemov na osnovi izdelanih shem in krmilnega programa, ki zajema vse funkcije sistema v enem delovnem procesu. Možno je izvajanje diagnostike delovanja ter iskanje raznih okvar na sistemu, kot so neustrezne nastavitve ter poškodbe vodnikov ali stikal – elementov, ki so v industrijskem okolju največkrat

podvrženi okvaram. Uporabniku lahko predstavimo nevarnosti, ki jih takšna naprava prinaša v delovno okolje in kako jih odpraviti, kakšni so vzroki in kako izboljšati samo načrtovanje, vzdrževanje in uporabo, da naprava obratuje skozi celotno življenjsko dobo zanesljivo, natančno, predvsem pa varno.

Čeprav delovna postaja predstavlja zaključeno celoto, namenjeno predvsem didaktičnemu delu, pa ne izključuje možnosti nadgradenj. Tako bi bilo smiselno vsaj eno izmed osi manipulatorja nadgraditi z zveznim (proporcionalnim) potnim ventilom, s katerim bi lahko dosegli različne hitrosti pomika osi. Z nadaljnjo dograditvijo zveznega merjenja položaja te osi, pa bi lahko izvedli še zaprto-zančno regulacijo. Prav tako pa razmišljamo o vgradnji varnostne tehnike, kjer načrtujemo nadgradnjo delovne postaje z zaprtim delovnim prostorom, vrati z varnostnimi stikali ter varnostno zaveso.

Viri

- [1] Krošel A.: *Načrtovanje, izdelava in krmiljenje namenskega pnevmatičnega manipulatorja. Diplomsko delo, Maribor 2016*

Development of a workstation for didactic purposes of designing, implementing and controlling pneumatic systems

Abstract: Modern automation systems in manufacturing are still largely based on pneumatics. Due to its main advantages, such as low installation cost, ease of use, safe and reliable operation in wide temperature range, minimal maintenance, and cleanliness of air and components, it practically cannot be replaced with another form of automation. On account of frequent use of pneumatic systems in industrial automation, it is crucial to educate and train the technical staff about proper design, implementation and control of pneumatics. Commercially available didactic equipment for teaching pneumatics and automation systems only allows individual fundamental skills to be given, whereas for more demanding didactics, such as real industrial pneumatic systems, we had to develop our own workstation.

Keywords: pneumatics, didactics, workstation, open-loop control



Hitrejša menjava orodja za povečanje produktivnosti!

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

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

www.quick-mould-change.com

FAST MOVING TECHNOLOGY

STÄUBLI

Optimizacija robotske manipulacije in programske opreme na liniji za sestavo elektromotorjev

Darko KORITNIK

Povzetek: Prispevek opisuje zamenjavo robota in programske opreme na 10 let stari avtomatski liniji za sestavo in meritve DC elektromotorjev. Zaradi zahtev po zmanjšanju taktnega časa in sprememb v manipulaciji je bil stari robot močno obremenjen in sčasoma se je pokazala potreba po nadgradnji. Zahteve po večji fleksibilnosti proizvodnje so narekovala tudi zamenjavo programske opreme in uporabniškega vmesnika na liniji. Opisan je tudi princip optimiranja gibanja robota z zveznim prehodom med gibi v notranjih in zunanjih koordinatah za zmanjšanje taktnih časov.

Ključne besede: zamenjava robota, nadgradnja krmilne programske opreme, nadgradnja uporabniškega vmesnika, gibanje v notranjih koordinatah, gibanje v zunanjih koordinatah



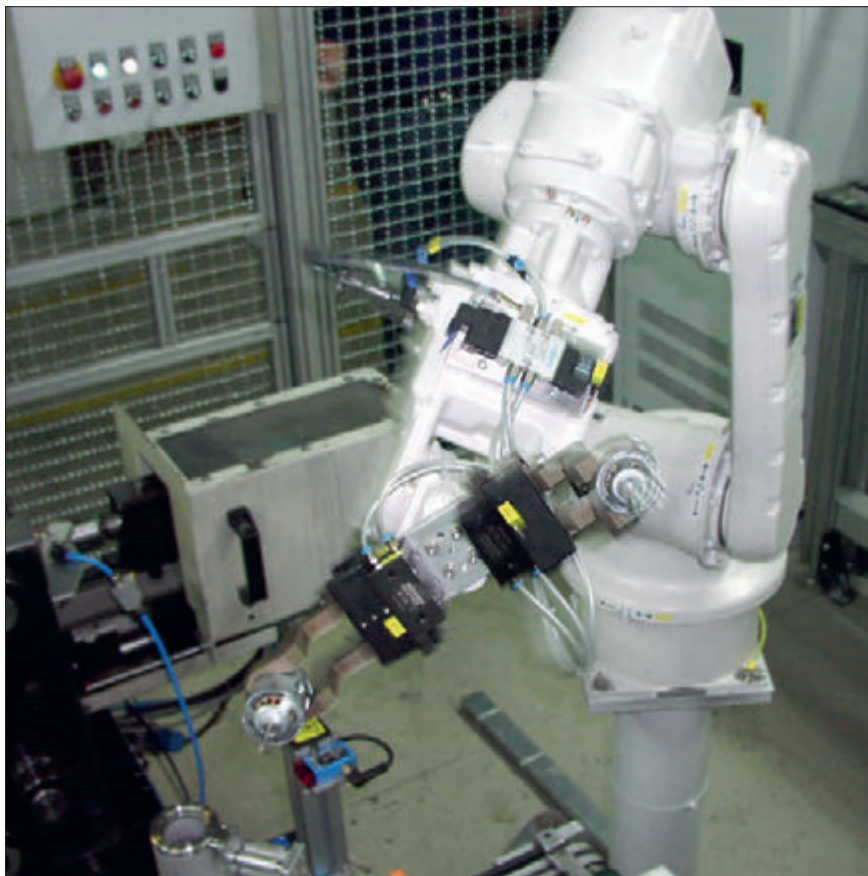
Slika 1. Ena od linij za sestavo in meritve DC motorjev pred nadgradnjo

Darko Koritnik, univ. dipl. inž.,
DAX, d. o. o., Trbovlje

■ 1 Uvod

Leta 2006 sta bili večjemu proizvajalcu elektromotorjev po naročilu dobavljeni dve avtomatski liniji za

sestavo in meritve DC motorjev (slika 1). V letih, ki so sledila, se je zaradi čedalje težjega dohajanja naročil okrepila želja po krajših taktnih časih



Slika 2. Stari robot EPSON PS3L z dvojnim prijemalom

in robot, ki je skrbel za posluževanje stroja za obdelavo gredi motorja, je deloval čedalje bolj na meji zmogljivosti. Prišlo je tudi do precejšnje diverzifikacije števila različnih tipov in različnih obdelav, kar je narekvalo večjo fleksibilnost proizvodnje na liniji. Pri tem je povpraševanje po tovrstnih elektromotorjih konstantno veliko in nič ne kaže na zmanjšanje naročil. Vse to je vodilo v odločitev, da se ena od linij temeljito nadgradi s sodobno programsko opremo in vmesnikom ter novejšim, zmogljivejšim in hitrejšim robotom za manipulacijo. Nadgradnja je bila izvedena v letu 2016.

■ 2 Linija pred nadgradnjo

Za časovno kritično operacijo – posluževanje stroja za obdelavo gredi motorja – je skrbel šest-osni antropomorfní robot EPSON PS3L, ki lahko nosi do 5 kg. Uporabniški vmesnik, ki deluje na sistemu Microsoft Windows 2000, je bil izveden kar v okviru glavnega krmilnega programa na robotskem krmilniku. Zaradi potrebe po krajših taktnih časih je

bilo treba prijemalo robota kmalu nadgraditi v dvojno prijemalo, kar je učinkovalo kot sprotni zalogovnik in je omogočilo manj daljših gibov robotske roke (krajša kumulativ-

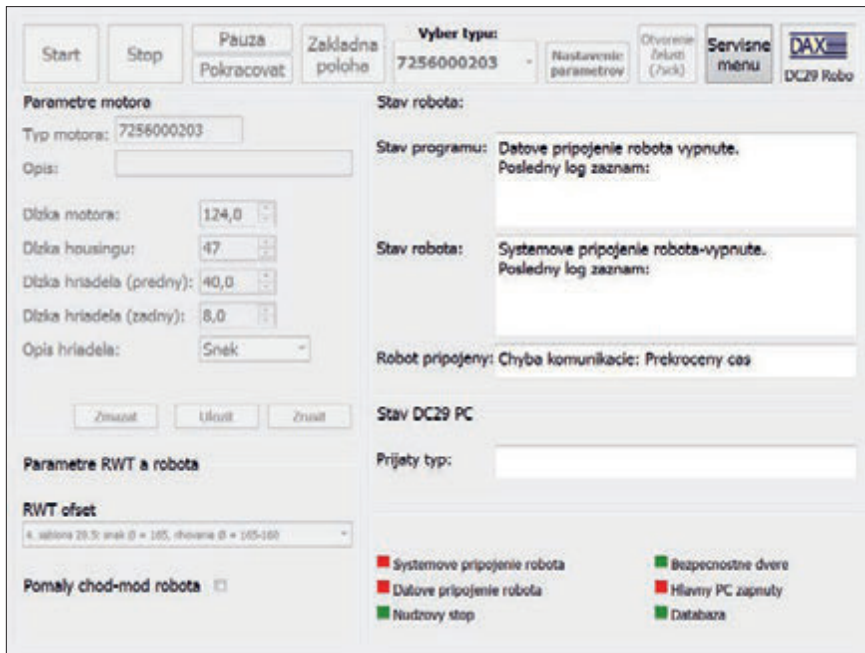
na pot za isto število motorjev) ter krajše mrtve čase (čase neizkoriščenosti) stroja za obdelavo gredi. Nasprotni učinek dvojnega prijemala je bil povečanje mase in rotacijske vztrajnosti. Slednja ima na hitrost gibanja pri spreminjanju orientacije prijemala še posebno negativen učinek, ker vztrajnostni moment narašča s kvadratom razdalje (glej *slika 2*). Praktično non-stop obratovanje robota na skrajnih mejah (veliko prijemalo in (pre)hitri premiki, tresenje) je v 10 letih povzročilo pojavljanje rahle zračnosti v sklepih, posledično puščanje masti in s tem povečanje možnosti odpovedi.

■ 3 Nadgradnja opreme

Robot PS3L smo zamenjali z novim robotom EPSON C8 (*slika 3*), ki lahko nosi do 8 kg in pri gibanju aktivno duši vibracije. Izmed variant s 700, 900 in 1400 mm dosega smo izbrali tisto z 900 mm dosega, kar je le nekoliko večje delovno področje od PS3L. Namesto starega krmilnika z integriranim Windows računalnikom novi robot C8 poganja namenski hitri krmilnik RC700, dodali pa smo industrijski panelni računalnik na dotik, na katerem teče v jeziku Python razviti grafični uporabniški vmesnik (*slika 4*) s podatkovno



Slika 3. Novi robot EPSON C8



Slika 4. Uporabniški vmesnik v slovaškem jeziku (linija obratuje na Slovaškem)

bazo. Robotski krmilni program in uporabniški vmesnik sta povezana preko EPSON-ovega vmesnika API.

■ 4 Optimizacija gibanja

Opisana nadgradnja opreme vsekakor pomeni izboljšanje v smislu surove moči, vendar je tudi vodenje robotov v desetih letih napredovalo in zdaj omogoča optimiranje, ki takrat ni bilo možno, npr. že omenjeno aktivno zmanjševanje vibracij v realnem času pri robotu C8 zaradi piezo tehnologije. Prostor za optimizacijo je tudi v združevanju različnih načinov gibanja, ki jih robot omogoča. V grobem lahko vodenje robota razdelimo na vodenje v zunanjih koordinatah (kartezične koordinate) in vodenje v notranjih koordinatah (koti v sklepih robota). Slednje je enostavnejše od obeh principov in se uporablja, kadar želimo, da se robot kar najhitreje prestavi iz točke A v točko B, pri čemer nas vmesna pot oz. gibanje ne zanima: servosistem za vsak sklep (motor) robota posebej in neodvisno predvidi trapezno krivuljo toka in jo regulira, dokler sklep ni v končni legi. Če so vsi sklepi obremenjeni z maksimalnim dopustnim tokom, je to teoretično najhitrejša pot od A do B. Navadno se sicer obremenitev vseh sklepov prilagodi tistemu, ki bi

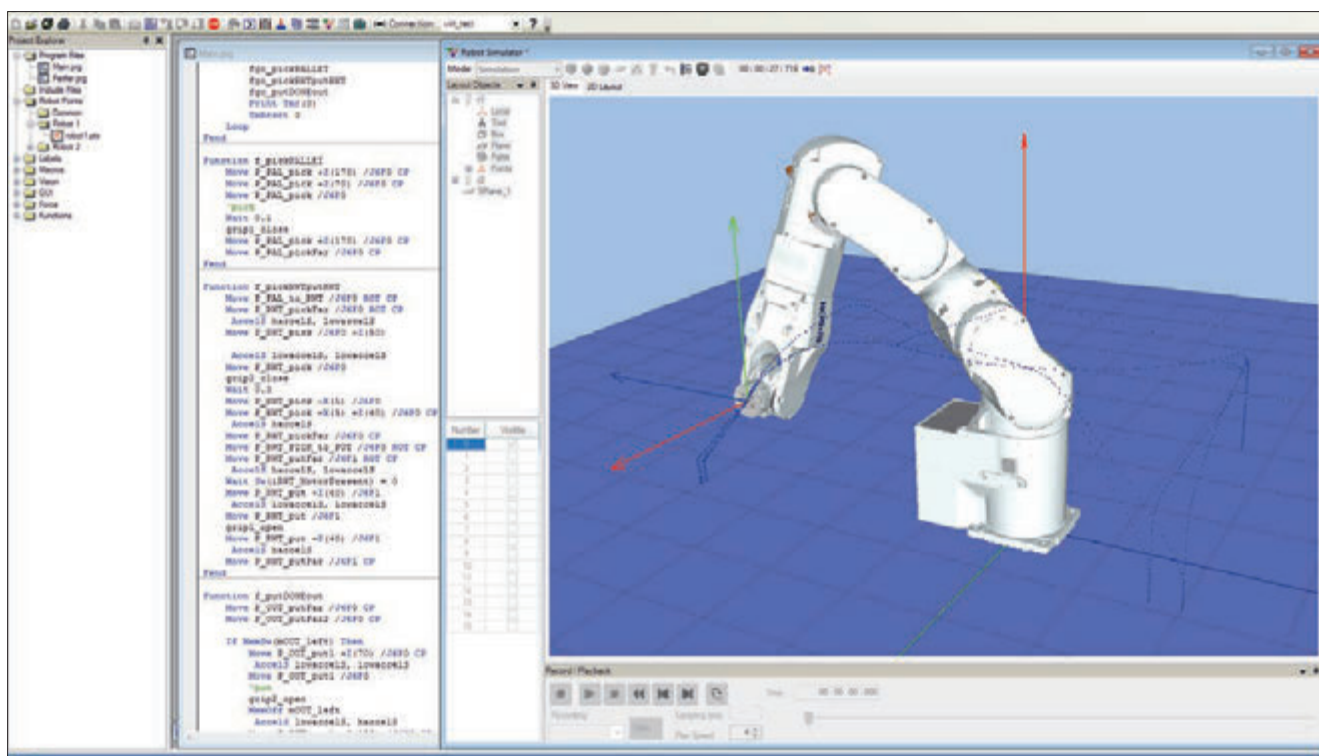
za premik v novo lego potreboval največ časa, zato da je gibanje sinhrono in vsi sklepi hkrati dosežejo končno lego.

Pri vodenju v zunanjih koordinatah nas poleg začetne in končne lege robota zanima tudi, kakšna je vmesna pot, npr. premica, krožnica, hitrostni profil ... Profili tokovne obremenitve za vsak sklep niso več neodvisni, gibanje med njimi mora biti koordinirano, da je rezultat predpisano gibanje prijema robota. Inverzna kinematika se mora izračunavati za vsak kvant vmesne poti.

Večina robotskih aplikacij zahteva oba pristopa vodenja, npr. vstavljanje kosa po določeni krivulji z določeno hitrostjo, nato čim hitrejši premik v drugo območje po poljubni poti in tam spet linearen gib ... Kot problematičen se tu izkaže preklap med obema načinoma gibanja. Če se robot v točki preklopa ustavi, to pomeni izgubo časa za zaviranje in pospeševanje, robot pa ima v tej vmesni, načeloma manj pomembni točki, hitrost nič. Pri časovno kritičnih operacijah je te desetinke, včasih sekunde, izjemno težko izboriti drugje. Cilj je torej doseči zvezen prehod med gibanjem robota v notranjih in zunanjih koordinatah ter

obratno. Enostavna superpozicija prispevkov k tokovnim referencam v motorjih iz enega in drugega regulatorja v okolici točke preklopa ni primerna, ker lahko hitro pride do preobremenitve motorja, ki je praviloma že samo s prispevkom vodenja v notranjih koordinatah polno obremenjen. Poleg tega v okolici preklopa vodenje v zunanjih koordinatah ne bi bilo pozicijsko točno. Prednost je torej treba dati gibom v zunanjih koordinatah. Poskrbeti je treba, da robot v točki preklopa iz vodenja v zunanjih koordinatah ne zmanjša hitrosti, temveč nadaljuje gib. To je najlažje doseči tako, da mu gib enostavno podaljšamo z novo pomožno točko, ki leži na ekstrapolirani obstoječi trajektoriji in je od točke preklopa oddaljena vsaj za robotovo minimalno zavorno razdaljo do hitrosti nič. Ko robot doseže željeno končno točko giba v zunanjih koordinatah, preklopi na vodenje v notranjih koordinatah in zvezno nadaljuje gibanje, razlika je samo v tem, da trapezni profili tokov nimajo izhodišča v nič, temveč v trenutni vrednosti, ki ustreza trenutni hitrosti posameznega sklepa. Pomožne ekstrapolirane točke sicer robot nikoli ne doseže, vendar to ni pomembno. Preklop v obratni smeri poteka v obratnem vrstnem redu, željeno krivuljo v zunanjih koordinatah je treba ekstrapolirati pred gib in ne za gib, preklap med načinoma vodenja pa se mora zgoditi pred ekstrapolirano pomožno točko v trenutku, ko bi pri sicer izoliranem gibu robot začel zavirati.

Na opisani način dosežemo, da se robot med giba ne ustavlja, gladko preklaplja med načini vodenja, hkrati pa zadovoljimo zahteve po pozicijski točnosti v območjih gibanja v zunanjih koordinatah. Vpeljava pomožnih točk za pridobivanje hitrosti je sicer kontraintuitivna, vendar je ključ v zveznosti, tako kot slalomist ni najhitrejši po najkrajši poti po daljicah med klički, temveč po kumulativno daljši zvezni poti. Samo omenimo, da zvezno spajanje odsekov gibanja z medsebojno enakimi načini vodenja ni problematično in se v robotskem krmiljenju že dolgo uporablja.



Slika 5. Simulacija gibanja z robotom EPSON C8

Izvedljivost in pravilnost gibanja robota ter taktne čase smo pred izvebo na liniji preverili s simulacijo v robotskem programskem okolju. Primerjava med gibanjem z nezveznimi in zveznimi preklopi med načini vodenja ter varianto z zveznimi preklopi med gibi izključno v zunanjih koordinatah je pokazala, da je gibanje robota najhitrejše pri opisanem zveznem preklapljanju med načinoma vodenja v zunanjih in notranjih koordinatah.

■ 5 Zaključek

Linija po nadgradnji na zunan obratuje tako kot prej, s tem da robot tudi pri novih zahtevanih taktnih časih ni obremenjen 100-odstotno, po potrebi lahko dela tudi hitreje. Spreminjanje parametrov in vnos novih tipov sta močno olajšana, zagotovljena je polna sledljivost preko podatkovne baze. Novi robot C8 deluje skoraj brez tresljajev in je z bolj varno rezervo dimenzioniran na aplikacijo (predvsem prijema-lo). Doseženi sta visoka zveznost in gladkost gibanja, ki sta, tako kot pri športu, vedno znak visoke hitrosti in učinkovitosti, zahvaljujoč gladkim prehodom med vodenjem v zuna-

njih in notranjih koordinatah. Stari robot in krmilnik nista popolnoma odslužena, rezervni deli ob morebitni okvari na drugi enaki liniji so na voljo takoj, kar je pomembno, če pomislimo na dobavljivost delov po izteku sedemletnega obdobja garantirane dobave delov po prenehanju izdelovanja starega modela robota. Po šestih mesecih obratovanja so izkušnje pozitivne, v investi-

cijskem planu naročnika pa je tudi zamenjava robota na drugi liniji. DC elektromotor z minimalnimi spremembami vztraja že zelo dolgo in videti je, da bo tako ostalo.

Viri

[1] Epson R1102S-Prosix-User-Manual-Rev2, Seiko Epson Corporation 2015

Optimisation of robotic manipulation and software upgrades on a production line for DC electric motor assembly and measurements

Abstract: The article describes the replacement of robot arm and software on a 10-years old production line for DC electric motor assembly and measurements. The robot had reached performance limits due to manipulation modifications and persistent demands to shorten the cycle times. Under heavy load the robot had worn out considerably and needed to be upgraded. At the same time the main control and user interface software were upgraded to enable greater production flexibility and traceability. Additionally we present in principle the optimisation of robot motion for speed by a continuous transition between joint motion and cartesian motion control.

Key words: robot arm replacement, control software upgrade, user interface upgrade, joint motion, cartesian motion

Inteligentni stroji in naprave v povezani proizvodnji

Andrej KOLMANIČ

Povzetek: V prispevku so predstavljene bistvene tehnične in tehnološke značilnosti in priporočila, ki jih bodo morali proizvajalci strojev in naprav upoštevati pri načrtovanju in razvoju inteligentnih strojev in naprav. Predstavljen je koncept pametnega stroja oziroma naprave, ki temelji na uporabi in izrabi podatkov v realnem času ter izjemno visoki stopnji avtonomije v celotnem življenjskem ciklu strojev. Ta poteka v korakih: podatkovna izmenjava v realnem času, obdelava podatkov v celovitem proizvodnem postopku, opisna in napovedna analitika, optimizacija. V prispevku je koncept povezljivosti utemeljen na podlagi standardnega industrijskega protokola Ethernet, predstavljene so prednosti in slabosti ter dobre prakse pri uvajanju.

Ključne besede: Inteligentni stroji in naprave, povezana proizvodnja, diagnostika v realnem času, povezljivost, analitika, integrirana funkcionalna varnost, operatorska učinkovitost, poenostavljena integracija, vgrajena informatizacija, informacijska varnost



Slika 1. Pametne naprave

1 Uvod

Proizvajalci strojev in naprav (v nadaljevanju: OEM) se soočajo s številnimi in velikimi izzivi, saj prič-

Mag. Andrej Kolmanič, univ. dipl. inž., Tehna, d. o. o., Ljubljana

kovanja naročnikov nikoli niso bila tako velika. Med značilne vplivne parametre je mogoče uvrstiti:

- globalna konkurenčnost – spreminjanje poslovnega modela, ki se premika od masovne proizvodnje k masovni prilagodljivosti,
- potrebe po delovni sili – pomanjkanje talentiranih in usposobljenih ljudi, ki bodo v podjetjih

upravljali s sodobnimi tehnologijami,

- spreminjajoči riziki – upravljanje varnostnih groženj za doseganje skladnosti z vedno bolj zahtevno regulativo,
- nove tehnologije – združevanje strojnega in digitalnega sveta s pojavom Interneta stvari (ang. Internet of Things).

Novi stroji morajo ponujati tudi veliko dodano vrednost, da se lažje uveljavijo na trgu. Rezultat različnih zahtev in razvoja so pametni stroji in naprave (slika 1). Tovrstni sistemi zagotavljajo optimizacijo opreme ter maksimalno kakovost ter funkcionalno varnost.

Druga zelo pomembna stvar, ki jo prinašajo pametni stroji, je združevanje poslovnega in proizvodno-operativnega sveta v podjetju. To sta bila v podjetju tipično dva različna svetova, ki pa se sedaj zaradi potreb po informacijah na vseh ravneh nezadržno združujeta na podlagi enotne informacijske arhitekture.

■ 2 Ugotavljanje potreb naročnika

Vsak takšen prehod na povezano arhitekturo, ki vključuje pametne stroje, je unikaten in vključuje naslednje naloge:

- ugotovitev, kako učinkovito povezati naprave, ljudi, opremo in nabavno verigo,
- zbiranje, organiziranje, obdelava in vrednotenje podatkov v celovitem proizvodnem procesu.
- analiza informacij za maksimiranje učinkovitosti delovnih procesov in njihovo povezovanje v poslovni sistem podjetja.

Komunikacija je ključ do razumevanja kupca – kje se razvojno nahaja. Pomaga lahko identificirati priložnost za razvoj novih rešitev, ki bodo pomenile ustvarjanje novih tržnih modelov.

■ 3. Pametna tehnologija

Da bi dosegli raven pametne proizvodnje, je treba razmišljati drugače že pri načrtovanju, gradnji opreme in strojev. Pri tem pa je treba zasledovati glavne smernice:

- izboljšanje funkcionalne varnosti in zmanjševanje varnostnih tveganj,
- načrtovanje za informacijsko dostopnost,
- podprtost za enostavno integracijo,
- dostopnost analitike in diagnostike v realnem času,
- optimizacija delovne učinkovitosti.

■ 3.1. Izboljšanje funkcionalne varnosti in zmanjševanje varnostnih rizikov

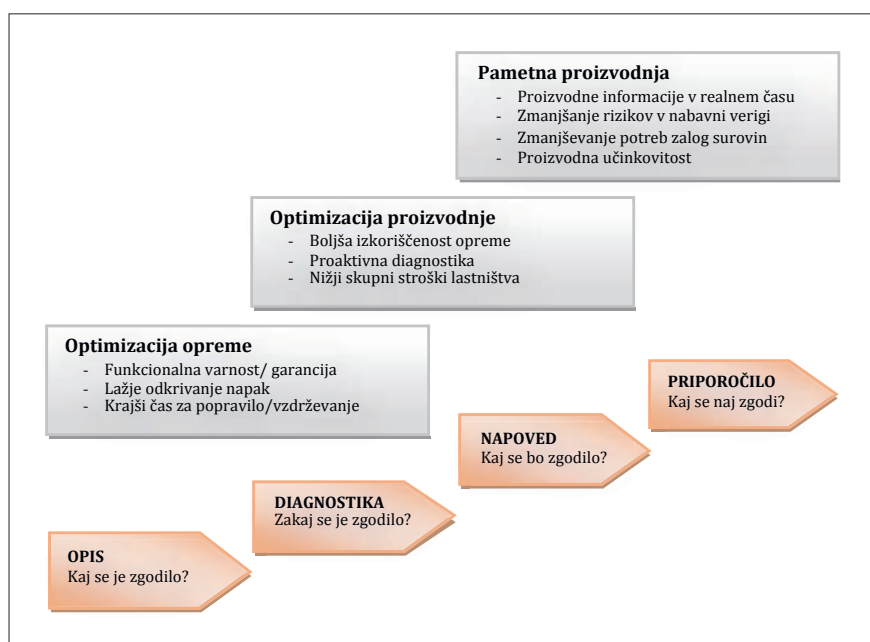
Pametni stroji lažje izpolnjujejo varnostne kriterije kot kadar koli doslej, navkljub dejstvu, da je optimizacija proizvodnje eno glavnih vodil podjetij. Sistemska varnostna diagnoza

stika omogoča hitro obveščanje operaterjev o varnostnih težavah in s tem omogoča zelo kratke čase odpravljanja težav. Prav tako pa se vsi varnostni podatki zapisujejo in omogočajo preglede daljših časovnih obdobj, iz katerih dobimo trend odpovedi ter primerjavo med enakimi linijami ali celo tovarnami. Tako z integrirano funkcionalno varnostjo izločimo, omejimo ali dopolnimo in uvedemo rutine v ponavljajoče se procese in s tem povečujemo produktivnost. Funkcionalnost »Safe-speed« in »Zone control« npr. omogočata, da lahko kljub napaki in posredovanju operaterja pametni stroj še vedno obratuje z neko varno hitrostjo, seveda ob pogoju, da je operater v varni coni. Funkcionalna varnost mora biti kontinuirana in razvijajoča se komponenta v splošni varnostni politiki podjetja. Kar seveda pomeni visoko stopnjo proaktivne podpore vodstva z vidika varnosti za delavce in seveda njihove stranke, ki bodo pametne stroje kupile.

Pametne naprave ob vse večji informatizaciji ponujajo vse več načinov (točk) povezovanja. To pa prinaša večjo nevarnost pred vdori v sam sistem, tako namernimi kot nenamernimi, na mestu samem ali oddaljeno. Bistven je celovit varnostni pristop, katerega cilj je zagotoviti zaščito, ne samo naprave, ampak tudi zaščito intelektualne lastnine, premoženja in okolja. Vsak proizvajalec opreme ali stroja mora vanj vključiti zelo poglobljen (angl. Defense In Depth) varnostni pristop. Pomeni, da mora vključevati fizično, elektronsko in proceduralno zaščito. Proceduralna pomeni, da je zaščita nivojska; dovoljen dostop omejenemu pooblaščenemu osebju z različnimi pravicami, kjer programska oprema sledi vse dostope osebjem in narejene spremembe. Pomembna je tudi močna fizična zaščita, ki je mogoča ob močnem sodelovanju OEM-a in naročnika v fazi načrtovanja stroja.

■ 3.2. Načrtovanje za informacijsko dostopnost

Kupci želijo dostopati do proizvodnih, poslovnih in finančnih po-



Slika 2. Pametna proizvodnja

datkov in to mora OEM za svojega naročnika omogočiti. Npr. primerno pripraviti podatke o učinkovitosti, kvaliteti produktov, stanju stroja in energetski učinkovitosti in avtomatsko prenašanje v poslovni sistem podjetja. Seveda mora biti poskrbljeno za varnostno kopiranje (angl. backup) podatkov.

■ 3.3. Podprtost za enostavno integracijo

Iščejo se enostavne rešitve, ki omogočajo kontinuirano obratovanje z največjo možno učinkovitostjo. Zato je treba pri načrtovanju upoštevati nekaj glavnih pravil:

- Izbira prave informacijske arhitekture; pomeni izbira odprtega protokola Ethernet, ki proti ostalim nestandardnim vodilom ponuja velik izbor standardne opreme, velike hitrosti prenosa podatkov, veliko pasovno širino, zanesljivost in varnost.
- Uporaba primerne krmilne platforme omogoča načrtovanje v enotnem okolju, ki združuje vse različne oblike (programiranje, vizualizacija, diagnostika ...).
- Uporaba primernih tehnologij, ki omogočajo funkcionalen preizkus stroja še pred pošiljanjem kupcu.
- Rešitve na stroju, ki omogočajo, da je oprema nameščena tako, da je čim bolj enostavna in bližje opremi, s katero se bo povezovala. S tem bo olajšala delo, zmanjšala ožičenje ter s tem same stroške.

■ 3.4. Analitika in diagnostika v realnem času

Analitiko in diagnostiko v realnem času omogoča uporaba:

- Vgrajenih inteligentnih naprav, ki naročniku omogočijo daljšo življenjsko dobo ter manj nadzorovanih in nenadzorovanih izklopov. To so naprave za merjenje vibracij, temperatur, navorov. Te naprave omogočajo identifikacijo problemov, še preden se zgodijo, in same predlagajo rešitev.
- Predpripravljena diagnostična okna za nadzorne sisteme (vizualizacija) dajejo operaterjem

pomembne informacije o stanju same opreme, da se lahko pripravijo in pravočasno ukrepajo.

- Podprtost za mobilne tehnologije omogoča razširitev vizualizacije in sprejemanja odločitev operaterja, vodje od koder koli.
- Oddaljen dostop do naprave omogoča spremljanje kritičnih parametrov in njihovo spreminjanje ter povezavo do stroja za morebiten poseg brez fizične prisotnosti usposobljenega inženirja.

■ 3.5. Optimizacija delovne učinkovitosti

Optimizacija delovne učinkovitosti pomeni uporabo inovativnih tehnologij za načrtovanje nadgradljivih sistemov industrijske avtomatizacije za izgradnjo pametnih strojev in naprav, ki bodo dosegale večjo delovno učinkovitost in s tem:

- zmanjšale čas zagonov,
- zmanjšale čas menjave orodij,
- izpolnjevale električne, strojne in okoljske standarde,
- zmanjšale porabo energije,
- povečale funkcionalno varnost za ljudi in opremo.

■ 4 Zaključek

Pojav pametnih strojev in proizvodnje postavlja proizvajalcem strojev in naprav nove zahteve naročnikov. Če povzamemo, morajo z novimi stroji in napravami zagotoviti:

- enostavno integracijo stroja v proizvodni proces,
- dostop do vseh relevantnih informacij,
- dvig učinkovitosti proizvodnje, produktivnosti in lažjo podporo,
- lažje prilagajanje potrebam trga.

Literatura

- [1] Smart Machines and Equipment, Oem-sp019_en-p-pdf, Rockwell Automation, 2016.
- [2] Vinod Joseph, Srinivas Mulu. Network Convergence. Waltham, USA : Elsevier, 2014.
- [3] Camilo Alandro, Tanvi Desai, Bob Lounbury. EtherNet/IP-Benefits of Industrial Connectivity in industrial applications. www.rockwellautomation.com. [Online] 2008.

Smart machines in connected enterprise

Abstract: Article gives the essential technical and technological highlights and recommendations; which OEM manufacturer should consider when designing and developing intelligent machines and systems. It presents the concept of the smart machine or device which is based on the use and exploitation of data in real time and an extremely high degree of autonomy throughout the lifecycle of the machine, which takes place in following steps: data exchange in real-time, contextualization of data, predictive and prescriptive analytics, optimization. In this paper, the concept of connectivity is based on standard industrial Ethernet protocol, presented the pros and cons and good practice in the implementation.

Key words: Real time diagnostics, Connectivity, Contextualization, Analytics, Integrated Safety, Operational efficiency, Simplified integration, Information enabled, Informational security,



MEDICAL



**2. MEDNARODNI
SEJEM SODOBNE MEDICINE**

6. - 8. 4. 2017
Gornja Radgona

POSKRBIMO ZA ZDRAVJE!

Mednarodnopravni status vodje zrakoplova - 4. 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, mednarodnopravni status, Čikaška konvencija, aneksi, de lege lata, de lege ferenda, Tokijska konvencija, osnutek Konvencije o pravnem statusu vodje zrakoplova, ICAO (februar 1947)

1 Sodobni pogledi na status vodje zrakoplova

Vloga človeškega faktorja je tesno povezana z začetki letalstva. Jefferson M. Koonce pravi (navajam): »Cilja letalstva sta v glavnem pustolovščina in odkritje.«¹ Avtor nadaljuje z mislijo o tem, da je videti letalo v letu nekaj edinstvenega, dejansko leteti z letalom pa smelo junaško dejanje (ang. daring feat). Prvi letalci človeškega faktorja niso jemali preveč resno. In mnogi letalci so ljubimkali s smrtjo v krhkih in nestabilnih letalih. Res pa je tudi, da so bili prvi poleti omejeni na letenje naravnost in vodoravno (ang. straight and level flights) in z majhnimi zavoji. Leteli so v pogojih vizualne vidljivosti, z vzletišč, ki so bila skrbno izbrana za vzlet in pristanek ob rahlem vetru, ki je omogočal dvig in pristanek proti vetru. Že ob samem začetku letenja pa so se piloti srečevali s številnimi dejavniki, ki so »ogrožali« letenje. Piloti so se pred naravnimi elementi zaščitili z opremo, ki je bila značilna za kolesarje. Sedeli so na sedežu, ki ni bil zaščiten

pred vetrom in dežjem. Nosili so posebna očala, kapo in rokavice, večino letalskih parametrov pa so ocenjevali s svojimi čutili (višino, hitrost letala) in vodili letalo tako, da so ga podredili svojim ciljem. Povečanje hitrosti, višine in drugi elementi letenja so povzročili, da pilot ni bil več sposoben dojemati pravih vrednosti. V kabini letala sta se pojavila magnetni kompas in barometrični višinomer, motorji so se izboljšali, izdelali so vse boljše letalske vijake in podobno.² Našo pozornost bomo v nadaljevanju usmerili v človeški faktor.

2 Človeški faktor

Kot pravi John E. Deaton v navedenem delu, je človeški faktor v

letalstvu vedno igral pomembno vlogo.³ V odnosu človek - stroj je človek tisti, ki stori napako. Zato je proučevanje pilotove sposobnosti oz. njegovih meja še kako pomembno. Zanimivo pri tem je, da so bili prav piloti tisti, ki so sprožili izboljšave (npr. Guynemar ali von Richtoffen).⁴ To pa ne velja samo za izbiro posadk, obnašanje pilotov, estetiko kokpita, ne smemo pozabiti na kontrolorje letenja.⁵ Kje so torej meje pilota v sodobnem letalstvu?

3 Mednarodno letalsko pravo

Mednarodno pravo in še posebej mednarodno letalsko pravo se je z vprašanjem pravnega statusa vodje zrakoplova ukvarjalo parcialno, pa

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

¹ Handbook of Aviation Human Factors, edited by John A. Wise, V. David Hopkin, Daniel J. Garland, Second ed., CRC Press, Taylor & Francis Group, 2010, op. cit.: str. 1–1.

² Podrobno glej navedeno delo, str. 1–2. Podrobno je opisan tudi razvoj proučevanja človeškega faktorja na straneh 1–9, navedeni so tudi viri za poglobljeno proučevanje človeškega faktorja. Za kratko zgodovino nastajanja letalstva glej tudi A. Čičerov, Mednarodno letalsko pravo, Uradni list 2009, str. 65–98.

³ Handbook of Aviation Human Factors, edited by John A. Wise, V. David Hopkin, Daniel J. Garland, second Ed. CRC Press, Taylor&Francis Group, 2010, str. 2–1.

⁴ Glej bolj podrobno v navedenem delu, str. 3–1, 3–15.

⁵ Glej podrobno navedeno delo, str. 13-1-22-1 in še posebej 23-1–29-1.

še to je bilo odvisno od pripravljenosti držav članic CITEJE in pozneje ICAO, kako globoko so pripravljene posegati v pravno urejanje njegovega položaja. Tudi danes, v 21. stoletju, ni nič drugače. Še vedno posamezne konvencije mednarodnega letalskega prava delno urejajo pravni status vodje zrakoplova, kot da se od bratov Wright do danes ni nič zgodilo in da je status vodje zrakoplova bolj ali manj jasna zadeva. Tako je tudi z ureditvijo, ki jo prinaša konvencija, ki se ji bomo posvetili v nadaljevanju.

■ 4 Konvencija o preprečevanju nezakonitih dejanj, ki se nanašajo na (mednarodno) civilno letalstvo

Po uveljavitvi Tokijske konvencije (ang. Convention on Offences and Certain Other Acts Committed on Board Aircraft, velja od 1. 1969) so narasli pojavi kot terorizem, neobvladljivi in razdiralni potniki⁶. Po mnenju stroke je bilo potrebno pripraviti novo mednarodno konvencijo o preprečevanju nezakonitih dejanj, ki se nanašajo na mednarodno civilno letalstvo. V sklepnem aktu konference (Peking 30. 8.–10. 9. 2010), ki se je je udeležila tudi delegacija Slovenije, in resoluciji skupščine ICAO A37-23 je skupščina ICAO pozvala vse države (pozor: ne samo članice ICAO) k univerzalnemu sprejemu Pekinške konvencije in Protokola, ki dopolnjujeta Tokijsko konvencijo⁷. Žal so države članice ICAO izbrale pot, ki

ne rešuje vprašanja pravnega statusa vodje zrakoplova v enem besedilu, ampak je potrebno pravice in dolžnosti vodje zrakoplova iskati po številnih mednarodnih dokumentih (beri: konvencijah in protokolih), da ne omenjamo rešitev, ki jih poznajo države članice in jih urejajo z notranjepravnimi pravili. Zanimivo je, da se je vprašanje pravnega statusa vodje zrakoplova neprestano pojavljalo tako v okviru zasedanj Skupščine ICAO in Sveta ICAO kot tudi njenih organov oz. odborov (glej doc. ICAO PE/AIRCO –WD/3 20/2/80). Tako razmišljanje je trajalo vse do 10. septembra 2010, ko sta bila sprejeta Pekinška konvencija in Protokol.⁸

■ 5 Status vodje zrakoplova pred sodiščem

Maimani, avtor magistrske naloge v dodatku navaja tudi številne sodne odločitve, ki so povezane s statusom vodje zrakoplova⁹. Ker nam prostor ne dopušča podrobne analize teh sodb, naj v tej zvezi omenimo le še knjigo Paula Stephena Dempseyja *Air Law* iz leta 2008, ki precej podrobno in analitično obravnava položaj vodje zrakoplova ter pritruje naši tezi, da se vodja zrakoplova pri opravljanju svojih nalog in izvrševanju svojih dolžnosti pojavlja v različnih pravnih okoljih, ki od njega zahtevajo znanje in izkušnje, zapisane v številnih mednarodnih dokumentih.¹⁰ Jiefang Huang zato smelo trdi (navajam): »Če

ima vodja zrakoplova, ki ni pravnik, težave z razumevanjem kazenskega prava svoje države, bo še na večje težave naletel, ko je letalo, ki ga vodi, registrirano v tuji državi.«¹¹

■ 6 Vodja zrakoplova in avtomatizacija

Aprila 2010 je v bližini ruskega mesta Smolensk umrlo 96 ljudi z nekdanjim poljskim predsednikom Lechom Kaczyńskim na krovu. Tako poljska kot ruska stran za nesrečo krivita letalsko posadko, ki v izjemno slabem vremenu ni bila sposobna pilotirati letala Tu-154 (Delo 15. 11. 2016). To ni nič novega, saj je znano, da veliko večino letalskih nesreč zakrivi človek in ne stroj. Ronald Schmid, generalni svetovalec in profesor letalskega prava na darmštatski univerzi za strojništvo, pa v svojem prispevku z naslovom *Poveljujoči pilot ali poveljujoči računalnik* ugotavlja, da je v sodobnih letalih posadka skrčena na minimum.¹² Najprej je kokpit zapustil radiooperater, sledil mu je navigator in še letalski inženir. Resno se sprašuje, kakšen bo bodoči kokpit.¹³ Ob tem navede primer popolnoma novega letala A320, ki je 26. junija 1988 izvajalo ekstremno nizek prelet nad alzacijskim mestom Habsheim blizu Mulhousa. Ker je letalo letelo čez letališče z minimalno hitrostjo, skoraj na meji porušitve vzgona (stalla), je računalnik na krovu letala zavrnil ukaz o dvigu nosu letala, kar bi povzročilo poru-

⁶ Glej DCTC Doc No. 7, 23/1/14 ICAO-International Conference on Air Law, Draft Protocol to Amend the Tokyo Convention of 1963-Authority and Protections for In-Flight Security Officers (presented by the United States) Introduction.

⁷ Final Act of the International Conference on Air Law, Beijing, 30 August to 10 September 2010 (dokument ICAO)

⁸ Convention on the Suppression of Unlawful Acts Relating to International Civil Aviation Done at Beijing on 10 September 2010, Protocol Supplementary to the Convention for the Suppression of Unlawful Seizure of Aircraft. Razvoj tega vprašanja je v magistrski tezi obdelal A. A. Maimani 1981. leta; *The Legal Status of the Aircraft Commander*, <http://digitool.library.mcgill.ca/dtl-publish/z/57419.html>, <6. 1. 2017>.

⁹ Magistrska naloga je dosegljiva na <http://digital.library.mcgill.ca/dtl-publish/z/57419.html>.

¹⁰ Paul Stephen Dempsey, *Air Law*, Institute and Center for Research in Air and Space Law, McGill University, 2008, glej tudi: Jiefang Huang, *Aviation Safety through the Rule of Law*, Kluwer Law International, 2009. ¹¹ Jiefang Huang, nav. delo, op. cit.: str. 117.

¹² Glej Ronald Schmid, *Pilot in Command or Computer in Command*, *Air & Space Law*, Vol. XXV, Number 6, 2000, str. 281 in naprej.

¹³ R. Schmid, nav. delo, op. cit. str. 282.



Vse bolj postajam letalska managerka

števec vzgona in zrušitev A320. Lahko govorimo o borbi med pilotom in letalom. Znano je, da je razmerje med človekom in strojem popolno, ko delujeta usklajeno in harmonično. Kakor koli, to razmerje je in tudi v bodočnosti bo razmerje neenakovrednih partnerjev glede na njuno različno moč in slabosti. Pilot je že in bo vedno bolj degradiran v odnosu do stroja.¹⁴ Seveda pa ima avtomatizacija v letalstvu tudi pravne vidike. Ne gre samo za to, da pilot postaja vedno bolj pilot, ki pritiska na gumb (angl. push-button pilot) in se njegova vloga vztrajno zmanjšuje. Tak razvoj postavlja pod vprašaj tudi Čikaško konvencijo – **mater vse (mednarodne) letalske zakonodaje**, ki določa, da je vodja zrakoplova odgovoren za delovanje in varnost letala in varnost vseh oseb na krovu letala v času poleta! Človek in letalo nista enako sposobna. Stroj (še) ne more misliti. Lahko le procesira tisto, kar mu je bilo naročeno in programirano. Človek pilot še lahko ukrepa oziroma ravna drugače, kot to narekuje računalnik. Vprašanje je, do kdaj še? Schmid zaključuje

svoj prispevek optimistično. Človek mora nadzorovati stroj in ne obratno. Le tako bo vodja letala lahko izvrševal svoje naloge in zato tudi odgovarjal. Ne moremo trditi, da izboljšave v kokpitu ne pomenijo tudi olajšave pilotovemu delu. Na razpolago ima, med drugim, avtomatskega pilota, računalnik, ki nadzoruje sistem za določanje natančnega položaja letala, telekomunikacijski sistem, alarm za ugrabitev letala, avtomatski pristajalni sistem v primeru slabega vremena in še bi lahko naštevali.¹⁵

■ 7 Status vodje zrakoplova *de lege ferenda*

Mednarodno letalsko pravo ni v ničemer pripomoglo k temu, da bi se bremena vodje zrakoplova zmanjšala. Nasprotno, vedno več je nalog, ki jih mora ob pilotiranju izvrševati natančno in pravočasno. Zanimivo pri tem je, da države, katerih državljani so piloti vodje zrakoplovov, pri tem ostajajo na stališču, da je pravno gledano status vodje zrakoplova urejen in ni nobe-

ne potrebe po novi – posebni konvenciji. Ve pa se, da raztresenost nalog, pravic in dolžnosti v različnih mednarodnih aktih prej škodi kot koristi. Od takrat, ko je nastal osnutek konvencije o pravnem statusu vodje zrakoplova (1974), so letala s svojimi vodji zrakoplovov preletela ogromno kilometrov. Države članice ICAO so sprejemale nove mednarodne konvencije, ureditev pravnega statusa vodje zrakoplova pa puščale ob strani. Predlog o novi, če hočete posebni konvenciji, ni naletel na podporo. Vprašanje je postajalo obvezna vsebina dnevnih redov različnih teles ICAO. In kaj nam še ostane? Nekaj predlogov gre v to smer, da bi dopolnili kakšnega od aneksov k Čikaški konvenciji, kajti tudi tam imamo posamezne določbe, ki urejajo status vodje zrakoplova. Najbolj pa je smel predlog o sprejemu novega aneksa, ki bi obravnaval to materijo in postavil pravila, raztresena po številnih besedilih, v enem besedilu.

■ 8 Osnutek konvencije o pravnem statusu vodje zrakoplova

Profesor Matte je zelo skrbno pripravil osnutek konvencije o pravnem statusu vodje zrakoplova. Škoda je, da napor za sprejem konvencije niso obrodili sadov. Težko si je tudi predstavljati, da bo poklic pilota kljub številnim tehničnim izboljšavam izginil v bližnji prihodnosti. Težko si je tudi predstavljati, da bodo grožnje zračnega terorizma prenehale same po sebi. To pa pomeni, da se naloge vodje zrakoplova ne bodo še tako kmalu zmanjšale na normalen obseg. Zato se nam zdi primerno besedilo osnutka konvencije objaviti, pri čemer skromno upamo, da bo morda slovenska delegacija na zasedanjih pristojnih teles ICAO povprašala, zakaj se na tem področju nič ne premakne.

¹⁴ R. Schmid, nav. delo, str. 284, 285.

¹⁵ I. H. Ph. Diedreks-Verschoor, revised by Pablo Mendes de Leon; An Introduction to Air Law, 9th Revised Ed. Wolter Kluwer, 2012, str. 260–261. Glej tudi: Jiefang Huang, Aviation safety through the Rule of Law, Wolters Kluwer, 2009.

International Legal Status of the Aircraft Commander – Part 4

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 still indispensable for a safe, timely and effective managing of the airplane?

Keywords: aircraft commander, international legal status, The Chicago Convention, Annex 1, de lege lata, de lege ferenda, The Tokyo Convention, ICAO's Draft Convention on the Legal Status of the Aircraft Commander.

Znanstvene in strokovne prireditve

10th JFPS International Symposium on Fluidpower

– 10. Mednarodni simpozij o fluidni tehniki JFPS (japonskega združenja za fluidno tehniko)

24. – 27. 10. 2017

Fukuoka, Japonska

Organizator:

– Fukuoka Institute of Technology

Tematika:

– smeri razvoja hidravlike in pnevmatike, vodne hidravlike in delovnih fluidov

Informacije:

– www.jfps.jp/net/10th.jfps/



Upoštevanje človeka
je prvo pravilo robotike.



Man and Machine

www.staubli.si

Kaj če robot in človek (resnično) delata skupaj?

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

DOMEL
Ustvarjamo gibanje

STÄUBLI

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

 Družite se z nami na družabnih omrežjih!

 **pasadena.si**

Študentska tehniška konferenca

Na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani bo dne 14. 09. 2017 ob 9. uri organizirana Študentska tehniška konferenca »ŠTeKam«, na kateri bodo študentje prve in druge stopnje ter mladi raziskovalci tehnike in drugih študijskih smeri predstavili rezultate svojega raziskovalnega dela. podlaga



Lansko leto je bilo predstavljenih in izdanih v zborniku 31 prispevkov, ki so pokrivali od tehniških do netehniških področij. Tematike prispevkov so bile zelo raznolike, kar je dalo konferenci poseben pridih, saj so študentje in raziskovalci videli možnosti interdisciplinarnega povezovanja različnih tem in področij med seboj.

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

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

Organizacijski odbor: doc. dr. Tomaž Berlec, univ. dipl. inž., doc. dr. Miha Brojan, univ. dipl. inž., asist. dr. Boštjan Drobnič, univ. dipl. inž. str., vsi Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Več informacij najdete na spletni strani: https://www.fs.uni-lj.si/raziskovalna_dejavnost/raziskovalna_dejavnost/raziskovalna_dejavnost_studentov/studentstva_tehniska_konferenca_stekam/

Organizacijski odbor ŠTeKam

Vaša sigurna pot do tržišča v Srbiji



Promovišite svoj posao i predstavite Vašu kompaniju.

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

www.industrija.rs

www.facebook.com/casopis.industrija

Pokličite nas:

ČASOPIS INDUSTRIJA
Lazara Kujundžića 88,
11030 Beograd, Srbija

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

Milivoje Milovanović – intervju s pilotom, ki je prebil zvočni zid

Aleksander ČIČEROV

Kratek članek v Slovenskih novicah 17. novembra 2016 mi je zbudil radovednost, da sem ga natančno prebral. Pritegnilo me je dejstvo, da je bil Milivoje Milovanović pilot vojnega letalstva bivše skupne države. Brez oklevanja sem ga poklical v Brežice in ljubeznivo se je odzval in pristal na intervju. Pričakoval sem, da se bova pogovarjala o letalstvu – njegovi strasti, ki ga ni zapustila niti danes, ko ima že 8 križev. Vstopil sem v njegovo življenje in podoživel stvari, ki se jih rad ali pa z žalostjo spominja. Z njim sem delil občutke, ko je, predrzno, kar tudi prizna, z letalom Sabre prebil zvočni zid in srečno pristal. Upam, da se bom z njim lahko veselil, ko bo svojega Sabra iz Letalskega muzeja v Beogradu pripeljal v Slovenijo.



Tako smo bili oblečeni. (Arhiv M. M.)

Ventil: Kdaj ste se prvič srečali z letalstvom? Omenili ste tudi »polet skozi okno«.

M. Milovanović: Čisto po naključju sem izvedel, da me je oče prvi dan po rojstvu z vozičkom vrgel skozi okno. Odraščal sem v družini brez matere, oče je imel do mene zelo grob odnos. Začel sem skakati s strmih obal, mostov, visokih skal in

tako preganjal strah. Moje življenje je bilo surovo, na vsak način sem hotel zbežati od očeta, še prej pa sem se želel fizično okrepiti in se mu postaviti po robu. Postal sem tudi član TVD Partizan in tekmoval ter zmagoval na republiških prvenstvih. Žal sem prepozno opazil plakat, ki je vabil v letalsko podoficirsko šolo.¹ Šola se je že začela pred štiridesetimi dnevi. Na vojaškem odseku so mi povedali, »da mi tudi Tito ne more pomagati«. Kljub temu sem napisal prošnjo Titu in mu razložil, kaj se dogaja v moji družini. Napisal sem, da se bojim lastnega očeta, ki se je zdravil na nevropsihiatriji. Povedal sem, da sem zdrav, zaljubljen v letenje. Vabilo maršalata je prišlo v štirih dneh. Naslovljeno je bilo na mojega očeta. V njem je bilo zapisano, da se takoj oglašim v poveljstvu letalstva v Zemunu. Sprejeli so me kot »boga«. Bil sem zdrav kot

dren, skozi pregled pred zdravstveno komisijo sem šel kot skozi sir! Kar je bilo razumljivo, saj so vedeli, da za menoj stoji Tito! Star sem bil 17 let. Namesto v podoficirsko šolo so me »vabili« na akademijo in me, kar sem izvedel pozneje, na seznamu uvrstili v napredovanje vse do čina generala. To sem odklonil, s čimer niso bili zadovoljni in so me kregali, pa je le ostalo po moje. S sedemnajstimi leti sem bil sprejet v podoficirsko nižjo šolo.

Ventil: Kako je potekalo vaše šolanje in kje?

M. Milovanović: Moje šolanje se je začelo v PPŠ III KL leta 1954 v Mostarju (podoficirska šola). Šola je trajala tri leta. Pilot sem postal 1957. leta. Star sem bil 20 let in dobil čin pilot vodnik. V treh letih šolanja na PPŠ sem letel na štirih vrstah letal;

¹ Nekaj podobnega se je zgodilo tudi avtorju prispevka. Javil sem se na oglas, ki je vabil mlade fante v vojaško letalsko akademijo. V Logatcu so mi na vojaškem odseku dejali, naj najprej naredim gimnazijo, pri čemer naj pazim, da bom imel zelo dobre ocene iz matematike, fizike, angleščine in telesne vzgoje, nato pa naj pridem spet nazaj. Vpisal sem se na Gimnazijo Poljane, dobil celo štipendijo takratnega »ministrstva za obrambo«, maturiral in se javil na vojaškem odseku. Tam pa se mi je svet podrl. Rekli so mi, da bi moral opraviti Gimnazijo v Mostarju, kjer so »pitomci« poleg gimnazijskih predmetov tudi že leteli. Pot med letalce mi je bila zaprta in odločil sem se za pravo – mednarodno letalsko pravo. podlaga

šolskem AERO-2, na letalu 213, na ruskem letalu dvosedežniku Ujak in na JAK-9, in to zelo uspešno, saj nisem hotel osramotiti tovariša Tita. Šolali smo se v Mostarju, Titogradu (sedaj Podgorici) in Pulju. Po treh letih šolanja in letenja na batnih lovskih letalih LU S-49C so nas seznanili, da pilot podoficir, po mednarodnih predpisih (OZN) ne sme v vojni odmetavati jedrskih bomb. Ponudili so nam dve možnosti:

1. šolanje v vojaški akademiji,
2. šolanje v civilnem transportnem letalstvu.

Ta druga možnost meni ni bila dovoljena, ker so me z vseh strani nagovarjali, da grem na vojaško akademijo. Vse je kazalo, da je o tem odločal nekdo drug. Ugovora ni bilo, nisem pa se strinjal s tem, da dobim višji čin. Toda izbire ni bilo in spet sem pristal v Mostarju. Sledila sta Titograd in Pulj, kjer sem letel na letalih 522 in T-33, TV-2 in F-86E Sabre. To so bila ameriška letala zveze NATO, ki so bila podarjena Titu v času slabših odnosov s Sovjetsko zvezo. Letala so uporabljali, preden so prišla v Jugoslavijo, v vojnah v Afriki in Aziji. Moje »najbolj priljubljeno« letalo Sabre² se je bojevalo v Koreji z ruskimi MIGI. Za vsako letalo so takrat plačali po 1500 ameriških dolarjev (rezervni deli za ta letala pa so bili desetkrat dražji od samih letal).

Čas je hitro tekkel. V armadi so pozabili name, soproga je zbolela prav takrat, ko so me izbrali za šolanje na nadzvočnih letalih (MIG). Sedem nas je bilo izbranih in pred menoj je bila težka izbira (leteti ali ostati

ob bolni ženi). Iskal sem izhod, žal pa nadrejeni niso imeli posluha za moje težave. Poslali so me celo na VMA k nevropsihiatru z namenom, da mi vzamejo pravico do letenja. To je bil zelo grd postopek, rekel bi celo nepravilčen do najboljšega letalca in družine. Čeprav se je Tito pogosto zanimal za mojo družino in mene, mu tega postopka nikoli nisem omenil. S tem pa je bil seznanjen general Viktor Bubanj, ki je ukazal, da mi naziva letalca ne smejo vzeti. Končno so me predstavili v Slovenijo, na letališče Cerklje – rojstno mesto moje soproge in kraj, blizu katerega še danes živimo. Kmalu so spoznali napako in me poslali v Komandno-štabno akademijo, ne da bi se o tem lahko kakor koli izjasnil. Upokojil sem se brez povišanja v čin podpolkovnika, odklonil sem vse predloge v zvezi s prevzemom položaja komandanta letališč, saj nisem hotel biti komandant, ampak sem hotel leteti. Najprej me je zlomil oče, nato pa še JLA. Toda letenje me je navduševalo in še danes čutim, da bi z veseljem poletel s svojim letalom.

Ventil: Kakšne pogoje ste morali izpolnjevati za bodočega pilota: zdravniški pregledi, psihotest in podobno?

M. Milovanović: Odlično zdravje je pogoj za letalski poklic. Zdravstveni pregledi se opravijo pred posebno komisijo, kar pomeni pregled vseh organov: srce, pljuča, vid, sluh, refleksi, psihofizično stanje. Za pilote nadzvočnih letal se posebej ocenjuje še družbena komunikacija, odločanje v skupini. Alkohol, droge, kajenje so popolnoma izključene.

ni. V letalo nisi smel, če nisi opravil zdravniškega pregleda, priprav za letenje, biti si moral naspan, brez prehlada, poznati si moral meteorološke razmere na relaciji. Vse to je bilo potrebno zaradi pilotove varnosti in varnosti vseh drugih.

Ventil: Ste že od začetka šolanja želeli postati lovski pilot? Kako je prišlo do tega?

M. Milovanović: To ni odvisno od želje pilota, temveč od njegove kvalitete letenja, strokovnih ocen inšpektorjev, učiteljev glede obnašanja v zraku, hitrega reagiranja, lahkotnega prenašanja obremenitev (znameniti G) teže, metabolizma, znanja, športnega duha, samozavesti, hrabrosti pod pogojem, da si znanje pridobljeno na zemlji, sposoben prenesti na letalo v zraku. To se potem vidi tudi na posnetkih: zadetki z raketami, naboji in v letečo tarčo, pomembni so posnetki zračnih bojev s svojimi kolegi.

Ventil: Na kakšnih tipih letal ste leteli?

M. Milovanović: Omenil sem že, da sem na začetku letel s šolskimi letali. To so letala, na katerih se uči vzleta, pristanka, vodoravnega leta,



Pred poletom je bilo potrebno letalo skrbno pregledati in pripraviti za nalogo. (Arhiv M. M.)

² Letalo Sabre se je v Jugoslaviji uporabljalo od leta 1956 do 1971. To je lovec prestreznik. Enosedežno letalo F-86E (Sabre) je bilo nizkokrilec s kovinsko konstrukcijo, triciklom, ki ga je bilo mogoče potegniti v letalo. Imel je motor J-47-GE-13 z maksimalnim potiskom 2360 kg. Oborožen je bil s šestimi mitraljezi M-3 kalibra 12,7 mm. Imel je radijsko postajo AN/ARC-3, radiokompas AN/ARC-6 in radarski merilnik A-4. Kabina je bila pod pritiskom nad 3000 m. Razdalja med krili je znašala 11,3 m, dolžina 11,43 m, višina 4,48 m. Letalo je bilo težko 7 550 kg. Njegova največja hitrost je bila 1 150 km/h, doseg pa 1 150 km, potrebovalo je 1250 m dolgo stezo za vzlet. Glej podrobno v Čuvari našeg neba, Vojni izdavački zavod, Beograd 1977, str. 422.

obratov (AERO-2). Letalo 213 je bilo šolsko bojno letalo, s katerim sem se učil streljati na tarčo na zemlji in metati bombe na šolskem poligonu. Letalo UTVA je bilo lahko potniško letalo, 522 pa šolsko bojno letalo, s katerim smo leteli tudi ponoči, šlo je seveda za instrumentalno letenje brez zunanje vidljivosti. Pilotiral sem tudi rusko dvosedežno bojno letalo UJAK-9 in rusko lovsko bojno letalo iz II. svetovne vojne JAK-9. Poleg tega pa še T-33 in TV-2, ki sta namenjeni za prehod na bojna letala. To so bila lovska bombna letala vrste F-84G Tunderjet. Leteli pa smo tudi na lovskem letalu F-86E, na lovskem letalu domače izdelave S-49C. Skupaj sem letel na desetih vrstah letal in se upokojil v 48. letu svoje starosti – s 43 leti letalskega staža.³

Ventil: *Kako se spominjate vaših inštruktorjev?*

M. Milovanović: Svojih inštruktorjev se spominjam še danes. Eden od njih mi je pri nizkem preletu letališča dejal: »Ali lahko letiš še nižje?« Potisnil sem palico naprej tako, da sem z eliso kosil travo. Toda oglasil se je komandant polka 91 in ukazal: »Potegni palico k sebi in takoj na pristanek!« Inštruktor je bil kaznovan s prepovedjo letenja za šest mesecev, dobil pa je tudi denarno kazen. Komandir eskadrilje me je kaznoval z zaporom 4 dni, ko sem ga zaprosil za dopust, da vidim svoje dekle, ki ji je umrla mama. Spet drugič sem pod inštruktorjevim vodstvom vadil letenje brez zunanje vidljivosti. Opravil sem let, dolg 60 minut, in slepo pripeljal letalo na sam začetek pristajalne steze. Inštruktor mi je stisnil roko, prvič v življenju, ker je bil sicer zelo strog, in rekel z nasmehom: »Vse vem o tebi, toda ostal mi boš v spominu kot genialen letalec. Nikdar te ne bom pozabil!« Inštruktor lovskega letenja mi je dal nalogo, ki je »poskrbela« za 12 G. Pri tem sem letel v popolni temi z anti G-obleko.

³ Podrobneje glej navedeno delo Čuvari našeg neba, str. 407 in naprej.



Pilot v anti-G obleki (arhiv M.m.)

Ventil: *Kakšne naloge ste opravljali kot pilot lovec? Opišite nam vaš delovni dan.*

M. Milovanović: Težko je opisati delovni dan pilota lovca. Vsak je drugačen, ker je odvisen od naloge oziroma vrste letenja. Leteli smo s pravim strelivom v skupini treh letal in streljali na vlečno tarčo, ki jo je nad morjem vlekel naš kolega. To je zelo nevarno letenje, ki zahteva veliko kondicije. Na dan smo leteli po štiri lete in kabina je bila polna našega znoja. Letenje mora biti zelo natančno v vseh elementih, vsakemu pilotu pa se štejejo zadetki v tarčo. Včasih smo leteli akrobatsko, v skupini, kar je tudi zelo naporno. Izvajali smo vaje, ki so nas navduševale, saj so pomenile letenje kot v pravih zračnih borbah. Tukaj ni več šale. Na posnetkih smo potem opazovali, kdo je koga zadel. Res, tu je bila potrebna velika natančnost.

⁴ 31. julija 1953 je pilot lovec Nikola Lekić, poveljnik letalske divizije, kot prvi v jugoslovanskem letalstvu prebil zvočni zid z letalom Sabre F-86D. Preboj zvočnega zidu in poleti v stratosferi so postali vsakdanja praksa bojne izobrazbe vseh pilotov nadzvočnih lovcev, prej pa so to počeli samo piloti na letalih Sabre, glej Čuvari našeg neba, str. 216. podlaga

Ventil: *Ste kdaj pomislili na to, da bi postali pilot civilnega letala?*

M. Milovanović: To so sanje vsakega pilota, le malo pa se jih uresniči. Meni to ni bilo dovoljeno, nekateri moji kolegi piloti pa so uspešno prešli med civilne pilote. Danes smo vsi upokojenci, nekaterih ni več med nami (bolezen, starost, letalske nesreče). Od 84 pilotov moje generacije jih živi še kakšnih 15. Nič ni večnega, tudi piloti smo samo ljudje!

Ventil: *Kaj je za vas pomenilo pilotiranje Sabra?*

M. Milovanović: Ameriško lovsko letalo F-86E-SABRE je hitri lovec, ki je letel z 960 km/h in je bil najbolj uspešno podzvočno letalo svojega časa. Spominjam se prvega poleta z njim. Z 92-odstotnim plinom sem se prilepil na sedež, občutek, ki ga nisem doživel še z nobenim letalom prej. Doumel sem, da je to letalo po moji meri. Bil je lahko upravljiv po horizontali in vertikali, pravi akrobat! Vse figure v zraku je izvajal z lahkoto. Komaj sem čakal, da z njim poletim v svobodo, v nove akrobacije, nova doživetja. Bil sem ponosen, samozavesten in dosegel sem to, kar sem hotel.

Ventil: *Je do preboja zvočnega zidu prišlo po naključju ali ste bili za to posebej izbrani?*

M. Milovanović: Izvajal sem višinske lete do roba atmosfere po programu in načrtu. Preverjal sem sposobnosti letala, pomanjkanje kisika v kabini in stabilnost upravljanja z letalom na višini okrog 12 km. Žal mi je bilo, da z letalom nisem mogel leteti še višje.⁴ Na višini 12 km sem potisnil krmilno palico naprej in poizkusil prebiti zvočni zid. Na kaj takega nisem bil posebej pripra-

vljen! Prvič ni šlo. Ponovno sem se dvignil na 12 km, potisnil ročico za plin do konca in se prekucnil v vertikalno proti zemlji – dejansko proti morju. Letalo se je močno streslo, komandna palica pa je postala popolnoma trda in ni hotela iz vertikalnega položaja. Uporabil se vso silo, trimmerje (ang. trimmer – majhna dodatna površina na krmilu, s katero se z odklonom izniči sila na pilotski palici, tudi krmilo za uravnoteženje), zakrilca. Ni šlo. Ko sem se pripravljal, da zapustim letalo s padalom sedežem (katapultni sedež je pilotski sedež, ki ga pilot v nevarnosti izstrelji skupaj s padalom, ki se varno odpre tudi na majhni višini, pilot pa sedež pred pristankom odvrže), se je začelo letalo dvigovati. Horizontalni let je bil dosežen na petih metrih nad morjem. Vedel sem, da z letalom nekaj ni v redu, kar mi je potrdil tudi inženir, upravnik delavnice, kjer so popravljali letala. Letalo je skoraj razpadlo. Krila, trup in repne površine so nihali, manjkali so vijaki in zakovice. Upravnik mi je odpustil »predrzno« dejanje, ker so vsi tehniki prosili, da o tem ne obvesti komande, ki bi mi takoj vzela pilotsko dovoljenje, letalo pa bi moral plačati. To je bila moja zadnja porednost, samovolja in predrznost. Leta 1985 so me, pred strojem, počastili kot heroja. Objemov ni bilo konca. Moje letalo pa je ostalo poleg delavnice in edino, ki ni bilo razstavljeno in stopljeno v Kombinat aluminija v Titogradu. Ponosno čaka name že 50 let v Letalskem muzeju na letališču Surčin, kamor so ga premestili po



Preboj zvočnega zidu

razpadu skupne države. Ohranjam stik z upravnikom muzeja. Letalo je brez motorja, oborožitve, je le še maketa iz kovine, za katero sem pridobil pravico do uvoza in upam, da ga bom pripeljal v Slovenijo.

Ventil: *Kakšne treninge ste opravili pred tem dejanjem?*

M. Milovanović: Bil sem brez posebnega treninga, neodgovoren, nediscipliniran, drzen in nepripravljen. Tega piloti ne delajo. Nisem ponosen na to in živim z mešanimi občutki.

Ventil: *Ste po preboju zvočnega zidu morali opraviti kontrolni zdravstveni pregled?*

M. Milovanović: Ne, zdravstvenih problemov nisem imel. Bil sem tiho, da ne izvedo, kaj sem storil. Tudi inženirji so bili tiho.

Ventil: *Kako je bilo letalo opremljeno za ta podvig?*

M. Milovanović: Letalo je bilo brez oborožitve, polno goriva, kot pilot sem imel anti G-obleko proti obremenitvi, priključek na kisikovo masko za letenje v višini in »noro« glavo!

Ventil: *Še spremljate dogajanja na področju razvoja vojaškega letalstva?*

M. Milovanović: Ne, spremljam pa sredstva javnega obveščanja, žal pa nadaljnji razvoj vojaške in jedrske tehnike, letal, raket pelje naš planet v popolno jedrsko vojno, ki bo pogubna za človeštvo.

Ventil: *Če bi se še enkrat morali odločiti o tem, kaj boste postali v življenju, bi se odločili za poklic vojaškega pilota?*

M. Milovanović: Ne, pač pa za civilnega pilota. Svoje želje po letenju sem izpolnil. Mogoče bi šel v lastno podjetje z majhnimi letali ali helikopterji na sončne celice.

Ventil: *V imenu uredništva revije VENTIL se vam iskreno zahvaljujem za vaše odgovore ter vam želim še veliko zdravja in zanimivih doživetij.*

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

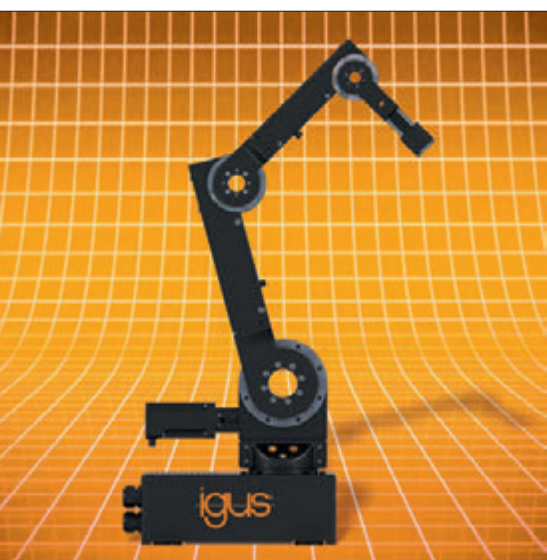


Po službeni dolžnosti sem bil tudi kontrolor v stolpu. (Arhiv M. M.)

Igus je predstavil sestavljeni sistem robolink D v dveh novih različicah

Enostavna konfiguracija, hitra sestava, neposredna povezava – vstop v Igusov svet cenovno ugodne robotike je zelo preprost. Omogoča ga nova 5-osna kinematika iz serije robolink D. Na voljo je kot montažni komplet, sestavljen iz roke, motorja in menjalnika, lahko pa tudi kot predsestavljena, za priklop pripravljena zglobna roka. S to roko so uporabnikom dane možnosti, da sestavijo svoj lastni sistem za avtomatizacijo.

Roboti vse bolj prevzemajo določene zadolžitve v sistemih avtomatizacije. Lani je prodaja industrijskih robotov preseгла 245.000 kosov, kar predstavlja nov rekord. Istočasno se povečuje interes tudi za enostavne in cenovno ugodne rešitve na področju avtomatizacije. Na področju cenovno ugodne avtomatizacije je igus s svojimi rešitvami robolink D (fleksibilni komplet robota) uporabnikom omogočil, da produktivnost povečajo na zelo enostaven način. Predstavljen je nov 5-osni robotski komplet, ki je na voljo z vnaprej sestavljenimi zglobnimi rokami.



Slika 1. Bodisi kot komplet ali predsestavljeno sistem: z novimi 5-osnimi zglobnimi rokami vstopa igus v svet avtomatizacije enostavno in priročno



Slika 2. 5-osna kinematika

Samo konfiguriran ali predsestavljen

Zaradi modularne kombinacije robolink zglobne roke, motorja in menjalnika prejme kupec sistem, ki je lahko sestavljen in se uporablja za različna robotska gibanja. Poleg tega je možno kombinirati motorje in zglebe različnih velikosti s standardnimi kontrolnimi sistemi za celotne robote, izdelane iz plastike in aluminija. Vnaprej določeno 5-osno kinematiko z robolink D zglobi se povezuje skupaj s koračnimi motorji igus in posebnimi kovinskimi deli, kot povezovalni sistem za prenos energije in komunikacijo pa se uporabljajo tudi e-verige igus in kabli chainflex® s 36-mesečno garancijo. Motorji se lahko nadzorujejo s komercialno dostopnimi regulacijskimi moduli in centralna razdalja se lahko spremeni s spremembo povezovalnih delov. Robolink DC je na voljo kot 5-osni model v dveh možnostih: manjša izvedba z nosilnostjo do 0,5 kg in večja izvedba do 2,5 kg. Sistem je na voljo tudi kot predsestavljen, na primer kot rotacijska enota, vrtiljiva enota ali 2-osna nihajna roka. Predsestavljene roke so lahke in jih

je enostavno konfigurirati, zato so kot take zanimive za proizvajalce robotov in strojev in tudi za ostala področja avtomatizacije v vseh panogah, od avtomobilske proizvodnje do medicinske tehnologije. Zahvaljujoč robolink konfiguratorju so robolink D-zglebi zelo enostavni za montažo in samo robotsko roko lahko zelo hitro in enostavno konfiguriramo. Cena 5-osne zglobne roke je 3349 € za majhne ali 3998 € za večje izvedbe brez krmilnih sistemov. Cene seveda padajo s količino.



Viri literature: Tehnična dokumentacija podjetja Ijus

Vir: HENNLICH, d. o. o., Podnart 33, 4244 Podnart, tel.: (0)4 532 06 05, faks: (0)4 532 06 20, internet: www.hennlich.si, istep.sera-web.com/, e-mail: drobnic@hennlich.si, g. Stojan Drobnic

Osnovne karakteristike predstavljenega robota so:

	manjša izvedba	večja izvedba
teža	9 kg	18 kg
doseg	600 mm	750 mm
maksimalna obremenitev	1 kg	3 kg
ponovljivost (natančnost)	≈ 1 mm	≈ 1 mm

Ploskovni portal EXCM

Ploskovni portal EXCM je koncept pogona, ki zagotavlja primeren pogon tam, kjer šteje vsak milimeter. Odlična funkcionalnost in izjemna kompaktnost sta primerne predvsem tam, kjer se zahteva največji možni delovni prostor ob najmanjših dimenzijah. Vzoredni kinematski pogonski koncept skrbi za premikaje majhnih mas. Pogonski in krmilni paket sta predhodno parametrizirana za lažjo instalacijo. Krožno tekoči zobati jermen pogona

Vključuje vhodno/izhodne (I/O) priključke za enostavno krmiljenje do 64 pozicij oziroma CAN in Ethernet za največjo svobodo gibanja do 250 pozicij.

Izdeluje se v dveh variantah: EXCM-10 je primeren za avtomatizacijo procesov v laboratorijih, EXCM-30 pa za avtomatizacijo v montaži malih izdelkov ter tudi za procese v laboratorijih. V manjši izvedbi z drsnimi vodili je EXCM izredno cenovno ugoden. Večja izvedba je opremljena s krogličnimi vodili, ki dovoljujejo velike hitrosti ter premikanje večjih bremen. Dodati je mogoče še krmilni in pogonski paket za z-os.

EXCM-10 in EXCM-30 sta idealna za uporabo v analitskih laboratorijih, kjer se avtomatizirajo:

- priprava in transport vzorcev kakor tudi njihovo razpoznavanje s čitalniki kode v odprtih in zaprtih posodah,
- razdelitev vzorcev pri sistemih testiranja, kot so palete Microtiter®,
- procesi po analizi, kot so inkubacija, dispensiranje, arhiviranje.

EXCM-30 je pravi partner za avtomatizacijo v montaži malih izdelkov in izdelavi elektronskih elementov.

Možna področja uporabe so:

- dodajanje in privijanje malih sestavnih delov,
- nanašanje lepilnih točk,
- električni preskusi, približevanje



Privijanje elektronskih komponent

- kontaktov, merjenje upornosti,
- fleksibilno pozicioniranje obdelovancev in sestavnih delov,
- paletiranje/depaletiranje,
- namizna obdelava/montaža.

Nekaj značilnic ploskovnega portala EXCM-30:

- gib v x-osi: 100, 150, 200, 300, 400, 500 mm in po posebnem naročilu 90 do 700 mm,
- gib v y-osi: 110, 160, 210, 260, 310, 360 mm,
- maksimalna obremenitev: 3 kg,
- maksimalna hitrost: 0,5 m/s (izbirno servoos AC),
- maksimalni pospeški: 10 m/s²,
- ponovljivost: ±0,05 mm,
- natančnost pozicioniranja: ±0,5 abs.

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



Osnovni modul

nja motor, ki je fiksno pritrjen na ogrodje in premika vodila v dveh dimenzijah tako, da EXCM doseže katerokoli pozicijo v danem delovnem prostoru.

Programski paket za pogon in krmilje je standardiziran in je izdelan po IP20 FESTO v smislu vstavi in delaj. Encoder zagotavlja servopogon v zaprti zanki.

EXCM odlikuje največja možna komunikacija, je izjemno fleksibilen.

“Single Minute Exchange of Dies” (SMED) poganja povpraševanje po avtomatskih transportnih sistemih za orodja

Ključni element pri doseganju »Single Minute Exchange of Dies« (SMED) je hitrost transportiranja orodja do brizgalnega stroja. Transportni sistemi orodij omogočajo hitro, ekonomično in varno upravljanje z vsemi velikostmi orodij.

Pospeševanje menjav orodij predstavlja eno najboljših priložnosti za povečanje fleksibilnosti, produktivnosti in najpomembneje, donosnosti orodjarne. **Stäubli**, ki je specializiran za hitro menjavo orodij in vpenjalne

sisteme, proizvaja tudi transportne sisteme orodij, ki so primerni za vse aplikacije, od lahkih orodij, s katerimi se proizvajajo majhne električne komponente, do velikih, težkih orodij, ki se uporabljajo za proizvodnjo avtomobilskih odbijačev ali armaturnih plošč. S transportnimi sistemi se čas menjave orodij pri nekaterih aplikacijah zmanjša celo za 70 %, tudi kjer so bili sistemi za hitro menjavo že instalirani.

Transportne mize in sistemi so prilagojeni za vse vrste aplikacij in niso primerni le za velika, najtežja orodja, vendar pogosto zagotavljajo uspe-

šen in učinkovit sistem upravljanja z manjšimi orodji. Mobilni sistemi lahko oskrbujejo več strojev ali pa so namenjeni le enemu. Delovanje je lahko avtomatsko ali ročno, prilagojeno obstoječi proizvodni enoti, načinu dela in orodjem.

Vsi transportni sistemi Stäubli so opremljeni z mizami, na katerih so valji, ki omogočajo enostaven premik orodja, najsibo ročno ali na motorni pogon. S tem se odpravijo vse težave z upravljanjem orodja, izboljša se varnost operaterja, prav tako se pred poškodbami zavarujejo orodja in priključki. Če je v proces menjave



vključena tudi predgrevalna naprava, se čas menjave še zmanjša.

Stroškovno učinkovita postavitev predvideva postavitev transportnega sistema med dva stroja; dvosmerna miza za nalaganje oskrbuje oba stroja in zagotavlja maksimalno fleksibilnost in učinkovitost za vsako proizvodno celico. Če se zahteva avtomatska menjava orodja, je postavitev transportnega sistema idealna in zagotavlja najhitrejši način menjave orodja. Na eni strani se demontira orodje prejšnje proizvodne serije, hkrati pa se na nasprotni strani naloži novo orodje.

Naslednji korak k popolni avtomatizaciji, ki je pogosto vključena v novih namestitvah, je uporaba vozičkov na tirnicah. Tirni sistem mize za nalaganje/demontažo transportira orodja iz skladiščnega prostora neposredno do brizgalnega stroja in na zahtevo vključuje tudi predgrevalno postajo. Vozički na tirnicah lahko oskrbujejo nekaj strojev

ali celotno linijo strojev. Bolj vsestranski so prosto premični vozički, ki omogočajo prost pretok orodij med nekaj stroji in skladiščnim prostorom. V voziček je vgrajen prilagodljiv mehanizem za nastavitev višine, ki zagotavlja prilagodljivost različnim strojem ali skladiščnemu prostoru, medtem ko fiksirne naprave na vozičku zagotavljajo varen in zanesljiv transport.

Vzdrževanje in popravilo orodij mora biti hitro in učinkovito, da bi se izognili zastoju v proizvodnji.

Stäublijeve vzdrževalne postaje so opremljene z obračalnim mehanizmom, ki zagotavlja varno in zanesljivo platformo, da je orodje v pravem položaju za posamezni poseg.

Več informacij: www.quick-mold-change.com in www.staubli.si

Vir: *Stäubli Systems, s.r.o., Hradecká 536, 530 09 Pardubice/CZ, tel.: +420 463 034 107, GSM: +420 731 131 734, mailto: m.scholze@staubli.com, www.staubli.cz, g. Michal Scholze*

Podjetje Stäubli je specializirano za upravljanje z orodjem, vpenjanje in priklop energetskih priključkov in ima večletne izkušnje z analizami kritičnih parametrov, ki jih je treba upoštevati v vsaki fazi, da bi bili časi menjave orodij kar najkrajši. Kot proizvajalec vseh povezovalnih in vpenjalnih proizvodov, ki omogočajo zmanjšanje časa zamenjave orodja in tudi transportnih sistemov orodij, lahko objektivno analiziramo zahteve in predlagamo najboljšo rešitev. Stäublijeva strokovna ekipa vam je na voljo od začetne faze načrtovanja naprej, s čimer zagotavljamo, da so nameščeni sistemi učinkoviti, enostavni za uporabo in bodo zahtevali le minimalno vzdrževanje. podlaga

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

Omron serija NY – industrijski PC za integrirano in naprednejšo proizvodnjo

Omron z »integriranimi«, »pametnimi« in »interaktivnimi« koncepti ponuja inovacije v proizvodnih procesih. Industrijska PC-platforma je nova nadzorna platforma, ki ponuja omenjene principe avtomatizacije v proizvodnih obratih in napravah. Nova serija industrijskih računalnikov NY je razvita v sodelovanju z uporabniki in je namenjena uporabi s široko ponudbo obstoječih industrijskih komponent, vključno s programirljivimi logičnimi krmilniki (PLK) in odprtimi industrijskimi omrežji, kot je EtherCAT.

Omronovi industrijski računalniki (IPC) so platforma z arhitekturo osebnega računalnika, ki izpolnjuje stroge standarde kakovosti po zahtevah industrijskega okolja, Omron pa zagotavlja zanesljivo in dolgoletno podporo. Trenutni trend je prizadevanje za inovativno proizvodnjo s povečanjem IoT (Internet of things), saj se količina podatkov veča, vpeljevanje robotike v proizvodne obrate pa širi. Omron ponuja strojegraditeljem rešitev za izdelavo pametnejših in naprednejših naprav z integracijo IoT. S tem sta zagotovljeni boljša produktivnost in kakovost izdelanih naprav ter rešitev. K razvoju novega industrijskega računalnika je bistveno pripomoglo znanje, ki ga je Omron pridobil s pomočjo Sysmac platforme za avtomatizacijo.

Glede na zahteve je Omron razvil dva tipa industrijskih računalnikov. Tako sta uporabnikom na voljo vgradna izvedba za priključitev zunanjega zaslona (model NYB) in kompaktna izvedba z že vgraje-

Industrijski PC - OMRON NY		
		
Tip	Industrijski vgradni PC	Industrijski panelni PC
Model	NYB	NYP
Operacijski sistem	Windows Embedded Standard 7 - 32 bit Windows Embedded Standard 7 - 64 bit	
CPE	Intel® Core i7-4700EO procesor 4. generacije z ventilatorjem za aktivno hlajenje Intel® Core i5-4300EO procesor 4. generacije z ventilatorjem za aktivno hlajenje Intel® Celeron 2980U procesor 4. generacije z ventilatorjem za aktivno hlajenje	
Pomnilnik	2 GB, 4 GB in 8 GB	
Trdi disk	HDD, SSD, SD spominska kartica	
Velikost zaslona	---	12,1-palčni ali 15,4-palčni
Vgrajeni porti	Ethernet in USB 2.0/3.0	
Vmesnik	RS-232C, DVI-D	
Razširitvene reže	1x PCIe reža	

Tabela 1. Značilnice industrijskih PC serije NY

nim zaslonom za panelno montažo (model NYP) (Tabela 1).

Omronovi industrijski računalniki podpirajo EtherCAT, ki je odprto in svetovno podprto omrežje za proizvodne linije in opremo. Zagotavljajo razvojno okolje, ki omogoča uporabnikom, da vnesejo in prilagodijo dodatne funkcionalnosti, kar je samo z uporabo PLK-jev nemogoče. Industrijski PC omogoča

robustnost in zanesljivo uporabo v industrijskih okoljih in je primeren za uporabo s programsko opremo Windows ter programsko opremo za avtomatizacijo in krmiljenje strojev.

Vir: MIEL Elektronika, 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

Fleksibilni sistem z linearnimi osmi HS2



Linearne osi za gradnjo ploskovnih manipulatorjev

Specialisti za elektromehanske pogonske tehnologije podjetja HIWIN so predstavili svojo najnovejšo ino-

vacijo. Razvili so močan, odporen in prilagodljiv sistem za linearne premike – HS2. Sistem HS2 je sestavljen iz nove generacije linearnih osi z zobatim jermenom.

Glavni komponenti sistema HIWIN sta dvojni linearni osi HD za premike v osi X in linearna os z zobatim jermenom HM-B za premike v osi Y. Sistem lahko hitro in natančno izvaja kompleksne premike v dveh dimenzijah. Dimenzije hodov vseh osi so dobavljive v korakih po 1 mm. Celotnemu sistemu pa je dodana tudi energijska veriga.

Ne glede na to, kateri sistem potre-

bujete, kakšne so dimenzije ali namen: vsaka komponenta večosnega sistema je natančno usklajena s celotnim sistemom, ker se komponente sestavljajo na enem mestu. HIWIN zagotavlja enostavnost namestitve, največjo natančnost, odpornost, življenjsko dobo brez kompromisov in kratke dobavne roke. Proizvodnja in strojni inženiring bi težko bila bolj učinkovita.

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

Servo regulator Unidrive M700

Podjetje PS Logatec predstavlja družino servoregulatorjev Unidrive M700 moči od 0,75 kW do 2,8 MW.

Uporabljajo se za pogon asihronskih, vektorskih, PM ali servomotorjev ali pa se uporabljajo kot regeneracijska enota.

Značilnosti servoregulatorja Unidrive M700 so:

- vgrajena sta varnostna funkcija STO in krmilnik PLC, programiranje je v okolju Codesys,
- namenjen je zahtevnejšim uporabnikom z možnostjo razširitev,
- vgrajen je zaviralni modul, filter EMC, je brez vgrajene tipkovnice, ima 24-voltno napajanje krmilja (Back -up),
- nastavljiva raven napajanja od 24 V–1067 V DC,
- modbus RTU protocol (AI-485 pri M701) ali Ethernet (pri M700 in M702),
- brezplačna programska oprema M Connect,
- vgrajena je samostojna zanka PID in 2-krat analogno stikalo,
- 5-krat analogni I/O, 8-krat digitalni I/O, 1-krat rele, 1-krat STO,
- maksimalna izhodna frekvenca je: 550 Hz (do 3000 Hz na zahtevo),
- napajanje 200 V, 400 V, 575 V ali 690 V,
- Unidrive M701 nadomešča regulator Unidrive SP (montažni adapter),
- shranjevanje parametrov na kartici Smart Card (SD skupaj z adapterjem),
- 3 razširitvena mesta za opcijske kartice,
- obremenitev: 150 % za 60 s, 200 % za 3 s,
- 9 različnih velikosti okvirjev (od 3 do 11),
- stopnja zaščite IP20,
- montaža na montažno ploščo,
- robusten sistem za pritrditev kablov zagotavlja ozemljitveno točko za kable,
- majhne izgube, do 98-odstotna učinkovitost,
- čas pripravljenosti (standby položaj),
- garancija 2 leti, možnost dokupa.



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

Nova rešitev za zaščito napajanja – Galaxy VX



Najnovejša rešitev ponuja zelo učinkovito in prilagodljivo trifazno zaščito napajanja. Vsebuje inovativni štiristopenjski pretvornik, ki izboljšuje zanesljivost in večja učinkovitost. S tehnologijo ECONversion zagotavlja prožne načine delovanja za velike objekte, podatkovne centre in poslovno-kritične aplikacije, s čimer omogoča večjo učinkovitost delovanja in nižje stroške.

Schneider Electric, globalni specialist za upravljanje energije in avtomatizacijo, je predstavil rešitev Galaxy VX™ (na sliki), ki omogoča učinkovit, enostaven za namestitev in kompakten trifazni sistem brezprekinitvenega napajanja (UPS). Hkrati vsebuje prilagodljiv način delovanja za velike objekte, podatkovne centre in poslovno-kritične aplikacije.

Galaxy VX je oblikovan tako, da ponuja rešitve v razponu od 1000 kW do 1500 kW v enotnem modulu in tudi večje zmogljivosti v konfiguracijah z več moduli. Inovativen način ECONversion in štiristopenjska tehnologija pretvorbe podjetjem pomaga pri njihovem delovanju v območju obsežnih podatkovnih centrov in jim omogoča, da najbolj izkoristijo svoje IT zmogljivosti z učinkovitostjo brez ogrožanja zanesljivosti.

»Računalništvo v oblaku in tovrstno IT delovanje se v podjetjih vse bolj širi. Zato se povečuje tudi osredotočanje na energetska učinkovitost, ki je pomembna pri delovanju velikih

podatkovnih centrov«, je povedal Pedro Robredo, podpredsednik divizije za varno napajanje pri Schneider Electric. »Galaxy VX omogoča nižje stroške, večjo dostopnost, zanesljivost in razširljivost z modelom, ki omogoča sprotno nadgradnjo. Z Galaxy VX našim strankam zagotavljamo tudi več možnosti za shranjevanje energije, vključno z litij-ionskimi baterijami, s čimer ponujamo najboljše doslej razvite rešitve.«

Do 99-odstotna učinkovitost

Galaxy VX se popolnoma sklada z ostalimi rešitvami Schneider Electric za upravljanje energije ter omogoča prilagodljive načine obratovanja za optimalno učinkovitost IT okolij, vključno z:

- **Načinom dvojne pretvorbe:** Preko zelo učinkovitega dvojnega načina pretvorbe Galaxy VX zmanjšuje preklopne izgube s tehnologijo za pretvorbo štirih ravni. Ta rešitev zagotavlja večjo zanesljivost in zmanjšuje število odpovedi.
- **ECO načinom:** Galaxy VX ponuja tradicionalni način delovanja ECO, ki omogoča tudi do 99-odstotno učinkovitost.
- **ECONversion načinom:** Galaxy VX ponuja hibridno rešitev med načinom ECO in načinom dvojne pretvorbe. ECONversion ponuja dvojno pretvorbo z 99-odstotno učinkovitostjo.

Več informacij o novi rešitvi Schneider Electric Galaxy VX lahko najdete na spletni strani: <http://www.schneider-electric.us/en/work/products/product-launch/galaxy-vx-ups/>.

Vir: Schneider Electric, d.o.o., Dolenjska cesta 242 c, 1000 Ljubljana, Tel.: +386 (0)1 23 63 555, Faks: 386 (0)1 23 63 559, e-pošta: podpora.si@schneider-electric.com



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



Brüsseler Allee 2
41812 Erkelenz
NEMČIJA

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

info@sunhydraulik.de

www.sunhydraulik.de

Parkerjevi hidravlični valji s senzorjem položaja Intellinder

Ena izmed zadnjih novosti pri podjetju Parker je integrirani senzor položaja pri hidravličnih valjih, tako pri industrijskih kot tudi pri mobilnih aplikacijah. Pripomore k izboljšanju zmogljivosti z majhnimi stroški namestitve in vzdrževanja. Hidravlični valji, ki so opremljeni s senzorjem Intellinder, zagotavljajo robustno in proti poškodbam odporno rešitev, kjer je zahtevana natančna linearna povratna informacija o položaju.



Senzor Intellinder podpira širok spekter različnih funkcij v mnogo različnih aplikacijah, vključno z elektronskim dušenjem, spremljanjem obremenitve, samodejno izravnavo, vračanjem na položaj in drugo. Z označevanjem batnice z edinstvenim neponavljajočim se vzorcem in povezovanjem optoelektronskega senzorja na glavo hidravličnega valja ta virtualna "plug-and-play"

tehnologija zagotavlja neprekinjeno povratno informacijo linearnega položaja hidravličnega valja, tako da senzor prebere vzorec na batnici.

Hidravlični valji Intellinder so na voljo s premerom batnice od 25 do 127 mm v kombinaciji z ustreznimi velikostmi bata in dolžine hoda, ki je največ do 2,4 m. Ta tehnologija je

še posebej primerna za dvostransko delujoče hidravlične valje.

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



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



Industrijski hladilni agregati

1 Uvod

Hlajenje industrijske vode je pomemben del različnih industrijskih procesov. Podjetje Omega Air d.o.o. Ljubljana zagotavlja napredne sisteme za hlajenje procesne vode v industriji. Ponuja celovite rešitve z ustreznimi postopki, od faze projektiranja do optimalne izvedbe in zagona naprav. Razvojni inženir je z uporabnikom vključen vse od faze idejne zasnove za dimenzioniranje ustreznega primarnega hladilnega kroga. Po preučitvi sistema oziroma konkretnega primera industrijskega procesa nastopi faza projektiranja sekundarnega hladilnega kroga.

V svojem proizvodnem programu ima podjetje Omega Air d.o.o. Ljubljana napredno tehnološko konfiguracijo hladilnikov vode **TAEvoTech**, ki zagotavljajo zanesljivost proizvodnih procesov ter omogočajo hkrati energetske prihranke in so okolju prijazni.



Slika 2. Zasnova industrijskega hladilnika procesne vode

2 Zgradba

2.1 Zelo učinkovit uparjalnik

Zelo učinkovit prenosnik toplote je izdelan iz bakrenih cevi z aluminijastimi rebri, nosilci in ohišjem iz galvaniziranega jekla. Uparjalnik je nameščen v rezervoarju za vodo, kar zagotavlja nižje segrevanje okolice in konstantno temperaturo procesne tekočine. Procesna tekočina je v stiku z rebrasto površino, hlajeno s hladilnim sredstvom, ki izhlapeva znotraj cevi. Ta posebna tehnična rešitev omogoča, da **TAEvoTech** obratuje z visoko stopnjo pretoka in nižjim tlačnim padcem, pri tem pa zagotavlja visoko stopnjo zanesljivosti v težkih industrijskih aplikacijah, tudi pri nečistih tekočinah. Prenosnik toplote je pred morebitnim zmrzovanjem zaščiten s temperaturnim tipalom in nivojskim stikalom, s čimer je krmilniku ob napaki omogočen izklop kompresorjev.

2.2 Črpalke

Centrifugalne črpalke s tesnili iz silicijevega karbida (SiC/SiC/EPDM) so na voljo v dveh različnih sestavah:

- **črpalka P3** – zgornji nazivni tlak 3 bar, vodna stran iz nerjavnega jekla,
- **črpalka P5** – zgornji nazivni tlak 5 bar, vodna stran iz nerjavnega jekla (za večje modele je na voljo tudi konfiguracija z dvojno črpalko P3+P3 ali P5+P5 v stanju pripravljenosti, z avtomatskim preklopom).

2.3 Spiralni kompresorji

Kompresorji z orbitalnima spirala, z 2-polnim elektromotorjem, pritrjenim na gumijaste protivibracijske blažilnike, s popolno zaščito pred pregrevanjem, previsokimi tokovi in pred visokimi temperaturami izpušnih plinov. Zahvaljujoč aksialno/radialnim skladnostim, majhni masi vrtečih se komponent in odsotnosti sesalnih in tlačnih



Slika 1. Industrijski hladilnik procesne vode TAEvoTech

ventilov nudijo vrsto prednosti, kot so zmanjšanje porabe energije, počasne vibracije (ali: vibracije nizkih frekvenc), manj gibljivih delov in velika odpornost na povratne hladilne tekočine.

2.4 Električna nadzorna plošča

Krmilna plošča je električno ločena od močnostnega dela preko transformatorja. Napajalna sekcija je opremljena z glavnim stikalom, ki blokira vrata in prepreči dostop v napravo, ko je ta pod napetostjo. Električna oprema je v skladu z EN 60204-1 in električna plošča stopnje zaščite IP54 v skladu z EN 60529. Hladilnik je testiran na elektromagnetno združljivost v skladu s standardi EMC. Fazni nadzor standardno zagotavlja zaščito pred izgubo faze in faznim obratom.

2.5 Kondenzacijska sekcija

Zračno hlajeni kondenzator (bakrene cevi/aluminijasta rebra) je nameščen na eni strani enote, kar omogoča prihranek prostora. Je delovno zelo učinkovit pri visokih temperaturah okolice (+46 °C). Aluminijasti kondenzator in zračni pralni filter sta v standardni opremi.

3 Varovanje okolja

Okolju prijazno hladilno sredstvo R410A (ODP = 0) z odlično toplotno prevodnostjo, skupaj z nizko stopnjo absorbirane moči spiralnih kompresorjev, zmanjšuje vplive na okolje in izgube energije. Visokokvalitetni materiali, ki jih je mogoče reciklirati, zagotavljajo varovanje okolja in zmanjšujejo emisije ogljika v zraku.

4 Večja energetska učinkovitost

Hladilniki vode TAEvoTech s standardno vgrajenimi spiralnimi kompresorji, bogato dimenzioniranimi uparjalniki in hladilnim sredstvom R410A dosegajo visoke stopnje energetske učinkovitosti. Nekateri modeli (verzija HE) so dobavljivi tudi kot verzija visoko učinkovitih enot v razredu A Eurovent (EN14511). Hla-

dilniki vode TAEvoTech so certificirani po certifikatu Eurovent.

5 Prilagoditev uporabnikom

Poleg osnovnih standardnih enot hladilnikov vode ima **TAEvoTech** številne možnosti prilagoditve individualnim potrebam industrijskega procesa:

- nerjaveče verzije: rezervoar za vodo iz nerjavnega materiala, bakren/medeninast izmenjevalec, črpalka iz nerjavnega materiala;
- verzija za nizke temperature okoli -20 °C: gretje nadzorne elektronske plošče, elektronski nadzor hitrosti ventilatorjev;
- različica z dvojno frekvenco: napajanje 400 V/3/50 Hz – 460 V/3/60 Hz;
- možnost črpalke: P3, P5, dvojna P3+P3 ali P5+P5; SP (ta različica je brez črpalke, vsebuje vse potrebne električne naprave za priklop zunanje črpalke P3);
- možnosti kondenzatorja: različica z barvanimi rebri kot zaščito proti koroziji;
- aksialni ventilatorji – elektronski nadzor hitrosti ventilatorja s fazno prekinitvijo;
- centrifugalni ventilatorji;
- zelo učinkoviti EC brezkrtačni aksialni ventilatorji z visokim tlakom (max. 150 Pa) in frekvenčnim nadzorom;
- grelci proti zmrzovanju (na rezervoarju in črpalkah);

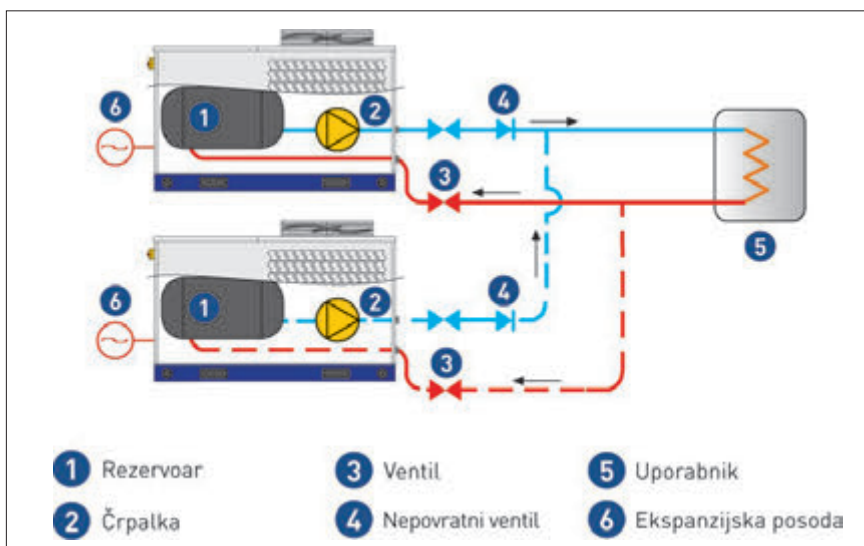
- opcija mehkega zagona – tovarniško nameščen;
- oprema za ročno polnjenje rezervoarja – primerno za hidravlične tokokroge pri atmosferskem tlaku;
- oprema za samodejno polnjenje – primerna za polnjenje hidravličnega tokokroga (vse do 6 bar);
- oprema za polnjenje glikola – primerna za tlačne hidravlične tokokroge;
- oprema centrifugalnih ventilatorjev;
- oprema za frekvenčni nadzor hitrosti ventilatorja;
- oprema za enostavni daljinski vklop ON/OFF (maks. 50 m);
- komplet za daljinsko upravljanje: VICX620 zaslon LED, VGI890 zaslon LCD polgرافيčno (maks 150 m);
- nadzorna oprema: RS485 Mod-Bus, xWEB300D.

6 Primeri konfiguracije

Industrijski hladilniki lahko delujejo v zaprtem oziroma v odprtem tokokrogu.

6.1 Zaprti krog

Shema na *sliki 3* prikazuje značilno uporabo industrijskega hladilnika v zaprtem tokokrogu, ki vedno zahteva vključitev ekspanzijske posode (6). TAEvoTech standardna konfiguracija (uparjalnik v rezervoarju) je idealna za tako aplikacijo in po-



Slika 3. Zaprt tokokrog

Hladilniki vode in toplotne črpalke

TAURUS^{tech}



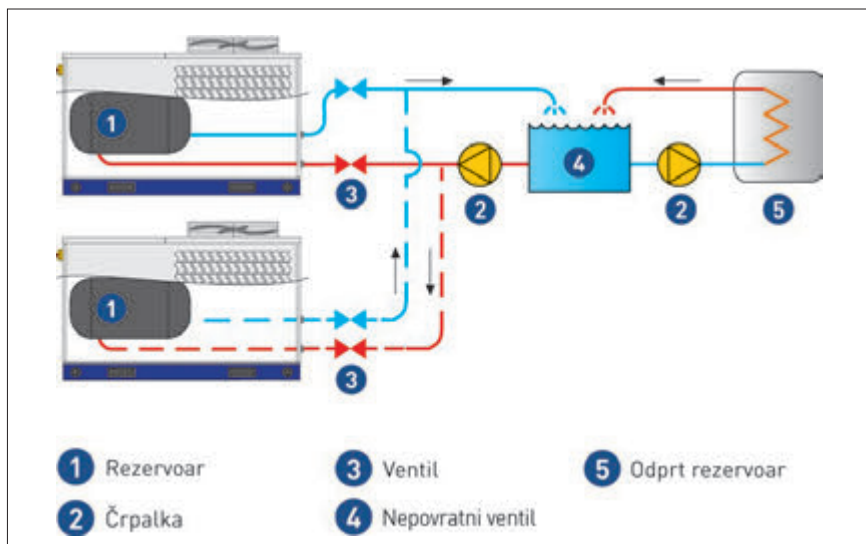
AQUARIUS^{plus}



PHOENIX^{freecooling}



AQUA^{free}



Slika 4. Hladilni sistem z odprtim tokokrogom

nuja samodejni tlačni polnilni set z vključeno ekspanzijsko posodo (kot opcijo). Vlogo zaprtega kroga pod tlakom (5) imajo tudi enote TAEevoTech, opremljene s prizmatičnim rezervoarjem in ploščnim uparjalnikom (preveri višinsko razliko med hladilnikom in porabnikom).

6.2 Odprt tokokrog

Slika 4 prikazuje značilno vključitev hladilnika in uporabnika v odprtem tokokrog. Za atmosferski tokokrog zahteva aplikacija odprti rezervoar (4). Voda je v stiku z zrakom okolice tako, da pri tem ne potrebujete ekspanzijske posode. Takšne aplikacije so primerne za enote TAEevoTech pri standardnih (uparjalniku v rezervoarju) konfiguracijah, vendar brez rezervoarja in črpalke, saj sistem navadno vsebuje zunanjo črpalko (2). Te aplikacije niso primerne za enote TAEevoTech, opremljene s prizmatičnim rezervoarjem in ploščnim uparjalnikom, saj rezervoar ne more biti tlačno obremenjen.

7 Področja uporabe hladilnega sistema TAEevoTech

Omega Air d.o.o. Ljubljana je s posebno zasnovanimi zelo učinkovitimi industrijskimi hladilniki vode TAEevoTech prisotna na številnih industrijskih področjih:

- **Industrija plastike in gumarstva:** stiskalnice, tlačno brizganje, ekstrudiranje (plošč in profilov),

toplotno preoblikovanje, embalaža PET.

- **Laserji s specifičnimi hladilniki:** rezanje, varjenje, profiliranje, optika, medicina, graviranje.
- **Industrija hrane in pijač:** slaščičarstvo, pekarnice, žganjarne, pivovarne, kletarstvo, mlekarne, polnilnice pijač, predelava mesa in rib, predelava zelenjave in solate za skladiščenje.
- **Kemična in farmacevtska industrija:** oplaščene posode, mešalnice poliuretanske pene, naravni plin, industrijsko čiščenje, laboratoriji, zdravstvo, raztopine, barve.
- **Kovinskopredelovalna industrija:** predelava in preoblikovanje žlahtnih kovin, predelava in obdelava aluminija.
- **Strojništvo in inženiring:** obdelovalni stroji, varilni stroji, valjarne, stiskalnice, ekstruderji, rezanje, profiliranje, poliranje, elektroerozija, hlajenje olja v enotah za hidravlično krmiljenje, pnevmatski transport, toplotna obdelava.
- **Papir in sorodna področja:** tiskalniki, kartonska embalaža, nalepke, plastični film.
- **Ostali primeri uporabe:** keramika, tekstil, les, hlajenje kompresorjev.

Podjetje Omega Air d.o.o. Ljubljana ima v programu industrijskega hlajenja procesne vode tudi verzije prostega hlajenja (free-cooling) in suhih hladilcev (dry-cooling).

www.omega-air.si



OMEGA

AIR

OMEGA AIR d.o.o. Ljubljana

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

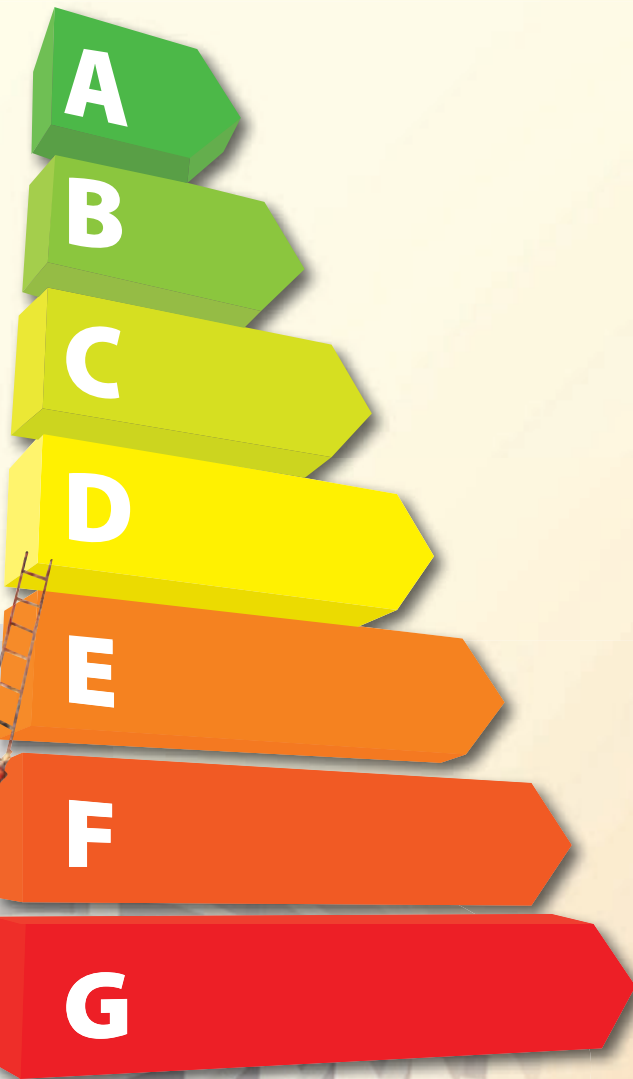
info@omega-air.si

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



DRUŠTVO
VZDRŽEVALCEV
SLOVENIJE

DVS



**BREZ UČINKOVITEGA
VZDRŽEVANJA ...**



**... NI ENERGETSKE
UČINKOVITOSTI**

NASVIDENJE na

**27. TEHNIŠKEM POSVETOVANJU
VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE**

ki bo 19. in 20. oktobra 2017 na Otočcu

Nove knjige

[1] Johnson, J.: **Electrohydraulic Control of Pressure and Cylinder Force** – Elektrohidravlično krmiljenje tlaka in sile hidravličnega valja – Učbenik obsega izčrpne informacije o teoriji in praktičnih izračunih pri projektiranju in analizi hidravličnih aktuatorjev, krmiljenih z elek-

trohidravličnimi servo- in proporcionalnimi ventili.

Krmiljenje tlaka ima vitalni pomen pri krmiljenju sile oziroma navora pri hidravličnih aktuatorjih, pa tudi pri omejitvah, ki jih povzročajo nelinearnosti sistema. Knjiga posreduje vsa

potrebna matematična orodja, ki so nujna za projektiranje učinkovitih, predvidljivih in krmilnih elektrohidravličnih sistemov. Naročilo – založba: www.hydraulicspneumatics.com/Bookstore-O; obseg: 220 strani, cena: 69,00 USD; dodatne informacije: E-pošta: jack@idaseng.com.

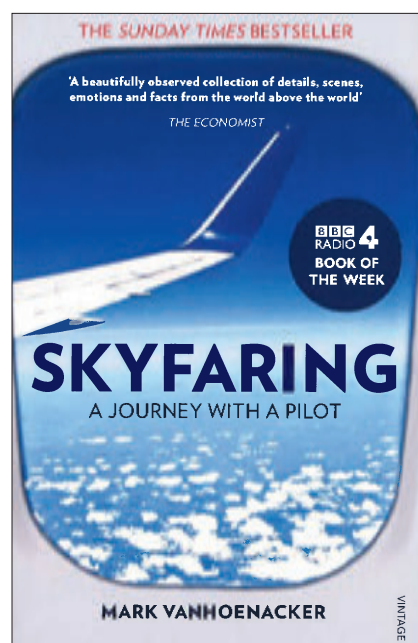
O nebesnem potepanju

Mark Vanhoenacker:

SKYFARING – A journey with a pilot

O nebesnem potepanju (angl. skyfaring) lahko piše le tisti, ki ljubi letenje in tudi sam leti. Letalski romantik Mark Vanhoenacker, višji prvi častnik pri British Airways, leti na Boeingu 747. Leteti je začel pozno, saj je prej opravljal svetovalne posle in veliko letel kot potnik. Knjiga, ki jo je napisal, je najbolj prodajano delo pri Sunday Timesu.

Avtor v razumljivem jeziku predstavi vzgon, kraje in težave, ko potujemo z letali (ang. jet leg), razloži UTC (angl. Universal Time Coordinated – mednarodni srednjeevropski čas) in GMT (Greenwich Mean Time – mednarodni srednjeevropski čas). Mnogi piloti, pravi avtor, ljubijo letala, ker so stroji. In kaj bi lahko pilot povedal o zraku? Ali o



vodi? Kot potnika avtorja vznemirjajo srečanja. Ali gre lahko v pilotsko kabino? Tja ga odpelje glavni stevard, ki ga predstavi pilotu. To je bilo, še preden je postal pilot. Kaj čaka pilota ponoči? Poleta je konec, ko se letalo in njegova senca združita na tleh. In če mislite, da je letenje monotona bobneča izkušnja, vas bo ta knjiga prepričala o čarobnosti in vznemirljivosti leta. Brez pretiravanja gre za zbirko podrobnosti, scen in čustev ter pogledov iz sveta zgoraj na svet spodaj. Zal.: Penguin Random House, UK, 2016; ISBN: 9780099589853, obseg 338 strani, £ 8.99.

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


AX ELEKTRONIKA

PCB parcele

Najcenejša izdelava
vašega prototipnega
vezj v Sloveniji!

telefon: 01 549 14 00,
e-pošta: bojan@svet-el.si



AX elektronika d.o.o
Špruha 33
1236 Trzin
www.svet-el.si





Avtomatizacija in pogoni

- PLK sistemi
- Omrežja
- Operaterski 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 zavese in senzorji
- Varnostni moduli
- Varnostna stikala
- Varnostni releji
- LED signalni stolpiči

NX1 KRMILNIK - KOMPAKTEN V VELIKOSTI, MOČAN PO FUNKCIONALNOSTI!



NOVO

Zmožljivosti NX1 se kažejo v:

- hitrem cikličnem času 2ms,
- 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 z 40 I/O ali model z 24 I/O,
- razširitvi do 8 I/O enot iz širokega nabora serije NX,
- vgrajenem vmesniku EtherCAT in Ethernet/IP,
- priključitvi do 16 EtherCAT Slave enot,
- možnostjo priključitve do 2 opcijskih modulov za serijsko komunikacijo ali 2 analognih V/I enot.

MIEL, d.o.o. • Efenkova cesta 61 • SI-3320 Velenje • T +386 (0)3 77 77 000 • F +386 (0)3 77 77 001 • E info@miel.si • S www.miel.si

Pojdimo v prihodnost in nakupujemo vse iz pnevmatike, hidravlike in industrijske armature preko spletne trgovine www.s3c.si!

Pri STRIC-ih so se odločili, da vam zagotovijo še hitrejšo, udobnejšo in ugodnejšo storitev in sicer z uporabo spletne trgovine, kjer lahko brez neprijetnega čakanja in dvomov nakupite artikle, ki jih želite.

Poleg hitrejšega postopka vam s tem omogočajo tudi iskanje ponudb, artiklov, tehničnih podatkov, skratka brskanju po celotnem programu nekaj več kot 120.000 artiklov iz pnevmatike, hidravlike in industrijske armature. Hkrati pa lahko spremljate stanje zalog ter cene. **Cene registriranih uporabnikov so nižje kot neregistriranih!**

Pomembna prednost uporabe spletne trgovine je tudi iskanje alternativnih artiklov (zamenjav), saj vam hkrati pokaže iskani originalni del in tudi alternativo, ki je ugodnejša in še vedno kvalitetna zamenjava.

Če želite uporabljati spletno trgovino, se registrirajte kot novi uporabnik na spletni strani www.s3c.si in pričnite z brskanjem.

Registrirajte se v spletno trgovino še danes: www.s3c.si.

Za podporo pokličite:
01 423 22 22



HIWIN[®]

Motion Control & Systems

reddot award 2016
winnerDESIGN
AWARD
2016

LINEARNI MODULI

Živimo gibanje.

www.hiwin.de

Zanimivosti na spletnih straneh

- [1] **Elektronsko krmiljenje ovešenja pri težkih kamionih** – <http://hydraulicspneumatics.com/rail-truck-bus/electronics-control-truck-air-suspensions> – Kitajski proizvajalci težkih kamionov in avtobusov vse pogosteje uporabljajo elektronsko krmiljeno ovešenje *WABCO Opti Ride*. Zagotavlja do 3 % zmanjšano porabo goriva in omogoča širšo uporabo krmiljenja višine in niveliranja šasije vozil. Uporabniki poudarjajo večjo konkurenčnost takšnih vozil, posebno za dolge vožnje in zahtevne logistične operacije. Vse to pri povečani učinkovitosti in varnosti vozil ter udobnosti voznikov.
- [2] **Integrirani priključni bloki** – <http://hydraulicspneumatics.com/manifolds-hics/integrated-manifolds-make-brig-change> – Zamenjava velikih in težkih pnevmatik pri velikih mobilnih strojih za zemeljska dela ni lahka naloga. Avstralsko podjetje *Hedweld Engineerings* je razvilo novo inovativno napravo za ravnanje z njimi pod imenom »ravnalnik« (angl.: handler). Naprava omogoča lažje in samostojnejše ravnanje s težkimi pnevmatikami, ima ozek profil, zahteva manjši prostor in ima nižje težišče. Poleg tega deluje s centralizirano hidravliko, kar povečuje njeno učinkovitost in omogoča enostavnejše vzdrževanje.

Oglaševalci

AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana	84
CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	13, 31, 47
DOMEL, d. d., Železniki	65
DVS, Ljubljana	83
FESTO, d. o. o., Trzin	1, 88
HIWIN GmbH, Offenburg, Nemčija	86
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.) NORGREN, Lesce	1
INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija	67
JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	75
MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	1, 85
OLMA, d. o. o., Ljubljana	1
OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana	82
OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin	1, 28
PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	1
PH Industrie-Hydraulik GmbH, Spröckhovel, Nemčija	30
POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o., Žiri	1, 2
POMURSKI SEJEM, d. d., Gornja Radgona	61
PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	17
PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	39, 87
S3C, d. o. o., Ljubljana	1, 85
STÄUBLI Systems, s.r.o., Pardubice, CZ	53
STROJNISTVO.COM, Ljubljana	26
SUN Hydraulik, Erkelenz, Nemčija	78
TEHNA, d. o. o., Ljubljana	79
UL, FE – DIR 2017	4
UL, Fakulteta za strojništvo	29, 46
UM, Fakulteta za strojništvo	23
UM, FERI	21
VISTA HIDRAVLIKA, d. o. o., Žiri	1
Založba Pasadena, d. o. o., Ljubljana	66
YASKAWA SLOVENIJA, d. o. o., Ribnica	19

9. INDUSTRIJSKI FORUM IRT 2017

NAJVEČJI STROKOVNI DOGODEK INDUSTRIJE ZA INDUSTRIJO

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

Forum znanja in izkušenj

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

Osrednje teme IFIRT

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

Portorož, 5. in 6. junij 2017



Dodatne informacije: Industrijski forum IRT, Motnica 7 A, 1236 Trzin | tel.: 01 5800 884 | faks: 01 5800 803
e-pošta: info@forum-irt.si | www.forum-irt.si | Organizator dogodka: PROFIDTP, d. o. o., Gradišče V1 4, 1291 Škofjica
Partner dogodka: TECOS, Celje | Organizacijski vodja dogodka: Darko Švetak, darko.svetak@forum-irt.si

www.forum-irt.si

Glavni pokrovitelj dogodka:



Nacionalni pokrovitelj dogodka:



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA GOSPODARSKI
RAZVOJ IN TEHNOLOGIJO

Pokrovitelji dogodka:



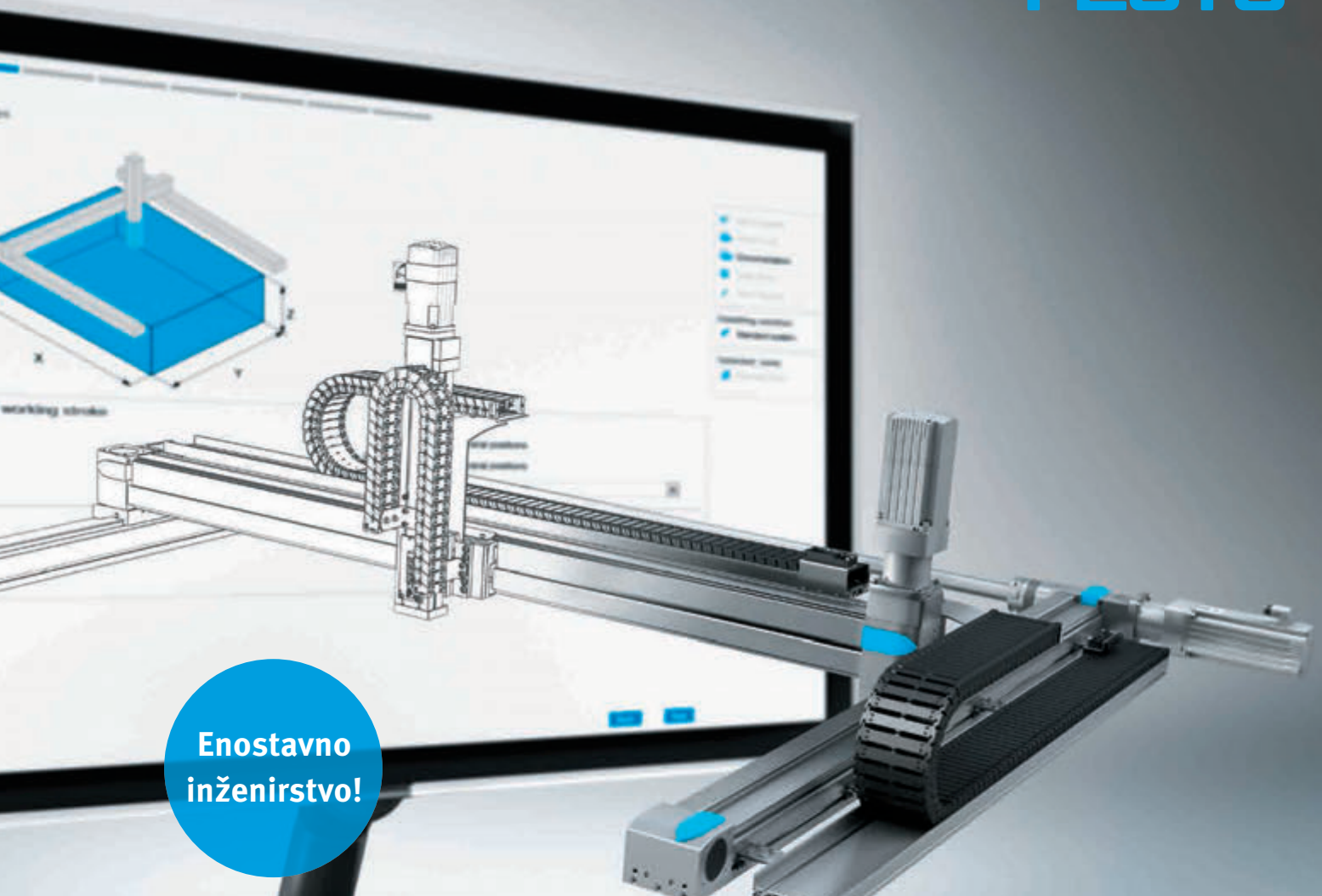
Priznanje TARAS



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



FESTO



**Enostavno
inženirstvo!**

**Potrebujete kompletne sisteme.
Želite manjšo kompleksnost.
Smo vaš zanesljiv partner za rešitve.**

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

Najti ustrezen sistem strege ne more biti hitreje in enostavneje:

Oblikujte in naročite vaš standardni strežni sistem v samo treh korakih s spletnim orodjem Handling Guide Online. Izbrani sistem vam bomo dobavili popolnoma preizkušen in sestavljen. Še danes preverite novo programsko orodje!

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