



OPL

FESTO

Merimo
LOTRIČ
za prihodnost

HYDAC

Parker

NORGREN

SICK

Sensor Intelligence.

MIEL OMRON

www.miel.si

Elementi in sistemi za industrijsko avtomatizacijo

SPIRING

www.spiring.si

Danfoss

Danfoss Trata d.o.o.

- Jubilej
- Ventil na obisku
- Merilnik prostorninskega pretoka
- Primerjava karakteristik dveh rotorjev
- Priprava surovin v Cinkarni Celje
- Adaptivni inteligentni ventil
- Iz prakse za prakso
- Podjetja predstavljajo

industrijska olja in maziva

Proizvodni program:

hladilno mazalna sredstva, sredstva za hladno preoblikovanje, sredstva za antikorozijsko zaščito, olja za termično obdelavo, mazalne masti, olja za posebne namene, razmastilna sredstva, pomožna sredstva za gradbeništvo, hidravlične tekočine, maziva in tekočine za motorna vozila, olja za zobniške prenosnike, svetovanje in ekologija



OLMA
LUBRICANTS
www.olma.si

SINCE 1947

Hidravlične sestavine

Hidravlični sistemi

Storitve

Program
zastopstev



Potni, tlačni in tokovni ventili
za odprte tokokroge



Zavorni ventili in izplakovalni
ventili za zaprte tokokroge



Posebni ventili in bloki



Hidravlične naprave



Motorji in črpalke



Elektronske sestavine



RAZVOJ, PROIZVODNJA IN TRŽENJE SESTAVIN, SISTEMOV IN STORITEV S PODROČJA FLUIDNE TEHNIKE

Kladivar, tovarna elementov za fluidno tehniko Žiri, d.o.o., Industrijska ulica 2 - SI - 4226 ŽIRI, SLOVENIJA
Tel.: +386 (0)4 51 59 100 - Fax: +386 (0)4 51 59 122 - info-slovenia@poclain-hydraulics.com - A Poclain Hydraulics Group Company

Impresum	199	■ OBLETNICA – JUBILEJ	
Beseda uredništva	199	Zgodovina strojništva in tehnične kulture na Slovenskem	200
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	210	Petnajst let izhajanja revije VENTIL, glasila za fluidno tehniko, avtomatizacijo in mehatroniko – 3. del	208
■ NOVICE	224	■ VENTIL NA OBISKU	
■ ZANIMIVOSTI	228	Iskra AMESI, d. o. o., Kranj	232
Seznam oglaševalcev	298	■ MERILNA TEHNIKA	
Znanstvene in strokovne prireditve	230	Mitja MORI, Ivan BAJSIČ: Numerična analiza krožnega cevnega loka kot merilnika prostorninskega pretokav	236

Naslovna stran:

8000 Novo mesto
Tel.: + (0)7 337 66 50
Fax: + (0)7 337 66 51

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

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

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

SICK, d. o. o.
Cesta dveh cesarjev 403
0000 Maribor
Tel.: + (0)1 47 69 990
Fax: + (0)1 47 69 946
e-mail: office@sick.si
http://www.sick.si

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

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

LOTRIČ, d. o. o.
Selca 163, 4227 Selca
Tel.: + (0)4 517 07 00
Fax: + (0)4 517 07 07
internet: www.lotric.si

www.omron-automation.com
Pirnar & Savšek,
Inženirski biro, d. o. o.
C. 9. avgusta 48
1410 Zagorje ob Savi
Tel.: 03 56 60 400
Faks: 03 56 60 401
www.pirnar-savsek.si

HYDAC, d. o. o.
Zagrebska c. 20
2000 Maribor
Tel.: + (0)2 460 15 20
Fax: + (0)2 460 15 22

Danfoss Trata, d. o. o.
Ulica Jožeta jame 16
1210 Ljubljana Šentvid
Tel.: 01 58 20 200
www.trata.danfoss.si

PARKER HANNIFIN
Corporation, Podružnica
v Novem mestu
Velika Bučna vas 7

■ TURBINSKI STROJI

Mária ČARNOGURSKÁ, Peter GAŠPAROVIČ, Daniela POPČÁKOVÁ:
Performance confrontation of two blade impellers used in KGN refrigerator unit

246

■ VODENJE PROCESOV

Aleš SVETEK, Damir VRANČIČ, Samo KRANČAN, Zoran ŠAPONIA:
Adaptivni inteligentni ventil

252

■ RAZVRŠČANJE PROIZVODNIH PROCESOV

Darko VREČKO, Anton LOŽAR, Vladimir VREČKO, Vladimir JOVAN:
Programsko orodje za razvrščanje šarž v pripravi surovin v Cinkarni Celje

260

■ IZ PRAKSE ZA PRAKSO

Luka TULJAK: Avtomatizacija delovanja centralne kompresorske
postaje s krmilnikom X8i

266

Tonček PLEČKO: Hidrostatična vodila na obdelovalnih strojih – 1. del

272

Božidar KERN, Janez LUKANČIČ, Miro PIRNAR, Zdenko SAVŠEK:
Modernizacija korčnega rotacijskega bagra na deponiji premoga TE Kakanj

276

■ ALI STE VEDELI

Aleksander ČIČEROV: Sestrelitev civilnega letala v letu in zračni terorizem

280

■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE – NOVOSTI NA TRGU

Integrirani krmilnik Festo FED-CEC (FESTO)

284

Visokotlačne hidravlične gibke cevi Golden ISO (HIDEX)

284

Novosti v podjetju HYDAC (HYDAC)

285

Nov robot Mitsubishi RV-2SDB (INEA)

286

Ročni računalnik, ki sledi trendom in ima čitalnik RFID (LEOSS)

287

Zvezno zaznavanje položaja bata za daljše pnevmatične valje (SICK)

287

MiXpoint_1 za dvokomponentne tekočine (VIAL AUTOMATION)

288

■ PODJETJA PREDSTAVLJAO

Energetska učinkovitost v hidravliki (PARKER HANNIFIN)

290

■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA

Zgodovina strojništva

294

Nove knjige

294

Cilji in namen priročnika o sodobnem proizvodnem inženirstvu

295

■ PROGRAMSKA OPREMA – SPLETNE STRANI

Intervju

296

Računalniško oblikovanje gibkih cevovodov

298

VENTIL
REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO
ISSN 1518-7275 | JUNIJ, 16/2010/3

- Jubilej
- Ventil na obisku
- Merilnik prostorninskega pretoka
- Primerjava karakteristik dveh rotorjev
- Priprava surovin v Cinkarni Celje
- Adaptivni inteligentni ventil
- Iz prakse za prakso
- Podjetja predstavljajo

Logos: RPI, FESTO, LOTRIČ, HYDAC, Parker, NORGREN, SICK, MIEL omron, SPIR ING, Droginski



Très chic: Designerski agregat.

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

Solutions for a World under Pressure

HAWE
HYDRAULIK

© Ventil 16(2010)3. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.
© Ventil 16(2010)3. Printed in Slovenia. All rights reserved.

Impresum

Internet:
<http://www.fs.uni-lj.si/ventil/>

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	16	Volume
Letnica	2010	Year
Številka	3	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:
izr. prof. dr. Maja ATANASIJEVIČ-KUNC, FE Ljubljana
izr. prof. dr. Ivan BAJSIČ, FS Ljubljana
doc. dr. Andrej BOMBAC, FS Ljubljana
izr. prof. dr. Peter BUTALA, FS Ljubljana
prof. dr. Alexander CZINKI, Fachhochschule Aschaffenburg, ZR Nemčija
doc. dr. Edvard DETIČEK, FS Maribor
izr. prof. dr. Janez DIACI, FS Ljubljana
prof. dr. Jože DUHOVNIK, FS Ljubljana
doc. dr. Niko HERAKOVIČ, FS Ljubljana
mag. Franc JEROMEN, GZS – ZKI-FT
izr. prof. dr. Roman KAMNIK, FE Ljubljana
prof. dr. Peter KOPACEK, TU Dunaj, Avstrija
mag. Milan KOPAC, KLADIVAR Žiri
doc. dr. Darko LOVREC, FS Maribor
izr. prof. dr. Santiago T. PUENTE MÉNDEZ, University of Alicante, Španija
prof. dr. Hubertus MURRENHOFF, RWTH Aachen, ZR Nemčija
prof. dr. Takayoshi MUTO, Gifu University, Japonska
prof. dr. Gajko NIKOLIĆ, Univerza v Zagrebu, Hrvaška
izr. prof. dr. Dragica NOE, FS Ljubljana
doc. dr. Jože PEZDIRNIK, FS Ljubljana
Martin PIVK, univ. dipl. inž., Šola za strojništvo, Škofja Loka
izr. prof. dr. Alojz SLUGA, FS Ljubljana
prof. dr. Brane ŠIROK, FS Ljubljana
prof. dr. Janez TUŠEK, FS Ljubljana
prof. dr. Hironao YAMADA, Gifu University, Japonska

Oblikovanje naslovnice:
Miloš NAROBÉ

Oblikovanje oglasov:
Narobe Studio

Lektoriranje:
Marjeta HUMAR, prof., Paul McGuiness

Računalniška obdelava in grafična priprava za tisk:
LITTERA PICTA, d.o.o., Ljubljana

Tisk:
Eurograf d.o.o., Velenje

Marketing in distribucija:
Roman PUTRIH

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

Naklada:
2 000 izvodov

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

Revijo sofinancira Javna agencija za knjigo Republike Slovenije (JAKRS)

Revija Ventil je indeksirana v podatkovni bazi INSPEC.

Na podlagi 25. člena Zakona o davku na dodano vrednost spada revija med izdelke, za katere se plačuje 8,5-odstotni davek na dodano vrednost.

Slovenska tehniška beseda



Vsi, ki pripadamo k slovenski tehnični kulturi in delujemo na tehničnem področju, smo v maju praznovali več pomembnih obletnic. Od organiziranega univerzitetnega študija na tehničnem področju na slovenskih tleh je minilo že devetdeset let. Leta 1955 je začel redno izhajati Strojniški priročnik, osrednja slovenska strojniška revija, ki danes zelo veliko pomeni v Sloveniji in v svetu. Minilo pa je tudi natanko štirideset let, ko se je v okviru Univerze v Ljubljani iz Tehnične fakultete osamosvojila Fakulteta za strojništvo, ki je danes osrednja in največja fakulteta na tehničnem področju v Sloveniji. Po številnih kriterijih je

primerljiva z največjimi in najuspešnejšimi fakultetami na tem področju v Evropi in v svetu.

Pri tem pa moramo vedeti in dodati, da ima splošno izobraževanje na tehničnem področju na Slovenskem precej daljšo zgodovino, kot smo omenili zgoraj. Kljub zelo bogati in dolgi zgodovini tehnične kulture na Slovenskem in kljub vzorni organizaciji proslave omenjenih obletnic je bil zelo malo poudarjen razvoj slovenskega tehniškega izražja v Sloveniji danes in še manj vzgoja bodočih generacij za slovensko izražanje na področju tehnike. Zakaj praktično že skoraj celo stoletje nismo dobili novega strokovnega poimenovanja na področju tehnike? Kako je mogoče, da so v devetnajstem stoletju naši predniki našli poimenovanja, kot so vlak, železnica, žarnica, ležaj, ali pa v dvajsetem blagajna, dvigalo, vžigalnik, letalo, hladilnik, varjenje, rezkanje in tako dalje. Od sredine prejšnjega stoletja pa je praktično skoraj nemogoče priti do novih slovenskih poimenovanj, ki bi z novimi proizvodi in storitvami vsekakor morala nastajati. Zanimivo je pogledati periodni sistem elementov. Za osnovne kemične elemente, ki so bili odkriti do konca devetnajstega stoletja in so jih v Sloveniji uporabljali tudi preprosti ljudje, smo našli slovensko besedo, za vse druge pa ne.

V začetku dvajsetega stoletja, ko so prišla osebna in druga vozila, so se naši predniki kar potrudili in za nekatere dele avtomobila našli slovenske izraze, kot so odbijač, blatnik, smerokaz, menjalnik, stopalka in še nekatere. Za kar precej delov avtomobila pa uporabljamo tuje ali prilagojene besede.

Nekatera poimenovanja za stroje smo privzeli glede na njihovo delovanje, kot so npr. kosilnica, hladilnik, zamrzovalnik, računalnik itd. Kako to, da danes nimamo slovenske besede za telefon, televizijo, radio, mobilni telefon, fotovoltaike itd.? Tudi za različne procese ne najdemo slovenskih poimenovanj. Naj omenim le elektroerizijo, skeniranje ali pa fotojedkanje in drugo. V vsakdanjem življenju uporabljamo zelo veliko kratic, kot so CAD, CIM, SMS, GPS, ABS ipd., nastalih iz tuje zveze besed, navadno angleške. Praktično lahko napišemo, da smo v zadnjih desetletjih dobili le nekaj novih poimenovanj. Tu naj kot primere navedem: zgoščenka, zaslon ali pa spletna stran, ki so zelo lepa, a se kljub temu le s težavo prebijajo in uveljavljajo v vsakdanjem življenju. Na tehničnem področju smo dobili novo besedo parnica, ki predstavlja zelo ozko odprtino v kovinskem materialu, v katerem so kovinske pare, in energetski žarek za varjenje ali rezanje materiala. Prav tako lahko zapišemo, da danes v Sloveniji besedo pulz, ki jo uporabljamo za električni tok, za laserski žarek in za srčni utrip, nadomeščamo s slovenskim poimenovanjem. Tako nimamo več pulznega električnega toka, ampak utripni tok, namesto laserski pulz govorimo o laserskem blisku. To je vsekakor bogatitev jezika.

V preteklosti je bilo zelo veliko poskusov, da bi našli slovenski poimenovanji za software in hardware, pa brez uspeha.

Kot primer naj navedem, da nam v slovenskem jeziku močno primanjkuje poimenovanje, ki bi strokovno in smiselno popisalo sliko ali prikaz na platnu ali zaslonu, ki ju dobimo iz računalnika preko projektorja ali pa iz druge videonaprave. Poimenovanja, ki se danes uporabljajo, npr. slajd, projekcija, diapozitiv, so vse manj ali celo neprimerna. Takšnih primerov pa je še veliko – praktično na vseh specialnih področjih tehnike in drugih strok.

Zavedamo se, da je danes ljudi izjemno težko prepričati in navaditi na novo besedo in da verjetno nikoli ne bo možno pri elektronski pošti uporabljati šumnike in naše prave besede za imena in priimke. Prav tako vemo, da bo nemogoče kakor koli spremeniti ime za spletne strani, vendar zakaj ne bi poskusili tam, kjer bi bilo mogoče in smiselno.

Vse bralce pa obveščam, da ima revija Ventil novo spletno stran: www.revija-ventil.si.

Janez Tušek

Zgodovina strojništva in tehnične kulture na Slovenskem

Janez TUŠEK

Fakulteta za strojništvo, vsa slovenska strojniška inteligenca in vsi, ki se prištevamo k širši tehniški družini na Slovenskem, smo petega maja v Cankarjevem domu s slavnostno akademijo praznovali dve obletnici. Prva je bila devetdesetletnica začetka rednega univerzitetnega študija strojništva na Slovenskem in druga petinpetdeseta obletnica izdajanja Strojniškega vestnika, osrednjega glasila strojniške stroke pri nas.

Slovesnost je bila po mnenju večine udeležencev veličastna. Številnemu občinstvu je pokazala širino strojniške stroke, ki jo sicer zelo dobro poznamo, a se je v številnih primerih premalo ali pa sploh ne zavedamo.

Devetdeseta obletnica študija strojništva na Slovenskem se zrcali po vsej državi in tujini. Verjetno lahko brez sramu in pretiravanja zapišemo, da je to zgodba o uspehu. Ta obletnica govori o začetku izobraževanja na tehničnem področju v okviru takrat nastajajoče univerze v Ljubljani. V vseh teh letih je strojništvo zaživelo med ljudmi in z njimi živi v mestih in po vaseh. Praktično ni kraja in dejavnosti v Sloveniji, v kateri ne bi na tak ali drugačen način sodelovali strojniki. Kljub današnji krizi je slovenska strojna industri-

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

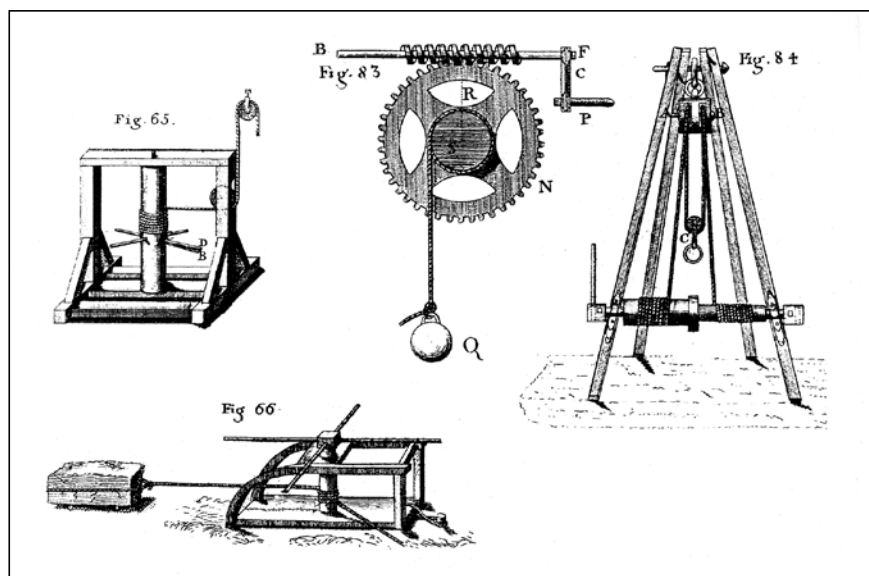
ja še vedno v zelo dobri kondiciji. Prav to si tudi strojniki lahko štejejo kot zelo velik uspeh. Naša industrija večino svojih produktov izvozi na zahtevna tržišča. Številni inženirji, ki so končali eno od strojnih fakultet v Sloveniji, so zaposleni in dejavni na vseh področjih. Srečamo jih v bankah, zavarovalnicah, v pedagoškem poklicu, v informatiki, obramboslovju, zdravstvu, farmaciji, v živilski in prehrabeni stroki, novinarstvu in seveda na širšem strojniškem področju, kot so predelovalna industrija, izdelovalne tehnologije, energetika, promet, letalstvo, livarstvo, transport in druge.

Mnogi se sprašujejo in mnogi so nas tudi zelo resno spraševali, kaj pravzaprav pomeni začetek študija strojništva na Slovenskem. Mnogi med nami poznamo zgodovino tehnike na

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



Slovenskem, ki je zelo dolga in bogata: od pridobivanja rudnin, taljenja rude pa vse do izdelave končnih kovinskih produktov že v prejšnjih stoletjih, če ne celo v prejšnjih tisočletjih. Večini tehnične inteligence so znani kraji z železarsko tradicijo, s tradicijo kovanja, litja zvonov itd. Iz zgodovinskih virov vemo, da se je na ozemlju današnje Slovenije že pred tisočletji uporabljala kovina za razne namene. Tudi v tistih časih so bila in so morala biti razna izobraževanja, da se je znanje prenašalo iz roda v rod.



Nekateri modeli strojev (pravzaprav učila) iz Vegovega matematičnega učbenika



Prihod predsednika države dr. Danila Türka z ženo Barbaro Miklič Türk in dekana Fakultete za strojništvo v Ljubljani, prof. dr. Jožefa Duhovnika, na slovesnost

Pri pogledu na zgodovino tehničnega izobraževanja pa ne moremo mimo imen, kot sta Jurij Vega in Gabrijel Gruber. Prvi je bil učenec državnega liceja v Ljubljani v drugi polovici 18. stoletja, kar je lahko tudi dokaz, da je Ljubljana že takrat imela izobraževanje za inženirje. Jurij Vega je bil med prvimi Slovenci, ki je tehnično znanje, pridobljeno v Ljubljani, ponesel v svet. Drugo znano ime pa je Gabrijel Gruber, ki je v istem času deloval v Ljubljani na zelo širokem tehničnem področju in tudi poučeval geometrijo prav na tem državnem liceju.

Kljub vsej relativno bogati zgodovini tehnike v prejšnjih stoletjih in tudi različnim oblikam izobraževanja na tem področju moramo prav gotovo leto 1919 šteti kot prelomnico pri izobraževanju na tehničnem področju. Društvo inženirjev je na začetku leta 1919 pripravilo spomenico o ustanovitvi tehniške visoke šole v Ljubljani in jo že 30. januarja istega leta predložilo Vseučiliški komisiji, ki je soglasno podprla predlog o nujnosti in upravičenosti tehniške visoke šole v Ljubljani. Ko je vlada v Beogradu, ki je bil takrat glavno mesto skupne nove države, v začetku marca 1919 dala soglasje za ustanovitev univerze, je bilo zapisano, naj se v študijski program nove nastajajoče univerze vključi

tudi tehnika. Istega leta 19. maja je bil ustanovljen začasni tehniški tečaj z oddelkom za elektrotehniko in strojništvo ter oddelkom za gradbeno inženirstvo. Ta predavanja v maju leta 1919 uradno štejemo za prva univerzitetna predavanja v slovenskem prostoru, čeprav uradno univerza v tistem času še ni bila ustanovljena.

Uradni datum ustanovitve univerze v Ljubljani je 23. junij 1919, ko je regent Aleksander podpisal Zakon o vseučilišču Kraljestva Srbov, Hrvatov in Slovencev v Ljubljani.

Slovesnost ob praznovanju

Odločitev sedanjega vodstva Fakultete za strojništvo, da obe obletnici proslavi s slavnostno akademijo v Cankarjevem domu, se je izkazala za pravilno. Prireditev je resnično odmevala v slovenskem prostoru. Mnogi udeleženci so izražali navdušenje nad samo prireditvijo in nad dejstvom, kako široko paleto pokriva strojništvo, ki ga je treba propagirati tudi na tak bolj sproščen in zabaven način. Škoda je le, da javna televizija in javni radio za takšne prireditve nimata preveč posluha. Očitno je, da je med novinarji premalo strojnikov. Priprave na samo prireditev so bile temeljite in so vključile veliko ljudi, ki na tak ali drugačen način delujejo ali so delovali na področju strojništva. Toda trud ni bil zaman. Slavnostna akademija je bila izpeljana v tehničnem, zabavnem in duhovitem smislu. Na zabaven in tudi inovativen način so bili predstavljeni strojništvo in celotna paleta dejavnosti, poklicev ter področij, na katerih so vključeni inženirji strojništva. Celo sam predsednik države dr. Danilo Türk je bil navdušen in je celo predlagal, da bi morali takšno prireditev organizirati vsako leto.

Slovesnost sta na zelo prijeten, zabaven in hudomušen način povezovala Eva Longyka in Peter Poles. Slavnostni govornik je bil predsednik države dr. Danilo Türk. Na kratko se je do-



Utrinek s slovesnosti; združitev kulture telesa človeka in proizvoda njegovega znanja



Jubilejna izdaja knjige

taknil zgodovine študija strojništva, problemov, ki nas na strojniškem področju tarejo, in pomembnosti tega študija na Slovenskem. Za predsednikom je stopil pred mikrofona dekan Fakultete za strojništvo prof. dr. Jožef Duhovnik. Dotaknil se je pomena strojništva za slovensko industrijo in za celotno družbo. Zelo kritičen je bil do plačilne politike v slovenski industriji, saj so prav inženirji strojništva relativno najslabše plačani. Poleg omenjenih govornikov je na slavnostni akademiji govoril tudi rektor Univerze v Ljubljani prof. dr. Radovan Stanislav Pejovnik. Podal je nekaj statističnih podatkov in pohvalil Fakulteto za strojništvo za njen doprinos k znanosti in k izobraževanju na Univerzi v Ljubljani. Prav na koncu pa je udeležencem spregovoril še predstavnik študentov Žiga Pižorn.

Po slavnostnem delu je sledilo prijetno druženje v avli Cankarjevega doma.

Knjiga Zgodovina strojništva in tehniške kulture na Slovenskem

Ob tej priliki je bil izdana knjiga z naslovom Zgodovina strojništva in tehniške kulture na Slovenskem. Pri njeni pripravi je sodelovalo več kot petdeset avtorjev z zelo obsežnega strojniškega področja. Knjigo je skupaj z uredniškim odborom uredil prof. dr. Mitja Kalin in obsega 537 strani formata A4. Vsebinsko obsega uvodne formalne strani in devet ločenih poglavij, ki so med seboj logično povezane.

V prvem poglavju je podan splošen oris strojništva in drugih tehničnih panog na Slovenskem.

V drugem poglavju je zajeta kratka zgodovina tehniške besede v slovenskem jeziku. Pri tem je zanimivo to, da so naši predniki v preteklosti znali najti slovenske besede tudi za novo nastajajoče proizvode, opremo, stroje in storitve. Kako to, da so naši predniki uvedli besede, kot so vlak, železnica, blagajna, vžigalnik, dvigalo, ležaj, varjenje, struženje in podobno, danes pa je to praktično nemogoče. Za vse nove stroje, opremo in dejavnosti skoraj brez izjeme uporabljamo tuja poimenovanja. Z nekoliko več korajže in samozavesti bi bilo treba tudi za uvajanje novih slovenskih poimenovanj za nove izdelke in nove storitve narediti precej več.

V knjigi je v tretjem poglavju predstavljen razvoj strojniške obrti in industrijskih panog na našem ozemlju. Četrto poglavje predstavlja znamenite osebnosti v zgodovini strojništva in tehnike na Slovenskem. Bralec je prav presenečen nad dejstvom, koliko tehni-

kov in na kako zelo različnih področjih je imela Slovenija v preteklosti. V tem poglavju so podrobneje predstavljeni tudi utemeljitelji sodobnega strojništva. To so tisti, ki so delovali na Tehniški fakulteti od druge svetovne vojne naprej in kasneje, po preimenovanju in razdelitvi Tehnične fakultete, na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani.

Podroben opis začetka izobraževanja, šolanja in študija strojništva pri Slovencih lahko najdemo v petem poglavju. Iz tega zapisa dejansko lahko ugotovimo izredno bogato zgodovino šolanja na tehničnem področju v Ljubljani in širši okolici. Podrobno so opisani zgodovina, srednje in višješolsko strokovno izobraževanje in univerzitetno izobraževanje v celotni državi.

Zgodovina same fakultete za strojništvo pa je podana v šestem poglavju. Zelo podrobno so opisani začetek, njena preimenovanja, organiziranost in trenutno stanje ter njena trenutna organiziranost in obstoječi študijski program.

Rektorji, prorektorji, dekani in prodekani, učitelji in doktorandi v obdobju od 1919 do 2010 so predstavljeni v sedmem poglavju. Tu so navedeni tisti rektorji in prorektorji Univerze v Ljubljani, ki so izhajali s tehničnega področja kot osnovne stroke, prav tako pa tudi vsi zaslužni profesorji Univerze v Ljubljani, ki so delovali na strojniškem področju. Zatem so poimensko navedeni vsi dekani in prodekani Fakultete za strojništvo in na predhodnicah te fakultete. Na koncu tega poglavja pa so zapisani še vsi učitelji, ki so bili na Fakulteti za strojništvo izvoljeni v enega izmed nazivov, ki jih ima ta fakulteta.

Sedanja organiziranost Fakultete za strojništvo je opisana v osmem poglavju. Zelo podrobno so s sliko in opisom predstavljene vse katedre, oddelek za letalstvo in enota za dopolnilna znanja.

Prav na koncu v devetem poglavju pa je predstavljenih nekaj slovenskih podjetij, v katerih delujejo tudi diplomanti, magistranti in doktorandi Fakultete za strojništvo iz Ljubljane.

Mnenja nekaterih udeležencev slavnostne akademije

Po slovesnosti v Cankarjevem domu smo nekatere udeležence, ki na tak ali drugačen način delujejo na strojniškem področju, prosili za odgovore na tri zelo preprosta vprašanja.

1. Glede na to, da že vrsto let delujete na strojniškem področju, vas prosim, da na kratko pojasnite, kaj za vas pomeni strojništvo, kako ste ga doživljali v preteklosti in kako ga danes, v gospodarski krizi?

Prof. dr. Jožef Duhovnik,
dekan Fakultete za strojništvo
v Ljubljani in predlagatelj ter
soustvarjalec prireditve



Prof. dr. Jožef Duhovnik je diplomant, magistrant in doktorand Fakultete za strojništvo v Ljubljani. Njegovo znanstveno, pedagoško, strokovno in široko družbeno delo je zelo bogato. Kot konstrukter je bil zaposlen v več podjetjih (Color, Sava, SCT, Litostroj). Na Fakulteti za strojništvo je bil najprej asistent, zdaj pa je redni profesor za področje konstruiranja. Več let je bil predstojnik katedre, trenutno pa je dekan Fakultete za strojništvo. Izobraževal se je in raziskoval v različnih ustanovah doma in v tujini. Je član več pomembnih mednarodnih društev in združenj. Opravil je vabljen predavanja na univerzah in fakultetah v več tujih državah. Objavil je okoli 60 člankov v mednarodno priznanih revijah, ki se vodijo v sistemu SCI s faktorjem vpliva. Je avtor in soavtor več knjig in učbenikov.

2. Zakaj se danes učenci, dijaki in drugi mladi ljudje tako poredko odločajo za študij strojništva in za poklicno kariero na strojniškem področju. Kaj bi morala družba narediti, da to dejstvo spremenimo?

3. Prosim vas za kratko oceno o prireditvi v Cankarjevem domu ob devetdeseti obletnici študija strojništva na Slovenskem in ob petinpetdeseti obletnici izdajanje Strojniškega vestnika.

Bil je mentor in somentor več kot 100 diplomantom, magistrantom in doktorandom.

1. Strojništvo kot pomemben del tehnike zagotavlja človeku zmožnost bivanja in aktivnega življenja. Naprave, ki nas obdajajo, od rudniških pa tja do letal, so udejanjenje človekovih misli. Zaradi tega sem mnenja, da je strojništvo objektivno eden pomembnih dejavnikov človekovega razvoja in sposobnost določenega okolja za zagotavljanje razvoja človeštva.

Sem iz tiste generacije, ki so jo prosili, da izdela kakšen projekt, ker ni bilo inženirjev. Seveda je bil to čas, ko je bilo razumevanje okolja omejeno in predvsem osiromašeno. Sprememba produktivnosti in predvsem pojavljanje računalniških sistemov in povečan pretok informacij v svetu so povzročili, da so se zaprti družbeni sistemi sesuli. Tudi tam, kjer tehnična inteligenca ni razumela, da je v odprtem okolju potrebno imeti znanje in ga dnevno utrjevati, je prišlo do zloma razvojnih sistemov. Po desetletnem valovanju gospodarskega razvoja je sledil po letu 2000 gospodarski vzpon, ki je bil generiran z lažnimi papirji, predvsem s strani bank, ki so bile podprte z velikimi nacionalnimi sistemi. Tudi Slovenija je plavala na valovih razvoja. Ljudje so bili tako zaslepljeni z izjavami »PR« – lažnimi kljukci, da sploh niso razumeli mogoče meje razvoja. Papir se je sesul in požgal in na pogorišču bodo ostala samo tista podjetja, ki so sposobna razumeti razvoj v njegovem prvobitnem pomenu. V Sloveniji

Vprašanja so zelo splošna. Želeli smo dobiti odgovore od ljudi, ki delajo na različnih strojniških področjih. Na našo prošnjo so se ljubeznivo odzvali: sedanjí dekan prof. dr. Jožef Duhovnik, nekdanji dekan prof. dr. Peter Novak, g. Marko Avšič, univ. dipl. inž. stroj., direktor podjetja Kogast, d. o. o., iz Grosuplja, mag. Roman Drole, ravnatelj višje strokovne šole iz Škofje Loke, in ga. Danica Kotnik, vodja študentskega referata na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani.

imamo po privatizaciji lastnine dvoje vrst podjetij. Podjetja, ki so bila prej državna in jih vodijo menedžerji, ki v veliki meri ne razumejo potreb po stalnem razvoju, zato samo premetavajo papirnati denar. Druga skupina podjetij pa ima prave lastnike in pri njih se vidi pravi razvoj. Seveda ta ni velik, temelji pa na iskrih raziskovalcih, ki so sposobni ustvarjati ad hoc razvojne skupine, ki so iz različnih podjetij. Mislim, da bo to pravi zamelek novih razvojnih skupin.

Če sedaj vodilni gospodarstveniki govorijo o krizi in da je težko dobiti sredstva za razvoj, naj raje za trenutek postojijo in se zamislijo, kdo je bil za bogatino mizo, ko sta se cedila mleko in med.

2. Odločitev o tem, kje bo človek udejanil svoj talent, nastane že zelo zgodaj v otroštvu v določenem okolju. Če državljani vidijo, da je delo v podjetju, v tovarni, pri tem mislim tudi inženirje, ki so tam zaposleni, »preketo« s strani oblasti in medijev, potem je v takem okolju težko vzpodbujati pomisel o negovanju tehniškega talenta. Kdo pa lahko komentira konkurenčnost podjetij: vse druge stroke, samo tehniška inteligenca ne. Konkurenčnost pa se najbrž ne utemeljuje na sistemih »bla, bla, bla«. Saj so prav gospodje iz tega sveta zakuhali gospodarsko krizo!

Mislim, da moramo vsi, ki smo na odgovornih mestih, pri tem mislim predvsem vrhove tehniške inteligenca, delovati proaktivno in zagotoviti

informacijsko podlago in vpliv preko medijev, tako da bodo v vsakem otroku negovali in spodbujali odločitve o študiju tehnike, strojništva kot logičnega nadaljevanja življenja. Strategiji v družbi bi morali razumeti, da je vsaka družba strukturirana in da se mora strukturiranje smiselno urejati. Prav je, da se sindikati zberejo in dosežejo minimalno plačo 600 EUR, če oblast ni sposobna zagotoviti dostojnega življenja z nižjo plačo. Če pa je tej oblasti in sindikatom kaj do razvoja, morajo razumeti, da mora imeti tehniška inteligenca, npr. inženirji,

plačo med 2,5- do 3-krat višjo od najnižje. Torej mora danes imeti diplomirani inženir izhodiščno plačo med 1400 do 1800 EUR. Če tega oblast ne razume, bomo imeli čez deset let glavnino delavcev s srednjo izobrazbo, ostali diplomirani inženirji pa bodo stanovali v Italiji, Avstriji in Madžarski, ker so tam stanovanja cenejša in višje plače. Napačno je torej govoriti o družbi, ampak o oblasti, ki mora družbo pametno voditi. Ali mislite, da boste kaj pametnega dobili, če ima inženir plačo med 1000 do 1100 EUR. Nič! Govorjenje o tem, da

dobri inženirji zaslužijo tudi do 3000 EUR, je umestno, če bi bil to vsak tretji. Če pa jih je takih pet ali šest odstotkov, naj vodilni člani uprav povedo, kaj predstavljajo ostali inženirji. To naj povedo z jasno besedo, ne pa da govorijo o neki socialni družbi in pozitivnem pogledu na svet, zraven pa sistematično vodijo procese privatizacije za svoje potomce.

3. Bil sem med snovalci prireditve, zato sem vesel, ker je imela primeren odmev v okolju. Tudi ta korak je potreben za to, da se strojništvo »sliši« v državi.

G. Marko Avšič, univ. dipl. inž. stroj., direktor družbe Kogast Grosuplje, d. d.



Kot univerzitetni diplomirani inženir strojništva je pričel svojo inženirsko pot v Inženiringu Smelt kot projektant za procesno tehniko (kemijski reaktorji), kjer je bil zaposlen 10 let. Nato se je za 9 let zaposlil v Tovarni kovinske galanterije (TKG). Tam je kot

direktor razvoja deloval na področju kovinske galanterije za tekstilno in usnjarsko ter avtomobilsko industrijo. Ves čas se je ukvarjal s prenosom inovativnih idej v proizvodnjo, kar nakazujejo njegove patentne prijave. Pred prevzemom podjetja Kogast Grosuplje, d. d., je bil tehnični direktor v Tovarni turbin Litostroj, takrat vodilnem izdelovalcu vodnih turbin in težkih dvigal na svetu.

Podjetje Kogan danes zaposluje 130 ljudi. V Sloveniji je vodilno v izdelavi gostinske kuhinjske termične in nevtralne opreme, katere polovico proizvodnje izvažajo v več kot 30 držav sveta. Lahko se pohvali z lastnim razvojem in inovacijami ter mednarodnimi certifikati kakovosti in varnosti, zato ni čudno, da opremlja najboljše domače in tuje hotele ter gostinske lokale.

1. Strojništvo je ena od gospodarskih vej, ki je močno povezana z ostalimi vejami, saj si danes ne moremo predstavljati nobene dejavnosti, ki ni povezana s strojništvom preko opreme, strojev in orodij. Danes v krizi ga doživljam podobno kot pred krizo. Pomembno je inovirati in delati v tekmi s konkurenco.

2. Bilo je obdobje lagodnega življenja, tovarne so se zapirale, odpirali so se bleščeči trgovski centri in inovativne pisarne. To je bila vrednota za mlade. Mislim pa, da delo počasi dobiva vrednost in pomeni varnost za eksistenco.

3. Proslava je bila vodena v prijetnem sproščenem duhu, vsebine govorcev so bile primerne. Tudi srečanje v avli je pripomoglo k obnavljanju poznanstev.

Profesor dr. Peter Novak, bivši dekan Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani



Profesor Novak je poznan širši slovenski in svetovni javnosti. Vse življenje se ukvarja z energijo, z optimalnim izkoriščanjem virov energije in z obnovljivimi viri energije. Tudi danes je zelo aktiven doma in v svetu. To dokazuje tudi zlata medalja REHVA za življenjsko delo na področju KGH (klimatizacija, gretje in hlajenje), ki jo je osebno prejel 8. maja 2010 v Antaliji, Turčija, na Generalni skupščini REHVA. REHVA je Evropska federacija društev za KGH in združuje nad 28 držav z 120.000 člani, vključno z Rusijo.

1. S strojništvom se ukvarjam zadnjih 55 let, če upoštevam tudi moj študij na FS. Strojništvo je imelo v Sloveniji po osvoboditvi in do zadnjih političnih

sprememb izjemno visok ugled in je dosegalo zavirljive rezultate. Zgradili smo za tedanje čase izjemno kakovostne tovarne (TOMOS, Litostroj, TAM, TVT, Metalna, Hidromontaža, EMO kotli, Gorenje, IMV, IMP, ISKRA, STT itd.), ki so imele inženirje, izobražene doma, dobre razvojne oddelke, nekatere celo inštitute in bile so močan izvoznik. Po spremembi režima je prevladalo mnenje, da je lahko narediti, toda zelo težko prodati. Zato so dobili tovarne v roke »menadžerji«, ki sta jim bila razvoj in tehnika cokla pri prelivanju dobička v lastne žepce. Ne samo spremenjene gospodarske razmere, predvsem nerazumevanje vloge razvoja v naših tovarnah je povzročilo hiter razpad razvojnih oddelkov, od-

hod najboljših inženirjev v komercialo in hitro nazadovanje proizvodnje ter njeno nekonkurenčnost na svetovnem trgu. Danes imamo le nekaj dobrih strojnih tovarn, večina od njih je v tujih rokah in zato nimajo lastnega razvoja. Le redke so uspele zadržati korak s časom in vložiti velika sredstva v razvoj (HIDRIA) ali pa so nastale na novo (PIPISTREL). Čeprav se stanje izboljšuje, z njim še zdaleč ne moremo biti zadovoljni, saj je plača razvojnega inženirja komaj primerljiva s povprečnim uradnikom enakega nivoja izobrazbe in brez operativne odgovornosti za svoje delo.

2. Na gornje vprašanje sem deloma že odgovoril. Razlog je v uvoženi fi-

lozofiji mladih ekonomistov, da bodo tehniki naredili z levo roko vse, kar bi oni radi prodajali. Ker nismo vlagali v razvoj, sedaj nimamo primernih proizvodov za svetovni trg in Slovenija je postala velik neto uvoznik vsega, celo strokovnih svetovanj, ki smo jih včasih uspešno izvažali (SMELT). Kaj storiti? Prvič: spremeniti filozofijo, da je težko narediti svetovno konkurenčen proizvod, vendar ga je, ko ga imaš, lažje prodajati. Zato morajo tisti, ki znajo to delati, dobiti ustrezno finančno nagrado in položaj v družbi. Menedžer, ki zna v krizi samo odpustiti delavce, je nesposoben in bi moral takoj zapustiti (brez nagrade) svoje delovno mesto, saj je zaradi kratkovidnosti pri svojih

odločitvah povzročil pomanjkanje dela.

3. Proslava je bila odlično organizirana tako po vsebinski kot po logistični strani, zato gre vsem, ki so pri tem sodelovali, vse priznanje. Tudi izdaja zbornika je prispevala svoj delež, predvsem pa besede predsednika države, ki je jasno opredelil pomen in bodočo vlogo strojništva pri nadaljnjem razvoju Slovenije. Ni mogoče tudi mimo govora dekana dr. Duhovnika, ki je odprto pokazal na napake, ki smo jih storili v preteklosti, in na tiste, ki jih delamo tudi po osamosvojitvi.

Mag. Roman Drole, univ. dipl. inž. stroj., ravnatelj Višje strokovne šole za strojništvo v Škofji Loki



Mag. Roman Drole je diplomant in magistrant Fakultete za strojništvo v

Ljubljani. Že kot študent je poučeval tehnične predmete, matematiko in fiziko v srednjih in poklicnih šolah v Ljubljani. Po diplomu je dve leti delal kot konstrukter avtobusov v takratni Avtomontaži v Ljubljani. Več let je bil asistent za mehaniko na Fakulteti za strojništvo in nato več let v službi na Republiškem izpitnem centru v Ljubljani kot koordinator za strokovne predmete in raziskovalec v sektorju za raziskave in razvoj. Dobri dve leti je ravnatelj Višje strokovne šole za strojništvo v Šolskem centru v Škofji Loki.

1. Strojništvo je panoga, ki je in bo v našem življenju vedno igrala pomembno vlogo. V obdobju velikega tehnološkega napredka bo strojništvo veda, ki bo zahtevala ljudi z visokimi potenciali. Država bi morala zagotoviti take pogoje, da bi se najsposobnejši

ljudje odločali za tehnične poklice. V tem bi se potem lahko primerjali z našo polpreteklostjo, kjer so bili ti tudi veliko pomembnejši.

2. Odgovor na to vprašanje lahko izluščimo že iz mojega prvega odgovora. Če hočemo imeti dobrega strojnika, moramo njegovo delo znati primerno ceniti. Dokler pa bo vsakršno govorjenje (nakladanje) bolj plačano od konkretnega in odgovornega dela, je iluzorno pričakovati, da se bodo za ta poklic množično odločali najbolj sposobni ljudje. Glede na razmišljanja današnjega političnega vrha pa se bojim, da jim je to deveta skrb.

3. Prireditev v Cankarjevem domu je bila zelo lepo izpeljana in se prirediteljem najlepše zahvaljujem za povabilo.



Ga. Danica Kotnik, vodja študentskega referata na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani

Svojo karierno pot je pričela v okviru študentske organizacije Fakultete za organizacijske vede in Zavoda Mladim, kjer je bila zaposlena na delovnem mestu vodje organizacijske enote Infotočka. V okviru delovnega mesta je bila na področju organizacije prireditev zadolžena tudi za koordinacijo mednarodnih projek-

tov. V letu 2004 je prevzela funkcijo vodje marketinga Zavoda Mladinska mreža, kasneje pa je zasedla mesto komercialista in vodje projektov v podjetju Emigma Media, d. o. o. Delo na področju vodenja projektov je nadaljevala v podjetju Skrivnostni nakup, d. o. o., kasneje pa se je zaposlila na Fakulteti za strojništvo, kjer je v letu 2008 prevzela funkcijo vodje referata za študentske zadeve.

1. Raznovrstna področja strojništva so dokaz izrednega tehničnega na

predka in razvoja znanosti, zato je strojništvo, ki poleg tega ponuja tudi širok spekter znanja, velike možnosti zaposlitve ter uveljavitve kadrov na številnih področjih, zame sinonim tehnične dovršenosti. V preteklosti sem ga doživljala kot nekaj manj pomembnega, dandanes pa v njem vidim veliko večjo uporabnost in mu pripisujem vedno večji pomen. Menim, da je gospodarska kriza strojništvu vseeno velika priložnost, izobraževanje na področju strojništva pa v tem času donosna naložba in ključni dejavnik razvoja, ki pripomore k uspešnosti gospodarstva.

2. Mladi v današnjem času še vedno pokažejo premalo tehničnega interesa. Menim, da je vzrok predvsem v tem, da jim družba ne zna pravilno in dovolj nazorno pokazati, kako se lahko uveljavijo v tehniški stroki in kako uspešni so lahko v tehniških poklicih. Upala bi si trditi, da imajo mladi kar nekakšen predsodek, saj imajo za marsikoga že tehniške besede prizvok »fizičnega dela« ali pa jih povezujejo izključno z operativo. Čeprav tehnične vede v današnjem času pridobivajo vedno večji pomen, bi bilo potrebno že v osnovno in srednješolsko izobraževanje vključiti več praktičnih in tehničnih predmetov, predvsem pa

prikazati uporabnost tehničnega znanja v okolju in družbi.

3. Slavnostna prireditev v Cankarjevem domu je nedvomno ena izmed redkih prireditev, ki je na ljudi naredila izjemen vtis. Je dokaz izrednega razvoja in napredka strojništva, uspešnega sodelovanja z industrijo ter potrditev, da je strojništvo res temelj razvoja. Na nazoren način mi je približala vpliv tehnike in strojništva ne le s tehničnega vidika, temveč predvsem njuno uporabnost v vsakdanjem življenju. Na tako zanimiv in topel način bi strojništvo morali približati tudi mladim.

**Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo – Laboratorij LASIM in
Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo ter
Gospodarska zbornica Slovenije – Združenje kovinske industrije**

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



najavljajo 7. posvet

**AVTOMATIZACIJA
STREGE IN MONTAŽE 2010 – ASM '10**

v četrtek, 18. 11. 2010, ob 9. uri

v prostorih GZS, Dimičeva ulica 13, Ljubljana.

Visoke delovne norme? Nova generacija jih preseže z levo roko. In z desno tudi.



DVOROČNI ROBOT SDA10

število osi: 15
max. polmer dosega: R=970 mm
nosilnost: 10 kg
ponovljiva natančnost: ± 0.1 mm
teža: 220 kg
delovna temperatura: 0 do 45 °C
vlažnost: 20 do 80 % (ne kondenzirana)
priključna moč: 4,2kVA

Dvoročni robot SDA10 je predstavnik nove generacije humanoidnih robotov in hkrati edini dvoročni robot na svetu. Veliko število premičnih osi (sedem na vsaki roki in ena v trupu) mu omogoča izjemno fleksibilnost in spretnost.

Zaradi optimiziranih dimenzij, (ozka širina ramen) pa je še posebej primeren za delovna mesta, kjer je prostor omejen, operacije pa težko dostopne.

Dvoročni robot SDA10 lahko deluje samostojno ali v ekipi z zaposlenimi. Obvladuje široko paleto aplikacij - od strege strojev, sestavljanja, transporta bremen... Odlikuje se tudi v hitrosti, saj delovne operacije opravi v le 2/3 običajnega deovnega časa!*

Ne glede na to, v kateri panogi delujete, vam bo avtomatizacija v vsakem primeru zagotovila prihranek časa in sredstev.

Izboljšajte produktivnost vašega podjetja!
Naredite več, bolje in v krajšem času!

**Dvignite pričakovanja,
izpolnite vaš potencial.
Prestopite v svet avtomatizacije!**

Za več informacij obiščite spletno stran www.motoman.si ali nas pokličite na številko **01 8372 410.**

Petnajst let izhajanja revije VENTIL, glasila za fluidno tehniko, avtomatizacijo in mehatroniko – 3. del

Anton STUŠEK

V decembru 2009 je izšel zadnji, tj. šesti zvezek petnajstega letnika revije Ventil. To je primeren čas za pogled nazaj in podrobnejšo razčlenitev dosedanjega razvoja revije in načrtov za prihodnost.

Nadaljevanje 2. dela prispevka v Ventilu 16(2010)2 – str. 96 in 97.

■ 5 Obseg in vsebina revije

5.1 Obseg

Do leta 2005 je revija izhajala štirikrat na leto. Obsegala je povprečno 60 do 70 strani. Zadnji letniki pa obsegajo šest zvezkov s povprečno 70 do 90 stranmi. V vsaki izdaji je navadno objavljenih do 30 reklamnih oglasov. Trenutna celostna podoba naslovnice je prikazana na sliki.

Vsebina posamezne številke je navadno razdeljena na 10 do 15 rubrik. Med temi so stalne rubrike: novice, poročila, znanstveni prispevki, strokovni prispevki, iz prakse za prakso, novosti na trgu, standardi in priporočila, nove knjige, zanimivosti na spletnih straneh ter seznam znanstvenih in strokovnih prireditev. Občasne rubrike pa so intervjuji, pogovori in predstavitev podjetij, poklicno srednje strokovno in visokošolsko izobraževanje, programska oprema, terminologija itd.

Mag. Anton Stušek, univ. dipl. inž., uredništvo revije Ventil

5.2 Pomembne vsebine

Vsaka številka revije objavlja 2 do 4 *znanstvene prispevke*, od tega je najmanj eden v tujem jeziku. Do sedaj je bilo objavljenih okoli 130 znanstvenih prispevkov, med njimi okoli 60 tujih. Znatno število teh prispevkov predstavljajo objave referatov v zbornikih naših bienalnih konferenc o fluidni tehniki v Mariboru.

Večino *strokovnih prispevkov* so objavili avtorji iz domačih podjetij ali predstavništev uveljavljenih tujih dobaviteljev.

V skupino pomembnih strokovnih prispevkov spadajo tudi *Pogovori* in *intervjuji* z uveljavljenimi znanstveniki, učitelji in strokovnjaki, med njimi je bilo nekaj pomembnih imen iz tujine: prof. dr. h. c. Wolfgang Backé iz Aachna, prof. dr. Hubertus Murrenhoff, direktor IFAS-a iz Aachna, A. Bolzani, predsednik CETOP-a, prof. dr. Marcus Geimer – TU Karlsruhe, dr. ing. Heinrich Theisen – IFAS, Ronald Knecht – podjetje Quaker (hidravlični fluidi) in drugi.

Tem se pridružujejo pogovori z vsemi aktualnimi predsedniki domačih

združenj SDFT in ZFT ter številnimi predstavniki domačih podjetij in pomembnih tujih dobaviteljev v okviru predstavitev njihovih podjetij in izdelkov.

V uvodnem delu vsake od izdaj so objavljene pomembne *novice* z obravnavanih področij doma in v svetu ter *poročila* o pomembnih dogodkih in dejavnostih domačih in mednarodnih strokovnih združenj (ZFT, SDFT, CETOP, VDMA, NFPA, ISO ipd.).

Novosti, povezane z domačimi in tujimi podjetji, ter zanimivosti o novih izdelkih so objavljene v rubrikah *Aktualno iz industrije*, *Iz prakse za prakso*, *Podjetja predstavljajo* ter *Novosti na trgu*.

Občasna rubrika *Ali ste vedeli* ima namen seznaniti bralce z osnovami in temeljnimi strokovnimi spoznanji predvsem na področjih fluidne tehnike.

Vrsta prispevkov je obravnavala *vprašanja izobraževanja*, rednega in dopolnilnega, tako poklicnega, srednjega kot visokošolskega. Obravnavana so bila splošna vprašanja, izobraževalni programi ter organiza-



Naslovnica zadnje, 6. številke, 15. letnika revije Ventil

cija praktičnega pouka, vključno s predstavitvijo laboratorijev in inštitutov, skupaj z visokošolskim izobraževanjem ter znanstvenoraziskovalnim delom.

V okviru rubrike *Standardizacija in priporočila* so predstavljeni kompletni sezname pri nas veljavnih standardov za področje fluidne tehnike in industrijskih ventilov (SIST ISO, SIST EU ipd.), redna poročila o dejavnosti tehničnega odbora HPV v okviru SIST ter redno objavljena poročila o novostih na področju mednarodne standardizacije na obravnavanem področju.

Manjše število prispevkov je objavljeno tudi v okviru rubrike *Programska oprema*.

Proti koncu vsakega zvezka so redne objave o novih knjigah na obravnavanih in obrobni področjih, o zanimivostih na spletnih straneh ter o prihajajočih znanstvenih in strokovnih prireditvah doma in v svetu (sejmi, razstave, konference, kongresi, seminarji ipd.).

Izdajatelj in uredništvo revije Ventil načrtujeta še nadaljnje izhajanje revije šestkrat letno v obsegu približno 70 do 100 strani na številko. Vsebinska naj bi ostala približno enaka kot sedaj, seveda ob neprestanem prizadevanju za izboljšanje znanstvene, strokovne in jezikovne ravni, vključno s še lepšo zunanjo podobo in še bolj premišljeno oblikovanimi oglasi.



STÄUBLI

ROBOTICS

MAN AND MACHINE
www.staubli.com

DOMEL®

Ustvarjamo gibanje

zastopstvo in prodaja robotov Stäubli

DOMEL d.d. Otoki 21, 4228 Železniki, Slovenija
T: +386 (0)4 51 17 355; F: +386 (0)4 51 17 357;
E: info@domel.com; I: www.domel.com

Nudimo široko paleto robotov **STÄUBLI**, ki vam omogočajo:

- zanesljivost
- natančnost
- hitrost
- kompaktnost
- vsa instalacija in pogoni so v notranjosti robota, ni možnosti poškodb, večja gibljivost

Slovenski študenti letalstva na tekmovanju DBF v ZDA

Na tekmovanje v gradnji daljinsko vodenih brezpilotnih letal z imenom Konstruiraj/Izdelaj/Leti (Design/Build/Fly), ki je potekalo od 16. do 18. aprila letos v zvezni državi Kansas, ZDA, se je odpravila tudi ekipa slovenskih študentov letalstva s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani in v konkurenci 65 ekip z različnih univerz po svetu dosegla 35. mesto.



Ekipa slovenskih študentov letalstva s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani



letu 2009/10 je bilo prijavljenih 65 ekip, predvsem z ameriških univerz, iz tujine



pa poleg nas še 6 ekip iz Turčije, ekipa iz Italije, Škotske (Velika Britanija),

Kolumbije in Mehike. Naša ekipa se je imenovala Ekipa Edvarda Rusjana

Študenti tretjega letnika in absolventi smeri Letalstvo na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani pod mentorstvom doc. dr. Tadeja Kosela so se oktobra 2009 prijaviili na študentsko tekmovanje z naslovom Konstruiraj/Izdelaj/Leti (Design/Build/Fly – DBF) (spletna stran www.aiaadbf.org), ki ga vsako leto organizirata podjetji Cessna Aircraft Company in Raytheon Missile Systems s podporo Ameriškega inštituta za aeronavtiko in astronavtiko (AIAA). Tekmovanje je potekalo od 16. do 18. aprila 2010 na letališču tovarne Cessna (CEA) v mestu Wichita v zvezni državi Kansas, ZDA. Tvrstno tekmovanje je bilo štirinajsto po vrsti, poteka pa že od šolskega leta 1996/97. V šolskem



Ekipa nese letalo zloženo v škatli proti vzletno-pristajalni stezi



(Edvard Rusjan Slovenian Team). Letalo pa smo poimenovali EDA2010. Uvrstili smo se na 35. mesto. S tem so študenti letalstva s Fakultete za strojništvo, ki so v ta projekt vložili veliko študijskega in prostega časa, dokazali, da so v konstruiranju, izdelavi in letenju daljinsko vodenih brezpilotnih letal, ki morajo zadostiti kompleksnim tehničnim zahtevam, v svetovnem vrhu.

S tekmovanjem želijo organizatorji spodbuditi študente letalstva oziroma aeronavtike širom po svetu k praktičnemu delu, pri katerem študenti sami konstruirajo brezpilotno letalo na daljinsko vodenje (remote control – RC), ga izdelajo in z njim letijo. Tehnične zahteve so vsako leto drugačne, tako da je vedno treba zgraditi novo letalo. Nagrade za prve tri uvrščene ekipe so znašale 2500 \$, 1500 \$ in 1000 \$, prvih deset ekip pa je prejelo knjigo Aerospace Design Engineers Guide, ki jo je izdala AIAA.

Pogoj za prijavo ekipe na tekmovanje je, da so vsi člani ekipe redno vpisani študenti, razen pilota, in morajo biti člani združenja AIAA. Ena tretjina članov ekipe mora biti iz nižjih letnikov. Pilot mora biti član združenja AMA (Academy of Model Aeronautics) in je lahko tudi iz neakademiških krogov. Z vsake fakultete se lahko prijavi največ dve ekipi.

Vsaka od prijavljenih ekip je morala do 2. marca 2010 oddati tehnično poročilo, v katerem je opis zasnove letala, podani so aerodinamični in trdnostni preračuni, numerične simulacije leta letala, uporabljeni materiali in način gradnje ter na koncu tehnične risbe letala. Poročilo se ocenjuje in ocena prispeva h končnemu rezultatu.

Osnovne zahteve tekmovanja so, da mora letalo vzleteti samo s pomočjo lastnega elektromotorja. Dovoljena je uporaba več krtačnih ali brezkrtačnih motorjev in več propelerjev. Največji dovoljeni električni tok do motorja je omejen na 40 A z varovalko. Kot vir električnega napajanja so dovoljene samo baterije NiCd ali NiMh. RC-sprejemnik in servomotorji mo-



Letalo v fazi pristanka, v ozadju McConnell Air Force Base

rajo imeti svoje napajanje, ločeno od napajanja pogonskega motorja. Največja dovoljena masa baterij je 1,8 kg in največja vzletna masa letala 25 kg. Ekipa mora pred pričetkom tekmovanja predložiti fotografijo letala v letu.

Vsako letalo je bilo najprej tehnično pregledano. Ustrezati je moralo varnostnim zahtevam. Vse ročice krmil so morale biti varovane proti odpetju, vijaki proti odvitju, pregledana je bila struktura trupa in kril, preizkušena trdnost krila na približno obremenitev

2,5 g, preverjeno pravilno odklanjanje krmil in težišče letala. Za primer odpovedi so morali biti na RC-sprejemniku nastavljeni varnostni (fail-safe) položaji krmil v primeru izgube radijske povezave med RC-oddajnikom in sprejemnikom, to je pomenilo zaprt plin in krilca popolnoma v desno. Motor je moral biti zavarovan z varovalko, ki je preprečevala nezaželen zagon motorja in je morala biti odklopljena do vzleta in takoj po pristanku. Organizator namenja zelo veliko pozornost varnosti tekmovalcev in gledalcev. Letošnje posebne tehnične zahteve



Ekipa nese letalo proti hangarju, kjer bodo napolnili baterije in letalo pripravili na naslednji let



Natovarjanje letala s softball žogicami, kjer se meri čas natovarjanja, zato je morala ekipa hiteti

bile, da mora letalo nositi v trupu od 6 do 10 softball žogic. Število se je določilo z metom dveh kock. Žogice so bile naključno izbrane med 11- in 12-inčnimi softball žogicami, ki imajo premer 89 mm oziroma 97 mm in tehtajo 165 g oziroma 181 g. Letalo je moralo biti sposobno na zunanji strani nositi od 1 do 5 softball kijev dolžine od 660 mm do 762 mm in mase od 453 g do 567 g. Število kijev si je vsaka ekipa izbrala sama po lastni presoji.

Letalo z vso opremo (letalo, baterije, RC-oddajnik, orodje za sestavljanje letala) pa je moralo biti zloženo v škatli z največjimi zunanji merami 609 x 609 x 1219 mm. Tekmovanje je bilo poleg ocene tehničnega poročila sestavljeno iz treh nalog. Pred vsakim letom se je letalo, zloženo v škatli, stehalo in nato ga je morala ekipa sestaviti. Najdaljši dovoljeni čas sestavljanja letala je bil 5 min. V 1. nalogi je bilo potrebno leteti s praznim letalom dva šolska kroga, pri tem pa se je meril čas letenja. Naš čas je znašal 1 min 20 sek. Letalo je moralo pri vseh treh nalogah vzleteti na razdalji 30 m. V poziciji z vetrom je moralo narediti zavoj za 360 stopinj v nasprotni smeri šolskega kroga. Dolžina šolskega kroga je bila v vsako stran od začetne linije 152 m,

prelet te linije pa je označil sodnik z dvigom zastavice.

Letalo je po pristanku moralo ostati na vzletno-pristajalni stezi. V 2. nalogi je bilo potrebno leteti s 6 do 10 žogicami, odvisno od dobljenega števila z metom dveh kock, tri šolske kroge, meril pa se je čas nalaganja žogic v letalo. V našem primeru smo imeli v prvem poskusu 8 in v drugem poskusu 6 žogic, nalagali pa smo jih 22 s oziroma 18 s. Opravljeni let pa žal ni bil veljaven zaradi poškodbe letala pri trdem pristanku, kjer so se poškodovali krilni nosilci. V 3. nalogi je moralo letalo leteti z 1 do 5 kijji, mi smo se že v fazi zasnove letala odločili za 4 kije. Leteti je moralo tri šolske kroge, pri čemer se je meril čas letenja. Te naloge žal nismo opravili zaradi poškodb letala.

Naša ekipa je zasnovala leteče krilo, ki se je skupaj z vsem potrebnim zložilo v škatlo velikosti 570 x 350 x 910 mm. Trup letala je izdelan iz kompozita, ojačanega z dvema slojema ogljikove tkanine +/- 90 in +/- 45, 200 g/m². Krila so izdelana iz stiroporne sredice in prevlečena z 1,5-milimetrsko balzo

ter folijo Oracover; glavni nosilec je iz ogljikovega kompozita (rovinga). Škatla je izdelana iz 3-milimetrskega deprona, prevlečenega na obeh straneh s plastjo posebnega papirja. Letalo se razstavi na tri dele: centralni del s podvozjem (centroplan) in dve polovici krila. Teža letala z baterijami, RC-oddajnikom, orodjem za sestavljanje letala in škatlo znaša 8,7 kg, letalo pa je ekipa treh študentov (Luka Kenk, Primož Prhavic in Gregor Bizilj) sestavila v 3 min. Naš pilot je bil Bojan Verce in njegov pomočnik Primož Prhavic. 1. nalogo smo opravili brez težav (čas letenja 1,33 min), 2. in 3. naloge pa nismo uspešno opravili zaradi poškodbe letala ob pristanku. Zaradi velikega števila ekip naloge nismo mogli ponavljati.

Za tehnično poročilo smo prejeli 84,75 točk, kar nas je uvrstilo na 24. mesto. Z letenjem smo zbrali 10,4 točke, kar nas je uvrstilo na 30. mesto. Po masi letala in škatle smo se uvrstili na 42. mesto. Končni rezultat tekmovanja se je izračunal na osnovi ocene tehničnega poročila in ocene letenja. Skupaj smo zbrali 881 točk in bili tako uvrščeni na 35. mesto od 65 tekmovanih ekip, kar je kljub vsemu dober rezultat. Zmagala je ekipa z Oklahoma State University, Team Orange.

Tekmovanje je potekalo na letališču tovarne Cessna (CEA). Letališče ima asfaltirano vzletno-pristajalno stezo s smermi 17/35 velikosti 1180 x 12 m (N37.647668, W97.248187). Ekipa so imele na voljo prostor v hangarju za pripravo svojih letal na letenje in popravila. Tehnični pregledi in tehtanje letal so potekali v hangarju, sestavljanje letal pa poleg vzletno-pristajalne steze, ki je 200 m oddaljena od hangarja.

Vreme je bilo prvi letalni dan jasno s temperaturami od 6 do 19° C, veter pa je pihal s hitrostjo od 14 do 27 km/h s sunki do 47 km/h iz severovzhodne smeri. Drugi letalni dan je bilo oblačno z občasnim rosenjem in tem-



peraturami od 9 do 14° C ter hitrostjo vetra od 8 do 23 km/h s sunki do 34 km/h iz jugovzhodne smeri.

Za izvedbo projekta so zaslužni naslednji študenti: Luka Kenk, Gregor Bizilj, Matej Pušnik, Primož Prhanc, Atina Lazič, Matija Fojkar, Marko Kavčnik, Rosana Kolar, Jernej Konjar, Jure Nowak, Rok Perko, Sarah Sušnik, Tadej Trojner, Bojan Verce, Tine Zajšek in Nejc Zupančič, ki so izdelali letalo, škatlo in vse, kar spada zraven, ter organizirali celotno odpravo. K uspešni izvedbi projekta so pripomogli sponzorji s svojimi finančnimi in materialnimi prispevki: Javni sklad Republike Slovenije za razvoj kadrov in štipendije, RPS, d. o. o., Ljubljana, Laboratorij za aeronavtikko na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani, Kolegij dekana Fakultete za strojništvo v Ljubljani, Delta team, d. o. o., Krško, Aerodrom Ljubljana, d. d., STA, d. o. o., Ljubljana, UPS, d. o. o., Ljubljana, Študentska organizacija Univerze v Ljubljani (ŠOU), Študentska organizacija Fakultete za strojništvo (ŠOFS), National instruments, d. o. o., Celje,



Letalo natovorjeno z notranjim in zunanjim tovorom

ib-CADdy, d. o. o., Ljubljana, Naviter, d. o. o., Radovljica, Janez Let, d. o. o., Ljubljana, Mibo Modeli, d. o. o., Logatec, Fragmat, d. o. o., Ljubljana, Letališče Portorož, d. d., Vibor, d. o. o., Ljubljana, Mirnik, d. o. o., Ljubljana ter Jože Makuc, Bernarda Kosel, Tadej Podgornik, Goran Višnjič,

Jurij Sodja, Davorin Draginc in Anton Zupan.

Viri: Uradna stran tekmovanja DBF, <http://www.aiaadbdf.org/>

Doc. dr. Tadej Kosel, UL, Fakulteta za strojništvo, mentor projekta

40 let razvijamo in proizvajamo elektromagnetne ventile



JAKŠA







MAGNETNI VENTILI

- 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, tel.: (0)1 53 73 066 fax: (0)1 53 73 067, e-mail: info@jaksa.si

Brezžična senzorska omrežja

Institut Jožef Stefan je v sodelovanju s Tehnološkim parkom Ljubljana v okviru evropskega projekta *ProSense* izvedel mednarodno delavnico na temo priložnosti na področju brezžičnih senzorskih omrežij.

Na delavnici z mednarodno udeležbo so raziskovalci in podjetniki izpostavili pomen pospešenega razvoja aplikativnih rešitev s področja brezžičnih senzorskih omrežij in njihov perspektivni tržni potencial, ki ga lahko izkoristijo mala in srednje velika podjetja.

V prvem delu srečanja se je več kot 60 udeležencev delavnice seznanilo s priložnostmi in idejami s področja rešitev in aplikacij brezžičnih senzorskih omrežij. **Dr. Srdjan Krco**, predstavnik institucije **Ericsson Ireland Research Centre-EIRC** in koordinator projekta *ProSense*, je izpostavil poglobljene teme s področja brezžičnih senzorskih omrežij in predvidel nadaljnji razvoj interneta stvari (»Internet of Things«). **Prof. dr. Igor Papič s Fakultete za elektrotehniko v Ljubljani** je predstavil nov koncept pametnih omrežij – *SmartGrids*, ki pomeni velik korak naprej v proizvodnji in učinkoviti rabi električne energije. Predstavniki **Instituta Jožef Stefan** so predstavili uporabo telesnih senzorskih omrežij v medicini. **Prof. dr. Roman Trobec** je poudaril, da »raziskovalna skupina *Instituta Jožef Stefan* predlaga možnosti za uvajanje senzorskih biomeritev, povezanih s telekomunikacijskimi in računalniškimi tehnologijami, ki so prilagojene biomedicinskim potrebam in organizaciji aktivnosti, potrebnih za izvedbo zdravstvene teleoskrbe.« Na ta način bi se odprlo področje za konkurenčno delovanje malih inovativnih podjetij, kar bi lahko pomembno znižalo stroške zdravstva in zvišalo kakovost zdravstvenih storitev.



Udeleženci med pogovorom v predverju

Predstavnika Šole za elektrotehniko z Univerze v Beogradu, **Zoran Babović** in **Goran Rakocević**, sta v sklopu idej za uporabo brezžičnih senzorskih omrežij predlagala uporabo integriranih senzorskih omrežij v javnih distribucijskih sistemih ter izvedbo storitev za fitnes sisteme.

V popoldanskem delu so podjetniki predstavili uspehe s področja trženja in praktične uporabe brezžičnih senzorskih omrežij. Predstavniki **Fakultete za elektrotehniko in informacijske tehnologije iz Skopja** in **EuroComputer Systems iz Skopja** so razvili sodoben način nadzora vinogradov s pomočjo brezžičnih senzorskih omrežij. **Prof. dr. Liljana Gavrilovska** je poudarila, da: »aplikacija *DIONIS* uporablja različne senzorje (temperatura, vlažnost in kemična sestava) za zbiranje podatkov, brezžično komunikacijo za prenos podatkov na ustrezne nivoje in podatkovne baze za shranjevanje podatkov. Aplikacija lahko na ta način izboljša proces rasti grozdja in s tem zviša kakovost vina, obenem pa zmanjša porabo vode in pesticidov.« **Uroš Platiše** iz podjetja **Energy Conductors** je predstavil nov koncept pametnih električnih omaric (*SmartDB*). Povedal je, da: »pametne električne omarice ponujajo celovito rešitev za upravljanje

z močjo in energijo. Predstavljajo vmesni člen med pametnimi napravami in števci in omogočajo popolno kontrolo nad vsemi napravami, hitre odzivne čase in dodatno zaščito.« **Srdjan Djordjevič**, trener atletov in predstavnik podjetja **TMG-BMC**, ki je tudi član Tehnološkega parka Ljubljana, je nadaljeval s predstavitvijo možnosti uporabe biosenzorjev v medicini, športu, industriji ali na drugih področjih, kjer je kakovost dela odvisna od mišične aktivnosti. **Dimitrij Najdovski** iz podjetja **X3data** je predstavil delovanje algoritma inteligentne brezžične mreže senzorjev za potrebe napovedovanja vetrnih razmer v Vipavski dolini. Dejal je, da je »bil sistem razvit za zagotavljanje prometne varnosti na hitri cesti *Razdrto-Vipava* in določitev optimalnih protivetrnih ukrepov za posamezne kategorije vozil. Brezžična mreža senzorjev je sestavni del tehnologije realne časovne simulacije dinamike tekočin s časovno spremenljivimi robnimi pogoji na diskretnih lokacijah vozlišč mreže.«

Udeleženci delavnice so si v času delavnice lahko ogledali tudi razstavo nekaterih idej in aplikacij brezžičnih senzorskih omrežij.

www.tp-lj.si

Več o projektu ProSense

Projekt ProSense (Promote, Mobilize, Reinforce and Integrate Wireless Sensor Networking Research and Researchers: Towards Pervasive Networking of West Balkan Countries and the EU) je sofinanciran s strani 7. okvirnega programa v okviru teme sodelovanje. Spletna stran projekta: <http://www.prosense-project.eu/>.

Konzorcij sestavlja osem partnerjev:

1. Ericsson Ireland Research Centre-EIRC (<http://www.ericsson.com>),
2. Faculty of Electrical Engineering and Information Technologies (S & T coordinator) Ss. Cyril and Methodius University Skopje Former Yugoslav Republic of Macedonia (<http://www.feit.ukim.edu.mk>),
3. INRIA, France (<http://www.inria.fr>),
4. Department of Electronic, Electrical and Computing Engineering University of Birmingham, UK (<http://www.bham.ac.uk>),
5. Institute of Telecommunications, Warsaw University of Technology Warsaw, Poland (<http://www.tele.pw.edu.pl/index-en.html>),
6. Research Academic Computer Technology Institute (CTI), Patras, Grčija (<http://www.cti.gr>),
7. School of Electrical Engineering University of Belgrade (<http://www.etf.bg.ac.yu>),
8. Department of Communication Systems Jožef Stefan Institute (<http://www.ijs.si>).

Namen projekta je izboljšati raziskovalni potencial in sposobnosti raziskovalnih središč in jih nadgraditi v brezžično omrežje centrov odličnosti. Centri bodo sposobni upravljati raziskovalni program, ki bo vzpodbudil razvoj drugih podobnih centrov v regiji. Projektni partnerji bodo dosegli cilje projekta z organiziranimi izmenjavami raziskovalcev in s pospešeno izmenjavo znanstvenega znanja in raziskovalnih rezultatov s področja brezžičnih senzorskih omrežij preko izvedbe serij delavnic in seminarjev.

SERVO VENTILI, PROPORCIONALNI VENTILI IN RADIALNO-BATNE ČRPALKE

MOOG

Zakaj radialno-batne visokotlačne črpalke MOOG?

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

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

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

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



Orbitalni hidromotorji, z zavoro ali z dodatnimi blok ventili



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



M-S HYDRAULIC

OZS je sodelovala na 19. mednarodni energetski konferenci (Power engineering)

Od 11. do 13. maja je na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze Maribor potekala mednarodna konferenca o energetiki, imenovana 19. Posvet o komunalni energetiki. Slavnostna govornika sta bila rektor Univerze Maribor **prof. dr. Ivan Rozman** in dekan Fakultete za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze Maribor **prof. dr. Igor Tičar**.

Organizatorji so bili: **Univerza Maribor**, **Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije**, **Univerza v Ljubljani** in **Energetska agencija za Podravje**. Predsednik organizacijskega odbora je bil **prof. dr. Jože Voršič**, podpredsednik **Janez Škrlec** (OZS) in tajnik **Jurček Voh**, FERI, Univerza Maribor. Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije je v dogodku sodelovala tudi preko projekta **Innovation 2010**, ki ga vodi **mag. Andrej Poglajen** (OZS). Na posvetu je bila organizirana tudi okrogla miza o stanju na področju energetike v Sloveniji, ki se je poleg drugih uglednih gostov udeležil tudi direktor direktorata za energijo **mag. Janez Kopač**.

Na dogodku so bili predstavljeni številni tematski sklopi o obnovljivih virih energije, okoljskih zahtevah in oskrbi z energijo ter tehnologijah v energetiki. Na konferenci so sodelovali domači in tuji strokovnjaki, ki se ukvarjajo s različnimi področji energije. V uvodnem delu sta bili dve nadvse zanimivi predstavitvi, ki ju je za ta dogodek organiziral Odbor za znanost in tehnologijo pri OZS. Prvo temo je predstavila ugledna mednarodno priznana znanstvenica **prof. dr. Marija Kosec** z Instituta Jožef Stefan. Soavtorji so bili, **dr. Danjela Kuščer**, **dr. Janez Holc**, prav tako z Instituta Jožef Stefan, in **Janez Škrlec**, predsednik odbora za znanost in tehnologijo pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije. Strokovna vsebina je bila name-



Nagovor mag. Janeza Kopača

njena novim materialom v energetiki in novim virom električne energije. Zajemala je napredne in prihajajoče tehnologije, ki so javnosti zelo malo poznane, vendar bodo v prihodnosti nadvse pomembne, še zlasti ob večji in intenzivnejši uporabi nanotehnologij. Predstavitve prof. Koščeve je bila usmerjena predvsem na vire električne energije manjših moči za avtonomno napajanje različnih senzorskih sistemov in naprav, ki delujejo na oddaljenih lokacijah, kjer je preskrba z električno energijo iz omrežja praktično nemogoča. Drugo zanimivo uvodno predavanje sta predstavila

strokovnjaka **Tomaž Mavec** in **mag. Edvard Košnjek** iz Elektro Gorenjske na temo informacijsko-komunikacijske tehnologije in aktivna omrežja za distribucijo električne energije danes in jutri. Z aktivno udeležbo in z vlogo soorganizatorja na tako pomembni mednarodni konferenci o energetiki je Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije le še potrdila svojo vlogo pri vključevanju v pomembne energetsko-tehnološke procese.

*Janez Škrlec, inž.
Obrtno-podjetniška zbornica
Slovenije*

IRT 3000
inovacijerazvojtehnologije
www.irt3000.si

**OBRNO-PODJETNIŠKA
ZBORNICA
SLOVENIJE**

Gospodarska
zbornica
Slovenije
Združenje kovinske industrije
Fluidna tehnika Slovenije

strojnistvo.com
križišče strojnikov

Transport in logistika – Dnevi prevoznikov

14. in 15. maja je v Logističnem centru BTC- v Ljubljani potekala prireditev Transport in logistika – Dnevi prevoznikov, na kateri so se dva dni srečevali direktorji transportnih in drugih logističnih podjetij, vodje logističnih oddelkov znotraj podjetij, prevozniki in uporabniki transportnih storitev. Prireditev je uradno odprl **dr. Igor Jakomin**, državni sekretar na Ministrstvu za promet, obiskovalce pa sta nagovorila tudi predsednik uprave BTC Ljubljana **Jože Mermal** in direktor Logističnega centra BTC Ljubljana ter predsednik programskega odbora prireditve **Janko Pirkovič**.



Utrinek s predavanj

V sklopu konferenčnega dela, ki je potekal v petek, 14. maja, je organizator gostil predstavnike največjih slovenskih podjetij – Pošte Slovenije, Slovenskih železnic, Luke Koper, Intereurope, Petrola in drugih, ki so analizirali trenutne razmere v logistični dejavnosti, predstavili lokalne in globalne trende ter vizije in načrte. Konferenca se je zaključila s podelitvijo priznanja *Prevoznik leta 2010* in z ogledom primera dobre

prakse v podjetju *SPAR Slovenija*, kjer uspešno rešujejo logistične izzive, s katerimi se soočajo.

Priznanje Prevoznik leta 2010 je dobilo *Prevoznik Daniel Fijavž, s. p.* Med tremi finalisti, ki jih je izbrala petčlanska komisija na podlagi javnega razpisa, pa sta bili tudi podjetji *ATIS Goriški Avtotransport, trgovina in storitve – Company, d. o. o.*, ter *PLOJ, trgovina, storitve in prevoznikštvo, d. o. o.*

Drugi dan je sledilo državno prvenstvo poklicnih voznikov v izvedbi Zveze ZŠAM Slovenije in pester spremljevalni program. Obiskovalci so se udeležili številnih *interaktivnih delavnic* o nalaganju in pritrjevanju tovora, uporabi tahografa, kriterijih izmenljivosti palet, zaviranju v sili, varčni in varni vožnji. Na ogled sta bila postavljena novi *RENAULT MASTER Furgon, 125.35 L3H2*, s pogonom na zadnji kolesni par in *RENAULT MAGNUM*, vlačilec, 520.18 4 x 2, z avtomatiziranim menjalnikom Optidriver+, obiskovalci pa so se pomerili tudi v ekipni vleki tovornega vlačilca. Prava atrakcija je bilo tudi *avtodvigalo*, s katerim so imeli obiskovalci možnost panoramskega ogleda.

Več o prireditvi si lahko preberete tudi na spletnih straneh: www.logistika-slo.si, www.logisticni-center.si.



Nominiranci za Prevoznika leta 2010; v sredini dobitnik priznanja, g. Fijavž

VENTIL

REVUA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

telefon: + (0) 1 4771-704
 telefaks: + (0) 1 4771-761
<http://www.fs.uni-lj.si/ventil/>
 e-mail: ventil@fs.uni-lj.si

Sejmi v Celju: Energetika, Terotech – Vzdrževanje, Varjenje in rezanje ter EKO, 18.–21. maj 2010

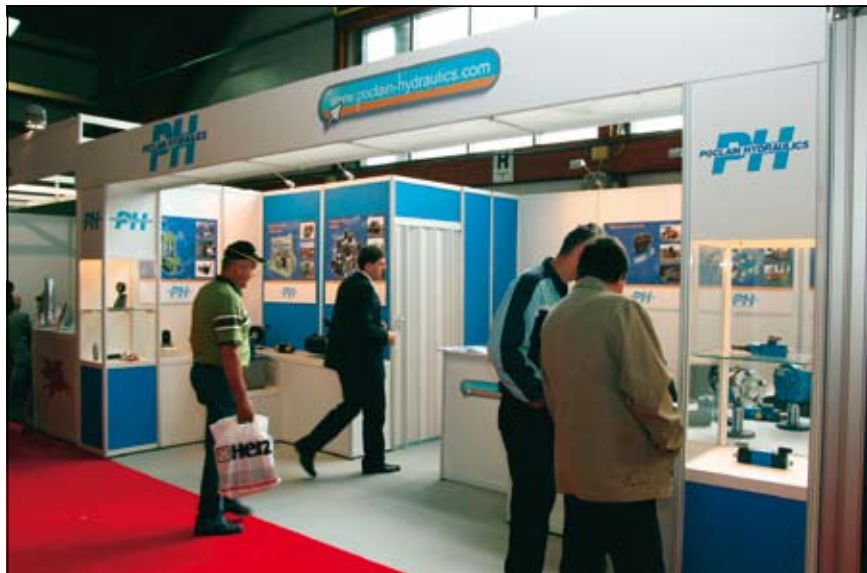
Ob prisotnosti ministra za gospodarstvo M. Lahovnika, številnih častnih gostov in vodstva Celjskega sejma so 18. maja odprli letošnje celjske sejme:

- 15. mednarodni sejem ENERGETIKA,
- 14. mednarodni sejem TEROTECH – VZDRŽEVANJE,
- 6. mednarodni sejem VARJENJE IN REZANJE,
- 8. sejem EKO.

Sejmi so bili odprti do 21. maja. Razstave so potekale v vseh dvoranah Celjskega sejma s številnimi razstavljalci na prostem. Skupaj je na vseh štirih sejmih sodelovalo okoli 360 razstavljalcev, med njimi vsi pomembni domači izdelovalci opreme s področij sejmov in številna tuja podjetja, ki so jih v glavnem zastopali njihovi slovenski zastopniki oz. predstavniki. Največ razstavljalcev je bilo v okviru sejma ENERGETIKA, okoli 225, na sejmu TEROTECH – VZDRŽEVANJE okoli 70, na sejmu VARJENJE in REZANJE okoli 35 in v okviru sejma EKO okoli 30 razstavljalcev.

Poleg razstav so bile organizirane številne obsejemske prireditve:

- Dan slovenskih inštalaterjev – energetikov,
- Tekmovanje dijakov srednjih poklicnih šol Slovenije – poklic inštalater,
- Skupščina in konferenca Združenja slovenske fotovoltaične industrije (ZSFI),
- Okoljski simpozij: (Ne)varno sevanje z nevarnimi odpadki v Sloveniji,
- Novi trendi v vzdrževanju,
- Dan varilne tehnike – zaščita in varnost pri varjenju,
- Tekmovanje varilcev,
- Elektromagnetna sevanja – neionizirana sevanja,
- Bivaj trajnostno – pridi po nasvet:



Razstavljalni prostor POCLAIN HYDRAULICS (Kladivar – Žiri)

- kaj vse mora vedeti končni porabnik energije,
- Kako lahko poskrbimo za večjo energijsko učinkovitost doma.

Glede na moje strokovno zanimanje in omejen čas obiska sem podrobneje pregledal le razstave v okviru sejmov TEROTECH – VZDRŽEVANJE ter VARJENJE in REZANJE. Sicer pa so bile tako razstave, obsejemske prireditve in bogata reklamna dejavnost na prostem usmerjene predvsem na najbolj aktualno tematiko sejmov, tj.

na trajnostno in energijsko učinkovito gradnjo stanovanjskih objektov, sodobno ravnanje z odpadki in varovanje okolja ter fotovoltaike.

Na sejmu TEROTECH – VZDRŽEVANJE so bila zastopana vsa pomembna slovenska in zastopniška podjetja, ki se ukvarjajo z različnimi storitvami na področju vzdrževanja – od monitoringa stanja do rednega in kurativnega vzdrževanja strojev in naprav ter izdelovanja in dobave potrebne merilne opreme, orodja in



FESTO še vedno med prvimi na našem tržišču pnevmatike

rezervnih delov. Izstopali so številni dobavitelji tesnilne tehnike; cevi, cev-
nih priključkov in gibkih cevovodov;
hidravličnih tekočin in drugih de-
lovnih medijev; standardnih strojnih
elementov ter merilnih inštrumentov
in kompletnih analizatorjev za ugot-
avljanje stanja strojev in naprav.

V okviru tega sejma že tradicionalno
nastopajo domači izdelovalci in tuji
dobavitelji hidravlike in pnevmatike.

Na sejmu VARJENJE in REZANJE je
bila predstavljena najsodobnejša opre-
ma za vse standardne načine varjenja
in rezanja. Izstopala je oprema za plin-
sko plazemsko in lasersko rezanje ter
najsodobnejša oprema za preskušanje
zvarov in zvarjenih spojev. Poleg var-
ilnih robotov so številni razstavljav-
ci predstavljali tudi drugo opremo
za avtomatizacijo varjenja, pa tudi
enostavnejša ročna in pnevmatična
orodja za vpenjanje varjencev. Za-
nimive so bile tudi nove rešitve za
preskušanje zvarov. V okviru te raz-
stave so razstavljali tudi dobavitelji
opreme za proizvodnjo in ravnanje s
tehničnimi plini v Sloveniji.



Varstroj, prvi med domačimi »varilci«

Zanimiva novost razstave pa je
bilo uvajanje virtualne tehnologije
izobraževanja in usposabljanja varil-
cev in drugih specialistov za varjenje.
Gre za sistem računalniško podprtega
virtualnega varjenja, ki omogoča mo-
nitoring in krmiljenje usposabljanja
za vse standardne načine varjenja z
upoštevanjem le osnovnih ali vseh
pomembnih parametrov varjenja. Sis-
temi omogočajo ogromne prihranke

časa in materiala ter popolno varnost
pri delu.

Na koncu je treba omeniti še im-
presivno razstavo varjenih umetnin,
ki so plod sodelovanja sekcije za
umetniško varjenje pri Društvu za
varilno tehniko iz Maribora in sloven-
skih likovnih umetnikov.

Anton Stušek

www.ce-sejem.si

NAJVEČJI SEJEM IN POSLOVNA
PRIREDITEV V TEM DELU EVROPE
SEJEM VSEH SEJMOV

MEDNARODNI OBRTNI SEJEM

43. MOS

CELJE, CELJSKI SEJEM
8. – 15. SEPTEMBER 2010

DOBRE POSLOVNE VIBRACIJE

ZA NAJBOLJ PODJETNE OBRTNIKE IN PODJETNIKE

SEJEM ZA NOVE POSLE IN UGODNE NAKUPE



Industrijski forum IRT 2010 predstavil številne dosežke in preboje domačega znanja

V Portorožu se je v torek 08. 06. 2010 uspešno končal dvodnevni Industrijski forum IRT 2010. Več kot 300 udeležencev se je strinjalo, da je zaradi zapletenih gospodarskih razmer še toliko pomembnejše druženje na tovrstnih strokovnih dogodkih, saj se na njih stke veliko novih poznanstev, ki omogočajo izmenjavo mnenj, izkušenj in znanj, pogosto pa pomenijo tudi začetek uspešnega sodelovanja in skupnega nastopa na domačem in tujih trgih.



Utrinek s predavanj

Udeleženci so na Industrijskem forumu IRT 2010 lahko prisluhnili **52 vabljenim in strokovnim prispevkom**, ki so predstavili pregled inovacijskih, razvojnih in tehnoloških dosežkov ter prebojev domačega znanja v industrijskem okolju. Predstavljene vsebine je dopolnilo **44 razstavljavcev**, ki so prikazali zadnje tehnološke dosežke in možnosti njihove uporabe v praksi.

Dogodek sta odprla **dr. Marko Jaklič**, predsednik Sveta za znanost in tehnologijo Republike Slovenije in **dr. Viljem Pšeničny**, generalni sekretar Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije, ki je tudi glavni partner dogodka. Dr. Jaklič je poudaril, da je v svetu na področju uvajanja novih tehnologij v prihodnjih 15 letih lahko pričakujemo velike spremembe in da nam bo zelo težko, če ne bomo nekaj naredil za strokovne kadre. Dr. Viljem Pšeničny je izpostavil, da Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije podpira znanje, odličnost, inovativnost, ustvarjalnost, posodabljanje obrti in tudi vseh drugih dejavnosti. Zavzel se je za izdelava

vo poslovnega načrta za Slovenijo, ki bi na kratko opredelil pomembnejše razvojne usmeritve.

V plenarnem delu prvega dne so bile **vodilnim** v največjih slovenskih proizvodnih podjetjih predstavljeni **možne rešitve in modeli** za uspešnejše povezovanje države, industrije in raziskovalnih institucij - pri financiranju in ustvarjanju znanja ter prenosu razvojnih in tehnoloških dosežkov v industrijsko okolje za dosego večjih dodanih vrednosti. Predsednik uprave Kovinoplastike Lož in podpredsednik ISTME Europe **Janez Poje** je v predstavitvi izpostavil, kako zelo pomembno je, da zagotovimo **primerne pogoje** oziroma **možnosti za inovativnost**. Po njegovih besedah je namreč pri inovativnosti le 30 odstotkov talenta, ostalih 70 odstotkov pa so znanje in ustrezni pogoji pri delu. Generalni direktor TPV, d. d., in predsednik Združenja Razvojna iniciativa Slovenije **dr. Tomaž Savšek** je predstavil **potencialne inovacijskega preboja** Slovenije ter dejansko stanje na področju razvoja tehnologij in inovacij v Sloveniji. Po njegovih besedah je finančna udeležba industrije v novih razvojnih projektih manj kot 10-odstotna, po drugi strani pa le 10

odstotkov razvojnih dosežkov prehaja iz razvojnih institucij v industrijo. Poudaril je, naj bo Slovenija **dežela inženirjev** in ne dežela delovne sile.

Eden od vrhuncev prvega dne je bila **okrogla miza** o razvoju in sodelovanju. Na njej so sodelovali predsednik uprave Kovinoplastike Lož, d. d., in podpredsednik ISTME Europe **Janez Poje**, pomočnik generalnega direktorja TPV, d. d., in predsednik Združenja RIS **dr. Tomaž Savšek**, direktor Tehnološkega parka Ljubljana **mag. Iztok Lesjak**, vodja Sektorja za podjetništvo na Javni agenciji Republike Slovenije za podjetništvo in tuje investicije (JAP-TI) **Alenka Hren** ter direktor podjetja iMold, d. o. o., **mag. Blaž Florjanič**. Sogovorniki iz industrije so med drugim izpostavili, da je treba nujno povečati število diplomantov na tehničnih fakultetah, kar bi lahko dosegli tudi tako, da bi univerze malo bolj prisluhnile predlogom industrije, katera znanja potrebujejo v podjetjih, da je naš domači trg EU in da si je treba vsak dan prizadevati, da nekaj izboljšamo.

Po okrogli mizi je organizator Industrijskega foruma IRT in izdajatelj strokovne revije IRT3000 prvič podelil **priznanje TARAS** za najuspešnejše



Udeleženci okrogle mize



Prejemniki priznanja TARAS

sodelovanje znanstvenoraziskovalnega okolja in gospodarstva na

področju inoviranja, razvoja in tehnologij. TARASA sta za uspešno so-

delovanje pri razvoju Sistema za avtomatsko končno kontrolno kakovosti elektromotorjev za sesalnike prejela podjetje **Domel, d. d.**, in **programska skupina Sistemi in vodenje Instituta Jožef Stefan**. Izvršni odbor za priznanje TARAS je v obrazložitvi nagrade zapisal, da gre za **izredni dosežek sodelovanja** gospodarstva in znanstvenoraziskovalnega okolja, ki na najvišji ravni **rešuje konkretne industrijske probleme** in s tem zagotavlja najvišjo konkurenčnost izdelka na zelo zahtevnem svetovnem trgu.

Po podatkih partnerja registracije podjetja **LEOSS**, ki je natančno in točno spremljalo udeležbo in odlično skrbelo za registracijo, je bilo na dogodku **318 udeležencev**, ki so sodelovali na vsaj eni od predstavitev strokovnih prispevkov, okrogli mizi in podelitvi priznanja TARAS ali pa so bili dejavni na razstavi. **Seznam udeležencev** je objavljen na spletni strani dogodka. Za konec in tudi za začetek novega ciklusa, ki bo **vrhunec dosegel 6. in 7. junija 2011** na Industrijskem forumu IRT 2011 v Portorožu, naj izpostavimo in se zahvalimo **sponzorju** dogodka Javni agenciji Republike Slovenije za podjetništvo in tuje investicije (**JAPTI**) pri Ministrstvu za gospodarstvo, pokroviteljem dogodka podjetjem **ABB**, **LOTRIČ** in **MOTOMAN**, vsem **razstavljavcem** in **partnerjem** ter nena zadnje **udeležencem**, ki so dogodek prepoznali kot odlični vir informacij in znanja ter tudi kot priložnost za navezovanje poslovnih stikov in se ga v tako velikem številu tudi udeležili.

www.forum-irt.si



TEHNOLOŠKI PARK LJUBLJANA
01

t: 01 477 66 13
f: 01 426 18 79
e: info@tp-lj.si
www.tp-lj.si

Tehnološki park Ljubljana d.o.o.
Teslova ulica 30
SI-1000 Ljubljana

Obisk sejma Lasys v Stuttgartu v Nemčiji

Od 8. do 10. junija je v Stuttgartu v Nemčiji potekal tradicionalni mednarodni sejem o laserskih sistemih in opremi ter laserskih tehnologijah, kovinskih in drugih tehničnih materialih. Sejem je bil organiziran pod pokroviteljstvom Inštituta za uporabo energetskih žarkov IFSW (Institut für Strahlwerkzeuge) iz Stuttgarta, združenja za lasersko precizno obdelavo LPM (Laser Precision Microfabrication) in združenja za gospodarnost laserske tehnologije WLT (Wissenschaftliche Gesellschaft Lasertechnik e. V.). V prvi vrsti je bil sejem namenjen uporabnikom laserskih sistemov na širšem strojniškem področju. Poleg njih pa še vsem, ki jih laserska tehnologija zanima iz raziskovalnih, znanstvenih, izobraževalnih ali strokovnih vidikov.

Letos se uradno praznuje petdeseta obletnica odkritja laserskega žarka, kar je bilo na sejmu opaziti na vsakem koraku. Na sejmu je bilo 187 razstavljalcev iz Nemčije in številnih drugih evropskih in tudi drugih držav. Med razstavljalci so bili praktično vsi, ki v svetu kaj pomenijo na področju laserske opreme za strojniško področje.

Razstavljalci so bili razdeljeni po različnih kategorijah. Prva razvrstitev je bila glede na državo, iz katere prihaja razstavljalavec, druga je bila po abecednem redu razstavljalcev in tretja glede na vrsto produkta oziroma storitve, ki jo je razstavljalavec ponujal na svojem razstavnem mestu.

LASYS

International trade fair for system solutions in laser material processing

Najpomembnejša je prav ta tretja, tematska delitev. Razstavljalci so bili razdeljeni v pet večjih skupin.

Prva je predstavljala laserske sisteme in komponente. V to skupino so bila razvrščena podjetja, ki proizvajajo laserske vire, opremo za krmiljenje laserskih žarkov za različne tehnologije, sisteme za kontrolo procesov in zagotavljanje kakovosti, različne računalniške programe za obdelavo podatkov in pa opremo za zaščito in varnost.

V drugo večjo skupino so spadala podjetja, ki so obiskovalcem ponujala svojo lasersko tehnologijo. Tu so bili razstavljalci, ki se ukvarjajo z laserskim varjenjem, z gorilnim, talilnim in sublimacijskim laserskim rezanjem, navarjanjem, pripravo zvarnih robov, laserskim čiščenjem, vrtanjem, z mikroobdelavo, označevanjem in graviranjem, s hitro izdelavo orodij (rapid prototyping), sintranjem, površinsko toplotno obdelavo in še nekaterimi drugimi aktivnostmi.

V tretjo skupino so bili razvrščeni razstavljalci, ki so na tak ali drugačen način predstavljali materiale. Nekateri so ponujali tehnologije za lasersko varjenje ali rezanje različnih materialov (jeklo, aluminij, plastiko, steklo in drugo), reklamirali materiale, npr. dodatne materiale za različne laserske tehnologije v različnih oblikah (prašek, žica, folija), ali pa materiale različnih kemičnih sestav (broni, jekla, posebne zlitine).



Uporaba laserja v praksi – varjenje

V četrto skupino pa so bili razstavljalci z industrijskimi in drugimi praktičnimi aplikacijami z laserskim žarkom. Velik del prostora je bil namenjen različnim avtomobilom, na katerih je bila prikazana uporaba laserske tehnike v proizvodnji osebnih vozil. Obiskovalci smo lahko videli uporabo laserja v proizvodnji osebnih vozil znamke BMW, Mercedes - Benz in Peugeot. Prikazanih je bilo še nekaj drugih aplikacij uporabe laserske tehnike v praksi. Poleg strojniške oziroma industrije aplikacije so bile tu še tehnologije, primerne za lesno, tekstilno in živilsko industrijo, za medicino, optiko in celo za ladjedelništvo.

V peti skupini pa so bila podjetja, ki se ukvarjajo z najrazličnejšimi pomožnimi storitvami s področja laserske tehnike. V tej skupini smo našli podjetja, ki se ukvarjajo z izobraževanjem na laserskem področju, z razvojnoraziskovalnim delom, z graviranjem z laserjem v



Avtomobili kateri so izdelani tudi z uporabo laserske tehnike

različne nekovinske materiale, kot so les, steklo in umetne snovi. Nadalje smo našli razstavljalce, ki se ukvarjajo s certificiranjem proizvodov, osebja in storitev in podobnim. Prav tako je bilo na sejmu možno videti kar nekaj višjih in visokih strokovnih šol iz bližnje in tudi nekoliko daljne okolice, ki imajo na tak ali drugačen način v svoj izobraževalni program vključene vsebine s področja laserske tehnike.

Na področju laserskega varjenja, spajkanja, rezanja in reparaturnega varjenja ima še vedno najvidnejšo vlogo le nekaj evropskih podjetij. Med njimi so Trumpf, Rofin Sinar,

Lasag, Or laser, Laserline, Alfalaser in še nekatera manjša.

Vzporedno s sejmom pa je bilo v dneh od 8. do 10. junija organizirano tudi posvetovanje z naslovom Stuttgartski dnevi laserske tehnologije. V treh dneh je bilo predstavljenih 69 referatov. Vsak dan je bil posvečen samostojni tematiki. V torek je imelo posvetovanje naslov Mikroaplikacije z laserjem. V sredo so bili referati posvečeni laserskim virom, v četrtek pa makroaplikacijam.

Prvi dan posvetovanja so bili predstavljeni zelo različni referati. V samostojno skupino referatov lahko razvr-

stimo tiste, ki so predstavljali laserske naprave z zelo kratkimi in močnimi laserskimi bliski. Trajanje posameznih laserskih bliskov pri sodobnih napravah merimo v nanosekundah. V drugo skupino spadajo referati, ki so obravnavali zelo majhne izdelke iz mikroelektronike, medicine in drugih mikro- in nanotehnologij. V tretjo skupino pa referate, ki so predstavljali obdelavo zelo tankih filmov, kot so prevleke na strojnem elementu iz kovinskih ali nekovinskih materialov.

Drugi dan posvetovanja je bilo predstavljenih kar nekaj novosti ali izboljšav na področju laserskih virov. Tako smo zasledili referate o vlaknastih in diskastih laserjih, o različnih izboljšavah na diodnih in drugih trdninskih laserjih, o avtomatizaciji v laserski tehniki in podobnem.

Kot smo že omenili, so bili referati tretji dan posvečeni večjim laserskim aplikacijam v industriji: varjenju, rezanju in navarjanju, avtomatizaciji, varjenju več zvarnih stikov z eno lasersko napravo in lastnostim varov, varjenih z laserjem ipd.

Sam sem se sejma udeležil na povabilo podjetja Schunk iz Stuttgarta, ki skupaj s firmo Lasag iz Švice sestavlja laserske sisteme, ki so namenjeni predvsem reparaturnemu varjenju najrazličnejših orodij. Poleg tega sem imel razgovor z g. Manjakom iz podjetja Lasag, ki nam že dalj časa obljublja lasersko enoto za naš varilni laboratorij.

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



Laser v povezavi z robotom in programabilno mizo

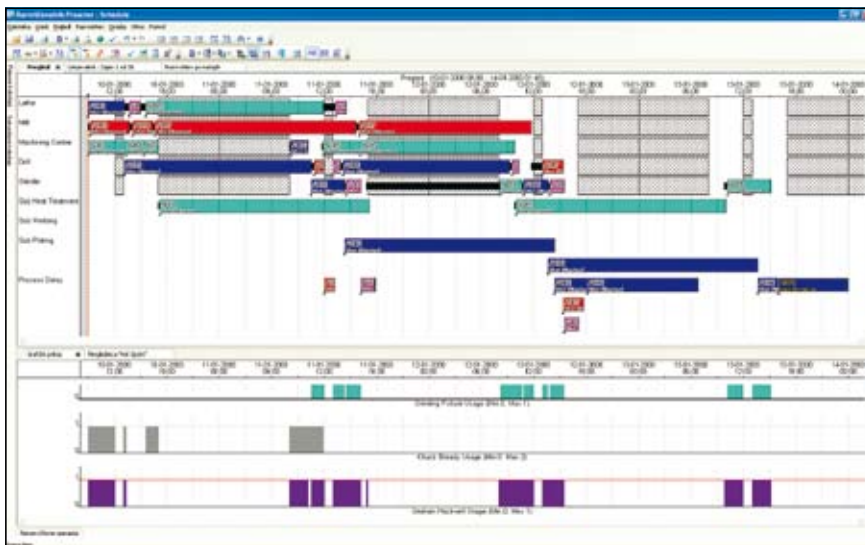
VENTIL

REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

telefon: + (0) 1 4771-704
 telefaks: + (0) 1 4771-761
<http://www.fs.uni-lj.si/ventil/>
 e-mail: ventil@fs.uni-lj.si

Uspehi podjetja Preactor International se nadaljujejo tudi v letu 2010

Preactor International, vodilni svetovni ponudnik programske opreme s področja planiranja in razvrščanja opravil, je objavil prodajne rezultate za prvo letošnje četrtletje. Ti so 39 % višji glede na enako obdobje v letu 2009. Ta podatek je še pomembnejši, če ga primerjamo s prevladujočim trendom na trgu proizvodne informatike, kjer je bil v letu 2009 zabeležen padec prodaje. Ravno nasprotno pa je Preactor glede na rekordno leto 2008 lani zabeležil za 13 % večji dohodek.



Preactorjeva prilagodljiva planska tabla

Preactor že zadnjih 37 četrtletij neprekinjeno beleži ustaljeno rast. Ta izredni dosežek lahko pripišemo prednostim, ki jih prinaša uporaba Preactorjeve tehnologije, namenjene planiranju in razvrščanju opravil. Čeprav je bila največja prodaja zabeležena v Združenem kraljestvu, ZDA in Franciji, je bila v mnogih državah opažena spodbudna rast, kar nakazuje na to, da številna proizvodna podjetja že vidijo svetlobo na koncu recesijskega tunela. Preactor uporabljajo v vseh proizvodnih panogah, vključno s proizvodnjo zahtevnejših strojev, na področju pakiranja, farmacije, kovinsko-predelovalne in živilske industrije. Ravno v navedenih panogah je bil v letu 2010 zabeležen največji interes.

Mike Novels, generalni direktor skupine Preactor, je rezultat komentiral z besedami: »Rezultati govorijo sami zase, kot so tudi pred kreditnim



krčem, med njim in zdaj ob njegovem koncu. Podjetja so ves čas prepoznala dokazane koristi, ki jih lahko dosežejo s Preactorjem. Razlog za to je neprestano vlaganje v razvoj naših izdelkov, storitev in partnerskih povezav – tudi v letu 2009, letu največjih ekonomskih in poslovnih izzivov v zadnjih desetletjih. Dejstvo, da se je naš del trga povečal do mere, ko že preko 3000 podjetij v 67 državah zaupa Preactorju, pomeni, da imajo lahko tako majhna in srednja podjetja kot tudi globalne korporacije popolno zaupanje v to, da je investicija v Preactor modra

odločitev tako za danes kot za prihodnost.«

Po objavi podjetja Preactor International priredil Tomaž Grabnar, INEA, d. o. o.



www.lotric.si

LABORATORIJ ZA LOTRIČ®
 MERO SLOVJE

OVERITVE

KALIBRACIJE

KONTROLE

PRODAJA

Zastopstva in prodaja:
 Dostmann electronic, PCL, Radwag, Häfner, Sonoswiss

LOTRIČ d.o.o.
 Selca 163, 4227 Selca
 tel: 04/517 07 00, fax: 04/517 07 07, e-mail: info@lotric.si

DOBRA VAGA V NEBESA POMAGA

Enerpac je prevzel Hydrosplex

14. april 2010, Ede, Nizozemska, in Milwaukee, WI, ZDA – *Actuant Corporation* (NYSE: ATU). Matično podjetje firme *Enerpac* je sporočilo, da prevzema firmo *Hydrosplex* s sedežem v Henglu, Nizozemska. *Hydrosplex* snuje in konstruira sisteme in produkte na trgu »težkih bremen«, vključno s hidravličnimi portalnimi žerjavi »Strand Jacks« in drsnimi sistemi za splavljanje plovil. Med njihove pomembne kupce štejejo specialisti za ravnanje s težkimi bremenimi, kot so Mammoet, Sarens, Burkhalter in Bigge.

Mark Sefcik, predsednik družbe *Enerpac*, je izjavil, da *Hydrosplex* s svojimi izdelki razširja poslovno dejavnost *Enerpaca*. Njihova divizija *Integra-*

ted Solution Division je pomembna pospeševalka rasti, zato bo kombinacija *Hydrosplexa* in globalne mreže *Enerpaca* zanesljivo zagotavljala njihovo nadaljnjo rast.

Hydrosplex se bo vključil v *Enerpacov* »*Integrated Solution Division*«. *Pieter Kroese*, njen globalni direktor, ugotavlja, da bo *Hydrosplex* razširil obstoječe možnosti divizije, saj se optimalno vključuje v njeno poslovno dejavnost in s tem pomembno razširja tudi sistemske možnosti *Enerpaca* ter krepitev njegove baze kupcev. *Tjerk Jurgens*, vodja in lastnik *Hydrosplexa*, in njegovi sodelavci so v preteklih 25 letih trdo delali za doseg sedanjega položaja na trgu. Prepričani so, da bo kombinacija možnosti ravnanja s težkimi bremenimi pri *Hydrosplexu* in sinhronizacijske ekspertnosti ter globalne prisotnosti pri *Enerpacu* kupcem lahko zagotavljala kompletne ponud-

be hidravlično-mehanskih sistemov za gibanje in ravnanje s težkimi strukturami in objekti. Veselijo se sodelovanja pri širitvi te veje industrije in ponudbe njenih izdelkov.

Enerpac je med tem skončal tudi pogovore o pridružitvi skupine *Hydrotec* iz Singapurja, s čimer se bodo tehnične možnosti podjetja dodatno okrepile. Obe pridružitvi potrjujeta namere *Enerpaca* za delovanje divizije *Integrated Solution* na svetovnem trgu, s čimer bo razširil ponudbo svojih tehnoloških zmožnosti.

Dodatne informacije dobite na ustreznih spletnih naslovih *Actuanta*, *Enerpaca* in *Hydrosplexa*: www.actuant.com, www.enerpac.com in www.hydsplex.com.

Vir: *Enerpac Marketing Communications* (irene.kremer@enerpac.com)

KRMILJENO HIDRAVLIČNO PREMIKANJE



Dvigovanje težkih bremen na mostni konstrukciji železniške proge za visoke hitrosti v Španiji z *ENERPAC*-ovim dviznim sistemom.

Enerpac je specialist na področju visokotlačne hidravlike in konstrukcije hidravličnih sistemov za krmiljeno in nadzorovano premikanje posebno velikih in težkih objektov. V sodelovanju z našimi inženirji razvijamo napredne koncepte in tehnike za krmiljenje gibanja težkih bremen.

KOMPLETNE REŠITVE HIDRAVLIČNIH SISTEMOV

ENERPAC GmbH
Postfach 300113
D-40401 Düsseldorf, Deutschland
Tel.: +49 211 471 490
Fax: +49 211 471 49 28

HIDRAVLIKA d.o.o.
Medlog 16, 3000 Celje, Slovenija
Tel. +386 (0)3 5453610 Fax. +386 (0)3 5453560
www.hidravlika.si
hidravlika@t-2.net

ENERPAC 

www.enerpac.com
info@enerpac.com

Rešitve slovenskih podjetij »izstreljene« med najperspektivnejše strateške energetske tehnologije Evropske unije

Pod okriljem Evropske komisije, predsedujoče Španije, članov SET-Plana (Strateške energetske tehnologije) ter najvišjih predstavnikov iz elektroenergetike so bile ustanovljene Evropske industrijske iniciative za strateške energetske tehnologije prihodnosti. Glavne usmeritve so na področju obnovljivih virov in pa elektroenergetskih omrežij prihodnosti (Smart Grids).

Vsi sodelujoči so se strinjali, da bo EU dosegla zastavljene okoljske cilje samo ob inovativnih tehnologijah s področja energetike. Te bodo vplivale na zniževanje stroškov za »dekarbonizacijo« družbe z razvojem tehnologij, odpiranjem novih delovnih mest ter zviševanjem konkurenčnosti evropskega gospodarstva.

Na pomembnost teh smernic in ukrepov kažejo tudi številke, saj je Evropska komisija oktobra 2009 ocenila, da bo potrebno v naslednjih 10 letih nameniti za področje investiranja v razvoj nizkoogljčnih tehnologij kar 37 milijard evrov.



Utrinek iz SET-Plan konference 2010

Prav zaradi vseh teh dejstev in usmeritev ima dosežek naših podjetij še toliko večjo veljavo. Med 20 najperspektivnejših evropskih rešitev je bila izbrana rešitev KIBERnet podjetja INEA, d. o. o. Gre za rešitev s področja pametnih elektroenergetskih omrežij prihodnosti – Smart Grids. Izmed vseh sprejetih rešitev je prav KIBERnet predstavljala celovitost združevanja vseh elementov elektroenergetskega sistema. Tu govorimo o vključevanju obnovljivih virov,

razpršene proizvodnje ter industrijskih porabnikov električne energije v tako imenovano »virtualno elektrarno«, ki omogoča brezogljčno proizvodnjo ter učinkovito rabo električne energije.

Prav zaradi svoje »povezovalne« vloge je bila ta rešitev deležna še dodatne pozornosti med vidnimi člani Evropske komisije in ostalimi udeleženci konference SET-Plan.

www.inea.si

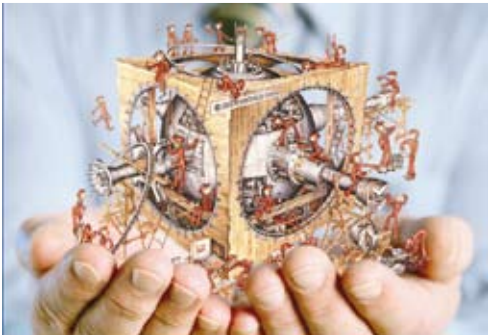
Priznanje podjetju HIDEX

HIDEX

Srebrno priznanje *Gospodarske zbornice Dolenjske in Bele krajine* (GZDBK) za inovacije je bilo letos podeljeno podjetju *HIDEX* za razvoj visokotehnološke družine mobilnih in na daljavo krmiljenih filtrirnih naprav *FilterTech* za filtracijo in analizo olj v realnem času.

Gospodarska zbornica Dolenjske in Bele krajine (GZDBK) je letos že tretjič zapored podelila priznanja za najboljše inovacije v preteklem letu. Namen nagrad je vzpodbujati inovacijski potencial gospodarstva. Izbor je potekal med 28 prijavljenimi inovacijami tako malih kot tudi velikih podjetij. Prijavljene inovacije je ocenila šestčlanska komisija, ki deluje v okviru Sekcije za kakovost in inovativnost. S srebrnim priznanjem je bila nagrajena inovacija visokotehnološke mobilne filtrirne in analizne naprave podjetja Hidex, d. o. o., ki se ukvarja s storitvami in konstrukcijami na področju hidravlike in pnevmatike.

www.hidex.si



VABILO K SODELOVANJU NA JUBILEJNEM, 20. TEHNIŠKEM POSVETOVANJU VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE

Spoštovani sponzorji, razstavljalci, predavatelji, udeleženci in poslovni partnerji!

V Društvu vzdrževalcev Slovenije že potekajo priprave na jubilejno, 20. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije na Rogli, ki bo v četrtek in petek, **14. in 15. oktobra 2010**.

Dvodnevno posvetovanje bo letos potekalo v slavnostnem vzdušju, saj praznujemo 20. obletnico organiziranja posveta. Začelo se bo v četrtek, 14. oktobra 2010 ob 10. uri z otvoritvijo, na kateri pričakujemo visoke goste iz Slovenije in tujine. V okviru otvoritvene slovesnosti bomo podelili nagrade zmagovalcem Natečaja za najboljša diplomska dela, predstavili pa se bodo tudi glavni sponzorji srečanja. Udeležence bomo potem povabili k ogledu razstavnih mest ter k obisku zanimivih strokovnih predavanj s področja vzdrževalne dejavnosti. Prvi dan posvetovanja bomo zaključili s slovesno večerjo, kjer bomo razglasili zmagovalce celoletnega Natečaja za najboljšo idejo s področja vzdrževanja, nato pa nadaljevali s prijetnim druženjem ob večerji in glasbi, med katerim pripravljamo tudi nekaj prijetnih presenečenj. Drugi dan se bo nadaljevalo dogajanje na razstavišču, v predavalnicah pa se bodo zvrstile predstavitve nagrajenih diplomskih del ter okrogla miza z naslovom **Management v vzdrževanju**, kar je tudi vodilna tema letošnjega posvetovanja.

20. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije

Rogla,
14. in 15. oktober 2010

Možnosti sodelovanja na 20. Tehniškem posvetovanju vzdrževalcev Slovenije

RAZSTAVLJAVCI in SPONZORJI

K sodelovanju vabimo **razstavljalce** z različnih področij – od vzdrževalske opreme, orodij, strojev in naprav, pa tudi s področja storitev, vzdrževalskega outsourcinga, managementa in izobraževanja, ... Priporočamo, da razstavljalci, sponzorji in poslovni partnerji, ki želite sodelovati na razstavi vzdrževalske opreme in storitev, najkasneje do **1.9.2010** rezervirate razstavna mesta s pomočjo prijavnice, ki je objavljena na spletni strani www.drustvo-dvs.si in v reviji Vzdrževalec.

SODELOVANJE V CELOLETNEM NATEČAJU ZA NAJBOLJŠO IDEJO S PODROČJA VZDRŽEVANJA

Eden od ciljev delovanja Društva vzdrževalcev Slovenije je spodbujanje inovativne dejavnosti v vzdrževanju. Zato tudi letos razpisujemo **celoleten Natečaj za najboljšo idejo s področja vzdrževanja**. Pogoji in načini za sodelovanje na natečaju so objavljeni na www.drustvo-dvs.si ter v vsaki reviji Vzdrževalec. Najboljše ideje bomo na večerni slovesnosti 20. TPVS nagradili s plaketami, k sodelovanju pa smo pritegnili tudi nekaj podjetij-sponzorjev, ki bodo prispevali konkretne nagrade za zmagovalce natečaja.

PREDAVATELJI

Vodilna tema letošnjega jubilejnega, 20. Tehniškega posvetovanja, je **Management v vzdrževanju**. Prijazno vabimo vse zainteresirane avtorje, ki bi želeli predstaviti svoje poglede, izkušnje, razmišljanja in raziskovanja, povezana z managementom vzdrževanja, da se na naše vabilo odzovejo in nam pošljejo prijavo svojega prispevka najkasneje do **20.7.2010** preko spletne strani www.drustvo-dvs.si.

DIPLOMANTI

Tudi na 20. TPVS bo Društvo vzdrževalcev Slovenije izvedlo natečaj za izbor najboljših diplomskih del s področja vzdrževanja. Natečaj je odprt za diplomante rednih in izrednih načinov študija vseh slovenskih tehniško usmerjenih višješolskih, visokošolskih in univerzitetnih programov. Na izbor lahko diplomanti prijavijo diplomska dela, nastala v študijskih letih 2008/2009 in 2009/2010. Diplomante vabimo, da svoja diplomska dela do **20.7.2010** prijavijo preko spletne strani www.drustvo-dvs.si.

UDELEŽENCI

Tehniško posvetovanje je namenjeno vsem, ki se pri svojem delu neposredno ali posredno srečujete s področjem vzdrževanja. **Udeležence** vabimo, da svojo udeležbo prijavijo najkasneje do **30.9.2010** s pomočjo prijavnice na spletni strani www.drustvo-dvs.si. Rezervacije prenočišča so možne do **3.9.2010** preko e-pošte rogla-seminar@unitur.eu.

Za vse informacije smo vam na voljo!



DVS

DRUŠTVO VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE

Stegne 21 c, 1000 Ljubljana Telefon: 01 5113 006 Faks: 01 5113 007 GSM: 041 387 432,

E-pošta: tajnik@drustvo-dvs.si in www.drustvo-dvs.si.

VABLJENI!

Nova poslovna priložnost za Slovenijo – polimerni sončni sprejemniki

Da bi lažje razumeli, kakšne poslovne priložnosti zamujamo v Sloveniji, vam bom kot predsednik Odbora za znanost in tehnologijo pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije, ki nadvse podpiram razvoj in razvojne možnosti pri nas, v tem prispevku predstavil ugotovitve in razvojne trende, ki jih zelo nazorno opisujeta strokovnjaka **prof. dr. Boris Orel**, vodja laboratorija za spektroskopijo materialov, in **dr. Ivan Jerman** raziskovalec tega laboratorija na Kemijskem inštitutu v Ljubljani.

Kemijski inštitut v Ljubljani ima primerne materiale, ki bi jih podjetja lahko uporabila pri proizvodnji svojih izdelkov. Slovenskim podjetjem se v solarni energetiki ponuja velika priložnost – izdelava polimernih sončnih sprejemnikov. Potrebno je ukrepati hitro in prehiteti tekmece. Večina sončnih sprejemnikov toplote je iz kovin in stekla. So težki, njihova proizvodnja je zahtevna, obliko je težko prilagajati različnim potrebam in niso poceni. Za običajni sončni sprejemnik potrebujemo od dva do šest kilogramov bakra. Če bi hoteli le odstotek vse energije, ki jo danes porabi svet, pridobiti iz sončnih sprejemnikov, bi za to potrebovali kar 22 milijonov ton bakra, torej več kot 50 odstotkov letne proizvodnje. Seveda obstajajo alternative, kot sta na primer pocinkana pločevina in aluminij, vendar z njuno uporabo še vedno ostajamo v zaprtem krogu težav, vezanih na uporabo kovin in stekla. Zamenjava kovin je nujna in polimerni materiali (plastične mase) predstavljajo eno od možnih rešitev. V primerjavi s kovinami je število znanih polimerov ogromno in narašča. Če je bila še v letu 1950 proizvodnja železa (30 milijard litrov) dvakrat večja od proizvodnje polimerov, sta se ti že leta 1990 izenačili (okrog 100 milijard litrov). Leta 2004 je proizvodnja poli-

mernih materialov dosegla 224 milijard litrov, proizvodnja železa pa 133 milijard litrov. Največ sprejemnikov iz plastičnih mas je zaenkrat v ZDA.

Polimerni materiali v solarni energetiki niso novost. Če upoštevamo že nameščene zmogljivosti, je v svetu kar 24 odstotkov sončnih sprejemnikov z absorberji, ki so narejeni iz plastičnih mas. Ploščatih kovinskih sprejemnikov je 41 odstotkov, vakuumskih 34 odstotkov, sončnih sprejemnikov za tople zrak pa le odstotek. Med polimernimi sprejemniki prevladujejo sprejemniki za ogrevanje vode za plavalne bazene. Največ jih je v ZDA (podjetje FAFCO naredi letno kar pet milijonov kvadratnih metrov sprejemnikov iz črno obarvanih polimernih cevi) in v Avstraliji ter Novi Zelandiji. Zanimivo: sosednja Avstrija s 73 kvadratnimi metri prekaša ZDA, ki ima 52 kvadratnih metrov na tisoč prebivalcev. Sledijo Švica (31 kvadratnih metrov), Nizozemska, Nemčija in Kanada s šest do 16 kvadratnimi metri sprejemnikov, kar kaže na njihovo razširjenost predvsem v državah z ostro klimo. Ker je temperatura vode nizka (do 30 stopinj Celzija), so sprejemniki narejeni iz nizkocenovnih plastik (commodity plastics) in pokrivna stekla niso nujna. Izdelava z iztiskanjem (ekstruzija) omogoča množično in poceni proizvodnjo, in to ne le absorberja z večino potrebnih priključkov, temveč tudi celotnega ohišja z izolacijo. Predvsem so lažji od kovinskih in celo bolj primerni za izdelavo aktivnih fasadnih elementov za stavbe. Presenetljivo pa je dejstvo, da slovenskih podjetij polimerni sprejemniki ne zanimajo, kar je seveda težko razumeti. Izkušnje slovenske industrije s črno obarvanim tekočim toplotnim izmenjevalcem kljub inovativnosti zasnove in dobrim izkoristkom niso najboljše. Prednost solarnega strešnika je v tem, da z vso površino zajema sončno sevanje in se tako izogne eni od glavnih pomanjkljivosti polimerov, to je njihovi nizki toplotni prevodnosti. Ta je namreč



Prof. dr. Boris Orel

vsaj stokrat manjša od toplotne prevodnosti kovin. Sončni strešnik ni prodrl na trg, saj po trajnosti ni dosegal standardov, ki so v veljavi za solarne sisteme (uporabna doba nad 25 let). Zaradi prevelikih dilatacij, do katerih je prihajalo pri stagnacijskih pogojih in velikih osončenjih, je bila tesnost stikov med strešniki pomanjkljiva. Strešnik bi potreboval učinkovito zaščito pred pregrevanjem, vendar primernih termokromnih materialov (nad določeno temperaturo njihova absorpcija pade), še vedno ni na trgu. Tudi odpornost polimera, iz katerega je bil narejen strešnik, na tekočino toplotnega izmenjevalca ni bila zadostna. Sprejemniki sončne toplote, pa čeprav so to na videz še tako enostavne naprave, zahtevajo visokotehnoške materiale, katerih razvoj še intenzivno poteka.

Skoraj pet let po uspešni promociji solarnega strešnika se je v Sloveniji pojavil nov sončni sprejemnik, ki ga tudi lahko uvrstimo med polimerne, pa čeprav namesto vode kot toplotnega izmenjevalca uporablja zrak. Podjetje **Solarni termični sistemi (STS)** iz Štor pri Celju je za ohišje uporabilo dvoplastne plošče iz polikarbonata (PC), ki imajo v prekatih nameščene lamele iz aluminija. Na zgornji strani

so osončene, spodnjo stran pa obli-va zrak, ki vstopa v sistem od zunaj. Absorpcijo sončne svetlobe zagotavlja premaz suncolor (proizvaja ga domžalski Helios TBLUS). Ta je spektralno selektiven in je lahko v različnih barvnih odtenkih, kar je pomembno v primeru montaže panelov na fasade stavb. Sistem je montiran na stavbo Tehnopolis v Celju in deluje že dve leti. Ni razlogov, da se ne bi ti sistemi kmalu pojavili v večjem številu. Tudi pri zračnih sončnih sprejemnikih se lahko zgledujemo po naših severnih sosedih, saj sta tovarni Grammar iz Nemčije in CONA v Avstriji med najbolj prepoznavnimi svetovnimi proizvajalci sončnih zračnih sprejemnikov. Dejstvo je, da bi Slovenci na tem področju morali sodelovati z Avstrijci, saj bi nam to vsekakor zelo koristilo. Sicer pa inovativnost avstrijskih proizvajalcev sončne opreme ne preseneča, saj ima solarna termična industrija v avstrijski znanosti precej večjo oporo kot v Sloveniji. V Leobnu so na primer že leta 2006 ustanovili kompetenčni center, namenjen izključno raziskavam polimerov. Ta trend se nadaljuje v okviru programa **Neue Energien 2020** z nekaj milijoni evrov vrednima nacionalnima projektoma. Oba podpira 12 avstrijskih podjetij, ki razvijajo polimerne materiale (na primer Borealis). Ne glede na to, da je polimerna industrija v Avstriji številnejša kot v Sloveniji, je razlog za sodelovanje morebiti tudi v tem, da industrija za izvedbo projekta da na razpolago le svoje kadre in opremo, sicer pa s sodelovanjem v teh projektih nima nobenih stroškov. Takšna ureditev bi olajšala iskanje industrijskih partnerjev pri projektih v Sloveniji, kjer se zaradi stroškov industrija nerada odloča za sofinanciranja raziskovalnih projektov. Prepričani smo, da je v Sloveniji veliko tovarn, ki se ukvarjajo s predelavo plastik, in da polimerni sončni sprejemniki zagotovo predstavljajo zanimivo tržno nišo za našo industrijo. Na Kemijskem inštitutu potekata dva projekta s ciljem poiskati materiale, ki bi omogočili izdelavo novih polimernih sončnih sprejemnikov. Že oktobra 2006 smo se vključili v projekt Polymeric Materials for Solar Thermal Applications v okviru programa Solar Heating and Cooling, ki ga izvaja In-



Organske sončne celice

ternacionalna agencija za energijo (IEA Solar Heating and Cooling program <http://www.iea-shc.org/task39/www>). Naša naloga je razviti premaze, ki imajo istočasno več lastnosti: so spektralno selektivni, odbijajo vodo in umazanijo ter imajo povišano odpornost na razenje (trde prevleke – hard coatings). Pri razvoju trdih premazov je sodeloval Akripol iz Trebnjega, ki je eden glavnih proizvajalcev akrilnih (PMMA) plošč v Sloveniji. Njihova prepustnost za sončno sevanje je večja od običajnih silikatnih stekel (zaradi manjšega lomnega količnika imajo manjše refleksijske izgube), vendar jih po odpornosti proti razenju stekla daleč prekašajo. Komercialni premazi z dodanimi nanodelci silike ali aluminijevega oksida niso najboljša rešitev, saj se sipanju svetlobe ne moremo v celoti izogniti. Boljša rešitev so tanke prevleke, kjer pri pripravi same prevleke tvorimo v nanokompozitni prevleki nanodelce silike, ki jih vežejo med seboj atomi titana, ki dajo prevleki bistveno večjo trdoto. Trde nanoprevleke lahko kot premaze nanesemo na že narejene plošče iz polikarbonata. Trde nanokompozitne prevleke so neizogibne za pokrivna stekla pri sprejemnikih na strehah stavb, v primeru fasadnih sprejemnikov pa zadošča, da na plošče nanesemo le premaze, ki preprečujejo nabiranje umazanije. Tovrstne premaze, ki smo jih razvili na Kemijskem inštitutu v Ljubljani, uporablja tudi slovenski proizvajalec sončnih sprejemnikov **STS**. Vsekakor pa moramo eksplicitno poudariti, da so spektralno selektivni premazi velika priložnost dodane vrednosti, o kateri sicer tako zelo radi govorimo v Sloveniji. Drugi projekt izvajamo v okviru evropskega programa MATE-

RA NET skupaj s HELIOS TBLUS in norveškim proizvajalcem polimernih sprejemnikov Aventa. Sprejemniki so narejeni iz obstojne plastike (polifenilensulfid, PPS), ki zdrži temperature tudi do 220 stopinj Celzija. Pri njih pregrevanje, ki ga sicer srečujemo pri absorberjih iz polimerov z manjšo obstojnostjo (PP, PE), ni težava. Za primere absorberjev, ki imajo težave s pregrevanjem, so avstrijski raziskovalci razvili termotropne polimere. Njihova odlika je v tem, da preidejo iz svetlobno prepustnega v neprepustno stanje. Nad določeno temperaturo (okrog 80 stopinj Celzija) se zameglijo, razpršijo svetlobo in tako zmanjšajo absorpcijo sevanja v absorberju. Za polimerne sprejemnike podjetja Aventa predstavljajo naši spektralno selektivni premazi bistveno dodano vrednost, saj omogočajo doseganje stagnacijskih temperatur do 170 stopinj Celzija, namesto 120 stopinj Celzija, ki jih sicer dosega s sajami napolnjen polimer.

S tem prispevkom sem želel na kratko opozoriti na številne poslovne priložnosti, ki so v Sloveniji, pa jih premalo poznamo oziroma se niti ne zavedamo, kaj zamujamo, še zlasti v času poglobljanja gospodarske krize in negotove energetske prihodnosti, katere del bo tudi Slovenija.

*Janez Škrlec, inž.
Obrtno-podjetniška zbornica
Slovenije*



VENTIL

REVIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

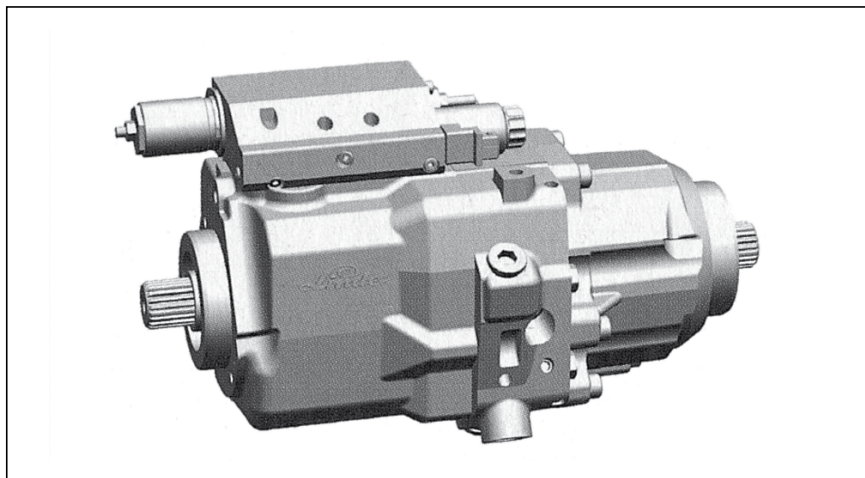
telefon: + (0) 1 4771-704
 telefaks: + (0) 1 4771-761
<http://www.fs.uni-lj.si/ventil/>
 e-mail: ventil@fs.uni-lj.si

Nova zamisel gonila z delitvijo toka moči

V sodelovanju med podjetji *Valtra* (Valtra Inc., Snolahti, Finska) in *Linde Hydraulics* (Linde Hydraulics, Aschaffenburg, Nemčija) so razvili novo gonilo. CVT-gonilo (Continuously Variable Transmission) ima odlične vozne lastnosti in visok izkoristek. Razvijalci gonila posebej poudarjajo, da je kombinacija visoko učinkovitega mehanskega prenosnika energije in prilagodljive hidrostatične zelo pomembna ravno za pogone kmetijskih strojev, ki v primerjavi z drugimi koncepti zagotavlja vrsto prednosti. Gre predvsem za udobnost upravljanja, racionalno rabo energije in prijaznost vzdrževanja.

Nova zamisel gonila je bila praktično najprej preverjena za pogon traktorja v izvedbi firme Valtra. Po izdelavi prototipa in njegovega vsestranskega preskušanja so ugotovili naslednje:

- Skupen razvoj mehanskega in hidrostatičnega dela CVT-gonila je omogočil pomemben prihranek časa in zagotovil optimalno rešitev.



CVT-gonilo s hidrostatično variabilno enoto Linde Hydraulics serije 02

- Poleg premišljenega načrtovanja projekta, ob smiselni uporabi video- in telefonskih konferenc, je k njegovi uspešni realizaciji prav gotovo mnogo pripomogla tudi široka uporaba modernih orodij CAD.
- Že v zgodnjih fazah izvedbe projekta so intenzivno izmenjevali 3D-modele, jih korak za korakom dopolnjevali in izboljševali in tako sorazmerno hitro prišli do ustrezne rešitve krmiljenja hidrostatične, kar je pogojevalo tudi izhodišča za konstrukcijsko rešitev ohišja gonila.

Novi traktor *Valtra* so prvič predstavili na sejmu *Agritechnika 2009*, kjer se je izkazal z odlično dinamiko in učinkovitostjo, enako kot s komfortnim upravljanjem in zanesljivostjo delovanja. K temu je v največji meri prispevalo prav CVT-gonilo.

Več v prispevku: Kempermann, Ch., Stürmer, B., Kunelius, J.: Neues Konzept für Leistungsverzweigtes Getriebe – O + P 54(2010)1–2, str. 14

Pripravi: A. Stušek

Znanstvene in strokovne prireditve

6. Kolloquium Mobilhydraulik

– 6. Kolokvij o mobilni hidravliki

20.–21. 02. 2011
Braunschweig, BRD

Organizator:

Inštitut za kmetijske stroje in fluidno tehniko
Tehniške univerze v Braunschweigu

Tematika:

- hidravlika na mobilnih delovnih strojih
- vozni pogoni
- elektrohidravlična krmilja in regulatorji
- tehnika filtriranja
- delovna hidravlika
- mehatronski sistemi
- deljena inteligenca
- simulacije.

Informacije:

– Prof Dr. Ing. Dr. h. c. H.-H. Harms
Institut für Landmaschinen und Fluidtechnik
Langer Kamp 19a, 38 106 Braunschweig, BRD
Tel.: + 0531-391-2670
Telefaks: + 0531-391-5951
e-pošta: ilf@tu-bs.de
internet: www.tu-braunschweig.de/ilf

Povečanje učinkovitosti črpalnih agregatov z regulacijo vrtilne hitrosti črpalk

Svetovno uveljavljen izdelovalec in dobavitelj hidravličnih naprav *Bosch Rexroth GmbH* poroča o neverjetnih dosežkih njihovih črpalnih agregatov z regulacijo vrtilne hitrosti črpalk. Ob zmanjšanem segrevanju hidravličnega olja in zniževanju hrupnosti do 15 dB(A) se je do 50 % povečala njihova energijska učinkovitost. Ustrezno temu se seveda zmanjšajo tudi pogonski stroški naprav, sistemov. Na voljo so integrirani hidravlični agregati v kombinaciji z regulacijskim elektromotornim pogonom, ki združujejo energijsko gostoto hidravlike in energijsko učinkovitost elektrike.

Takšne rešitve uporabnikom oz. gra-



diteljem strojev zagotavljajo naslednje prednosti:

- zmanjšanje porabe energije oz. znižanje pogonskih stroškov,
- zmanjšanje hrupnosti,
- zmanjšanje segrevanja hidravličnega olja,

- znižanje stroškov hlajenja olja,
- prihranek pri številu hidravličnih sestavnih delov, ob povečanju energijske gostote
- lažjo avtomatizacijo, enostavnejšo integracijo,
- zmanjšanje vztrajnostnih momentov, izboljšano dinamiko,
- izboljšanje izkoristkov (brez potrebne moči prostega teka, brez izgub dušenja v ventilih),
- hitro amortizacijo investicijskih vlaganj.

Več v prispevku: *Energieeffizienz durch dvP – O + P 54(2010)1–2*, str. 42

Pripravil: A. Stušek

Evolucija je pogled v prihodnost z zaledjem tradicije.

ISKRA AME.SI, ul. Loka 4, 4000 Kranj, Slovenija

Smo razvojno, inženirsko, projektno ter proizvodno in storitveno podjetje na področju industrijske avtomatizacije, merilne tehnike in obnovljivih virov energije. Nadaljujemo dolgo in uspešno tradicijo Iskra Merilnih naprav v novi, sveži podobi.

ISKRA *ame*.SI
Naboj za razvoj

ISKRA AMESI, d. o. o., Kranj

Podjetje ISKRA AMESI, d. o. o., iz Kranja ima dolgo in bogato tradicijo na področju avtomatizacije, merilne tehnike, mehatronike in v zadnjem obdobju tudi na področju obnovljivih virov energije – na področjih, ki jih v smislu poslanstva pisane besede pokriva tudi revija Ventil. Podjetje zelo veliko vlaga v razvoj novih produktov in storitev, v razvoj novih kadrov in je zelo uspešno z več vidikov. To je bil razlog, da smo v imenu bralcev revije Ventil prosili direktorja g. Klemena Špeharja za kratek intervju in mu v zvezi s podjetjem zastavili več vprašanj, na katera nam je prijazno odgovoril. Njegove odgovore tudi objavljamo.

Ventil: Prosim, da na kratko predstavite vaše podjetje, njegovo zgodovino, dejavnost, število zaposlenih, vaše trge, kupce in podobno.

Klemen Špehar: Smo razvojno, inženirsko, projektno ter proizvodno in storitveno podjetje na področju industrijske avtomatizacije in merilne tehnike. Naša dejavnost obsega programski, strojni, energetski in sistemski inženiring od idejne zasnove do izvedbe avtomatiziranih, krmiljenih in reguliranih sistemov v industriji.

Našo ekipo sestavljajo inovativni, ustvarjalni in predvsem izkušeni strokovnjaki s področja strojništva, energetike, elektronike in programske opreme ter tudi s področja natančnega vodenja projektov in odgovornega upravljanja.

Leta 1955 je bil v okviru podjetja Iskra Elektromehanika ustanovljen oddelek Inženiring, ki je za potrebe podjetja projektiral in izdeloval raznovrstno merilno opremo, med drugim tudi navigacijske inštrumente za vojaške namene, še posebej za podmornice. Oddelek se je z leti hitro razvijal in povečeval. Leta 1991 je prerasel v podjetje, ki je začelo poslovati samostojno kot Iskra Inženiring, leta 1994 pa se je ob privatizaciji in z vstopom podjetja Iskraemeco kot večinskega lastnika (70 %) oblikovalo v Iskra Merilne naprave. Ostali družbeniki so do danes še vedno naši zaposleni ali nekdanji zaposleni.

Poslanstvo podjetja ISKRA AMESI je v nujenju strankam prilagojenih študij, razvoja, konstrukcije, proizvodnje in



g. Klemen Špehar

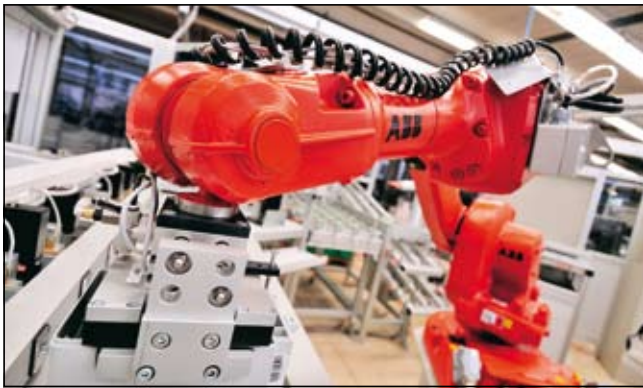
storitev na področju avtomatizacije masovne proizvodnje, testiranja in nadzora proizvodnih procesov na osnovi najsodobnejših rešitev s področij tipal, obdelave podatkov, močnostnih naprav in robotike. Vsaki stranki poiščemo in predlagamo najoptimalnejši potek procesa, za katerega izrišemo, vanj vgradimo in zanj zgradimo vse ustrezne posamezne naprave in sklope ter poskrbimo za vse podporne storitve.

V prihodnosti vidimo naše podjetje kot primarnega dobavitelja tehnološke opreme matičnemu podjetju Iskraemeco in želimo postati prva izbira naročnikov kot dobavitelj vrhunske opreme proizvodne avtomatizacije v regiji. Z bogatimi izkušnjami na področju merjenja in upravljanja energije ter preciznega generiranja

moči bomo postali tudi ponudnik storitev in rešitev na področju obnovljivih virov ter merjenja energije.

Ventil: Dejavnost vašega podjetja bi lahko razvrstili na področje mehatronike. Izraz mehatronika se je pojavil pred dobrim desetletjem. Pojasnite, kaj vi razumete pod besedo mehatronika.

Klemen Špehar: Imate prav. Skovanka »mehatronika« se je sicer pojavila šele pred kratkim, iz izkušenj pa lahko povem, da so to kompleksno področje v preteklosti različno poimenovali. Moj prvi stik z razvojem, proizvodno tehnologijo in proizvodnjo samo je bil namreč pred 23 leti v takratni Iskri Kibernetiki, kjer sem se že takoj srečal z rešitvami, ki jih danes brez dvoma uvrščamo v mehatroniko. Za potrebe masovne proizvodnje je bila namreč združitve področij energetike, procesne in močnostne elektronike ter mehanske manipulacije v določenih napravah neobhodna. Zakaj le v določenih napravah? Preprosto iz socialnega vidika – svoje čase je bila zaposlenost mnogo pomembnejša od tehnologije. Spomnim se, da smo tisti malo bolj ambiciozni in naklonjeni avtomatizaciji vedno trčili ob socialo, ki je v tem videla izključno grožnjo zaposlenosti. Danes je seveda vse podrejeno ekonomskim parametrom, drugi najpomembnejši pa je zagotavljanje visoke in predvsem konstantne kakovosti proizvodov. Niti prvemu niti drugemu kriteriju v industriji ni več mogoče zadostiti brez visoke stopnje avtomatizacije proizvodnih operacij. Tukaj mehatronika odigra ključno vlogo, saj je inve-



Avtomatizacija

stiranje vanjo v prvi vrsti ekonomsko stoodstotno predvidljivo (v nasprotju s trgom dela), izdelkom pa se zagotovita natančna izdelava in konstantna kakovost.

Ventil: Živimo v kriznih časih, v gospodarski krizi in recesiji. Kako vaše podjetje preživlja ta čas, kako se oteplate recesije in kakšen je vaš nasvet za izhod iz gospodarske krize?

Klemen Špehar: V določenem pogledu je gospodarska kriza res prizadela marsikatero podjetje – tudi naše ni izjema, vendar smo kljub nedoseganju načrtovane prodaje v letu 2009 poslovali pozitivno. Sami smo se poskušali čim bolj izogniti neposrednim težavam s tem, da smo prevetрили naše osnovne vrednote – poslanstvo in vizijo in si na podlagi teh na novo postavili poslovni načrt. Recesija nam je torej pomenila priložnost, da po 15 letih vihravega poslovanja opredelimo naša znanja in sposobnosti ter posledično določimo naše mesto na trgu. Ob manjšem obsegu poslovanja se hitro pojavi vprašanje nižanja stroškov, vendar se tega nismo lotili na račun zaposlenih, katerih znanja in izkušnje so naš prvi adut, temveč smo pogledali, kje bi lahko stvari optimizirali. Tako smo se, na primer, na račun pridobitve novih kapacitet v razvoju odpovedali nekaterim večjim investicijam v proizvodnji, kar se nam danes močno obrestuje. Seveda je tu še vprašanje financiranja poslovanja, ki v krizi lahko postane prva težava, vendar smo ravno z dobrim novim poslovnim načrtom uspeli prepričati ustrezne institucije, da smo na pravi poti in da se nas splača podpirati. Tistim, ki se v teh časih ne znajdejo, preprosto svetujem enako.

Ventil: Vse razvite države v svetu, evropska skupnost in tudi Slovenija namenja kar nekaj denarja za raziskave in razvoj oziroma za sofinanciranje raziskovalnih projektov. Ali se vaše podjetje prijavlja na javne razpise za raziskovalne

projekte, kako je na tem področju uspešno in kaj vi menite o takšnem načinu sofinanciranja raziskovalno-razvojnega dela?

Klemen Špehar: Naša osnovna dejavnost sloni prav na razvoju, kamor se odliva večina razpoložljivih lastnih sredstev. Vsekakor podpiramo prav vsakršno dejavnost sofinanciranja razvojnih projektov, zato smo se na razpise že poskušali prijaviti. Pravim poskušali, saj se zaradi enega samega pogoja, ki se pojavlja v večini razpisov, ne moremo – to je, da podjetje večinsko ne sme biti del večje korporacije. Temu mi ne moremo zadostiti, saj večinski delež pripada skupini Iskraemeco. Ta pogoj je sicer razumljiv in logičen s perspektive zlorabe manjših podjetij v večjih korporacijah izključno za namen pridobivanja nepovratnih sredstev, vendar smo mnenja, da ne bi smel biti izključujoč pogoj ob sicer kakovostni ostali vsebini prijavljenega razvojnega projekta. V vsakem trenutku pri nas poteka veliko razvojnih aktivnosti, ki bodo doživele neposredno proizvodno in prodajno realizacijo, dva projekta pa imata trenutno izključno stroškovno osno-

vo in bosta po planu pričela vračati vložek šele čez eno leto. Na tem mestu bi izpostavil tudi dober inštrument upoštevanja sredstev, namenjenih razvojni dejavnosti pri ugotavljanju osnove za izračun davka na dobiček, ki jo je moč ravno z vlaganjem v razvoj korenito znižati.

Ventil: V Sloveniji je poznano, da je sodelovanje med univerzitetno sfero in industrijo zelo skromno. Kakšno je vaše sodelovanje z univerzitetnimi in raziskovalnimi institucijami?

Klemen Špehar: Iz lastnih izkušenj lahko povem, da je takšno sodelovanje res skromno, kar pa ne morem trditi za naše podjetje. S Fakulteto za elektrotehniko v Ljubljani smo v tesni povezavi in smo pravzaprav ponosni, da so prav naše najsodobnejše rešitve v merilni tehniki plod takšnega sodelovanja. Še več – sodelovanje je prešlo celo v redno zaposlitev strokovnjakov s fakultete v našem podjetju. Prav v teh dneh pa potekajo pogovori o novem razvojnem projektu, saj smo našli kar nekaj skupnih oziroma bolj rečeno komplementarnih interesov na področju obnovljivih virov energije. V industriji pogrešamo predvsem tekoče informacije, s katerimi razvojnimi ali raziskovalnimi projekti se konkretno ukvarjajo na univerzah. Menim, da poslanstvo univerze ni le v prenosu znanja profesorjev na študente, temveč bi morale biti v prvi vrsti vir idej, pobud in rešitev, saj toliko »možganov« ni skoncentriranih nikjer drugje. Takšna je praksa v tujini, kjer (tehnični) izobraževalni sistem sloni na tesnem sodelovanju z industrijo. Pri nas sicer redke pobude prihajajo iz industrije, na fakultetah



Programska oprema



Merilna oprema

pa se potem »spomnijo«, da mogoče že imajo rešitev določenega problema, ki so ga nekoč obravnavali. Nam (morda celo večini v sorodni industriji) sedaj bistveno večjo dodano vrednost prispevajo vlaganja v izobraževanje lastnih zaposlenih – mislim predvsem neprestano sledenje vrhunskim rešitvam na področjih sensorike, mehanike, elektronike in programske opreme, ki jih je moč nato integrirati v lastne inovativne izdelke.

Ventil: V razvitem svetu so znani primeri, da uspešna podjetja del raziskav prenesejo na univerzo, kamor podjetje za določen čas vključi enega ali celo več svojih raziskovalcev, ki skupaj z raziskovalci z univerze ali fakultete raziskujejo probleme za podjetje. Ali bi po vašem mnenju takšna oblika sodelovanja pri nas lahko zaživela?

Klemen Špehar: Vsekakor podpiram takšno vrsto sodelovanja. Takšen je tudi naš projekt, ki sem ga omenil. Dejstvo je, da si – vsaj v našem podjetju – ne moremo »privoščiti« čistih raziskovalcev, saj so prav vsi naši razvijalci v celoti ali delno vpleteni v aplikativne projekte, zato je raziskovalno sodelovanje z univerzo praktično neobhodno.

Bojim pa se, da naš sedanji univerzitetni sistem nekako ne dosega krutih razmer v industriji, kjer sta cena in čas natančno definirana parametra. Na univerzo lahko trenutno industrija računa le v primerih, ko gre za abstraktne projekte, ki neposredno ne podleajo tekočim ekonomskim po-

gojem, se pa izsledki raziskav delno ali v celoti lahko udejanjijo kasneje.

Ko že govorimo o izobraževanju, bi se tu dotaknil še sedanjega sistema štipendij za dijake in študente, ki je po mojem mnenju popolnoma neučinkovit. Sam poznam model iz Skandinavije, kjer so dijaki tehničnih smeri že od prvega letnika naprej tesno povezani z industrijo preko neposrednega financiranja šolanja. Dijak (in kasneje študent) ima določeno obvezno število ur za delo v podjetju in za to dobiva redno mesečno plačo, katere višina se z vsakim nadaljnjim letom šolanja stopnjuje od 25 do 100 % sistematizirane plače za določeno delovno mesto. Učinek je večkraten – dijakovo šolanje poteka v izbrani smeri, kar zagotavlja kakovostno osnovo znanj, vpisani na določeno tehnično smer imajo dejansko interes delovanja v industriji in se ta med šolanjem ne spreminja, dijaki nimajo interesa delati karkoli drugega izven

svojega interesa in interesa podjetja, saj dobivajo plačilo za svoje osnovno dejavnost, podjetje in procese v njem spoznajo že dovolj zgodaj, da se jim s tem ni potrebno seznanjati šele po šolanju, in seveda, kar je najpomembnejše, po končanem šolanju že 100-odstotno opravljajo svoje delo.

Mi se za podoben model sicer pogovarjamo s Tehniškim šolskim centrom v Kranju, bo pa verjetno ob obstoječi in napovedani zakonodaji težko izvedljiv. Smo pa seveda optimisti.

Kljub temu v podjetju posvečamo prihodnjim kadrom ključno pozornost, trenutno štipendiramo dva študenta, še enega smo vzeli od letošnje jeseni naprej, stalno pa imamo pri nas na praktičnem usposabljanju najmanj enega, med počitnicami pa tudi tri do štiri študente ali dijake.

Ventil: Koliko inženirjev tehničnega področja je zaposlenih v vašem podjetju in koliko ste jih zaposlili v zadnjem letu? Kakšen profil inženirja v vašem podjetju potrebujete, kakšnega si želite in kakšnega pravzaprav dobite na trgu?

Klemen Špehar: Danes je v podjetju med 45 zaposlenimi velik del takih z visoko izobrazbo s področja elektrotehnike in strojništva, sodelujemo pa tudi z nekaj izbranimi strokovnimi zunanji sodelavci. Deset vrhunskih in dinamičnih inženirjev skrbi izključno za nenehen razvoj proizvodov in pri tem so jim s svojimi izkušnjami in znanjem v veliko pomoč ostali sodelavci. Trenutno imamo odprta tri



Testna oprema

prosta delovna mesta, za katera le stežka pridobivamo kandidate: dva programerja na C#, assemblerju, DSP-jih in FPGA-jih ter enega strojnika za tridimenzionalno modeliranje na Unigraphicsu. Zaposlitveni trg sicer ponuja kar lepo število teh profilov, a je njihovo znanje porazno. Dobri kadri v iskanih dveh smereh imajo vsi zaposlitev in jih je možno pridobiti le s prepričljivo objektivno (stimulativno nagrajevanje, definirane naloge, fleksibilnost delovnega časa, možnosti izobraževanja...) in subjektivno (zdravo delovno okolje, pozitivno vzdušje, homogenost ekipe, kreativnost itd.) ponudbo.

Ventil: *Samo slovenski trg je za vsako uspešno podjetje premajhen. To še posebno velja za podjetja, ki za trg proizvajajo tehnični proizvod. Kje so vaši trgi in kupci? Kako osvajate trge v tujini?*

Klemen Špehar: Z vidika trženja se podjetje predstavlja z dvema osnovnima programoma, katerih ciljni kupci so popolnoma različni in zahtevajo tudi povsem različna pristopa. Merilno tehniko, ki je tehnično dokaj standardizirana, tako prodajamo skoraj izključno preko prijav na razpise državnih laboratorijev, elektro-distribucij in proizvajalcev merilnih inštrumentov. Skrbno vzdržujemo in širimo mrežo agentov in distributerjev skoraj povsod po svetu, ki za nas spremljajo razpise, nas o njih obveščajo in nas zastopajo v postopkih. Mi se s ponudbo odzovemo skoraj stoodstotno, saj nudimo najsodobnejše rešitve ob zelo konkurenčnih cenah. Natančno tudi poznamo vso konkurenco v panogi in se ustrezno odzivamo na novosti, zavedamo pa se, da v svetovnem merilu na tem področju nismo voditelji in ta segment temu ustrezno tudi tržimo.

Drugače je v industrijski avtomatizaciji. Tukaj ciljamo na domači trg in sosednje države, saj se je v tej panogi potrebno podrediti dvema pogojema – tesnemu sodelovanju s kupcem v fazi razvoja ter hitri odzivnosti ob zastojih, okvarah, vzdrževanju in servisiranju naprav. Oba pogoja definirata relativno ozek geografski prostor, saj bi že samo ti dve aktiv-



Modeliranje

nosti povzročali previsoke stroške, če bi bile naše naprave daleč in bi bilo potrebno storitve izvajati npr. z letalskimi prevozi. Tako delujejo tudi ostala konkurenčna podjetja v panogi. Kar se tiče novih kupcev in trgov, smo za promocijo namenili precej več sredstev kot prejšnja leta, ko se podjetje praktično ni pojavljalo v javnosti. Prvi korak s spremembo imena podjetja je bil storjen v smeri večje prepoznavnosti. Ugotovili smo namreč, da je ime Iskra Merilne naprave s svojo dolžino in za tujce težko izgovarjavo povzročalo nemalo preglavic poslovnim partnerjem doma in v tujini. V zadnjem času pa smo tudi opazili, da je ime našim kupcem sporočalo nepopolno ali celo napačno informacijo o produktih in storitvah, ki jih nudimo. Dobro pa se zavedamo, da nam je v tujini pri prepoznavnosti v veliko pomoč blagovna znamka ISKRA, ki se je drži tradicija kakovosti, zato smo jo v novem imenu obdržali.

Vsi nadaljnji koraki bodo sledili načrtanemu planu promocije, ki vključuje oglaševanje v specializiranih medijih, nastope na namenskih sejmih, sponzorstva in seveda, najpomembnejši, osebni pristop k potencialnim kupcem. Pred kratkim smo se predstavili na sejmu tehnike v Beogradu, jeseni pa se bomo na sejmu merilne in proizvodne tehnike na Dunaju.

Ventil: *V današnjem času brez inovacij, patentov in izboljšav dolgoročno ne more praktično preživeti nobeno podjetje, ki izdeluje za trg končne uporabne izdelke. Kako vi vodite to področje, kako motivirate zaposlene*

in koliko inovacij se v vašem podjetju porodi v enem letu?

Klemen Špehar: Praktično vsak naš proizvod je unikat in v vsakem se najde kar nekaj inovativnih rešitev. Teh tako že dolgo ne štejemo več, smo pa znani prav po tem, da za določen problem, proces ali sistem vedno najdemo neko inovativno idejo – to pa praviloma pomeni vpeljavo kakšne novosti ali izboljšave. Takšen pristop je pri nas pravzaprav nekaj najbolj normalnega in prav to se pričakuje od razvojnega oddelka.

Sama inovativnost pa ni naša edina prednost na trgu. Naša ključna vrlina je v celoviti obravnavi naročnikove želje ali zahteve ter kompletni ponudbi od idejne rešitve, izdelave tehnične in komercialne ponudbe, vodenja projekta pa do proizvodnje, sestave, testiranja, montaže, zagona in na koncu tudi servisiranja in vzdrževanja. Tudi na teh področjih poskušamo biti kar se da ustvarjalni, ob tem da s pridom izkoriščamo bogate izkušnje tistih naših strokovnjakov, ki so že dolga leta zaposleni v podjetju in te izkušnje uspešno prenašajo na tiste s krajšim delovnim stažem, ki pa prispevajo dinamično svežino, ki se odraža prav v inovativnosti.

Ventil: *Direktorju in vsem zaposlenim v podjetju ISKRA AMESI, d. o. o., želimo še veliko poslovnih uspehov in se mu za odgovore in za njegov čas iskreno zahvaljujemo.*

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

Numerična analiza krožnega cevnega loka kot merilnika prostorninskega pretoka

Mitja MORI, Ivan BAJSIĆ

Izvleček: V prispevku je obravnavana potencialna možnost uporabe krožnega cevnega loka (KCL) kot merilnika prostorninskega pretoka zraka. Predstavljeni so rezultati numerične analize 3D-turbulentnega toka viskozne, stisljive tekočine v KCL z ravnim natočnim in iztočnim delom pretočne cevi dolžine 28 D. Numerični model je bil oblikovan na podlagi obstoječe geometrije KCL in z upoštevanjem robnih pogojev, značilnih za merilno preizkuševališče, na katerem je bil predhodno izveden eksperimentalni del raziskav prototipnega modela merilnika. Analizirani so različni pretočni robni pogoji. Določeni sta največja razlika statičnih tlakov med notranjim in zunanjim obodom KCL in geometrijska lega skrajnih vrednosti statičnih tlakov za različne simulirane prostorninske pretoke zraka. Na podlagi rezultatov numeričnega modeliranja je ugotovljeno, da se s spreminjanjem prostorninskega pretoka zraka geometrijska lokacija skrajnih vrednosti statičnih tlakov na notranjem in zunanjem obodu KCL ne spreminja. Določena je tudi funkcijska odvisnost med izračunano največjo razliko statičnih tlakov in prostorninskim pretokom zraka, ki predstavlja izračunano pretočno konstanto merilnika pretoka. Nadalje je ugotovljena funkcijska odvisnost tudi v primeru konvencionalnega merjenja tlačne razlike pod kotom odjema tlaka 45° v KCL. Prikazane so tlačne in hitrostne razmere v računskem območju s stališča tlačnih izgub in generiranih vrtničnih tokov na iztočnem delu KCL.

Ključne besede: krožni cevni lok, numerična analiza, prostorninski pretok, zrak, statični tlak

1 Uvod

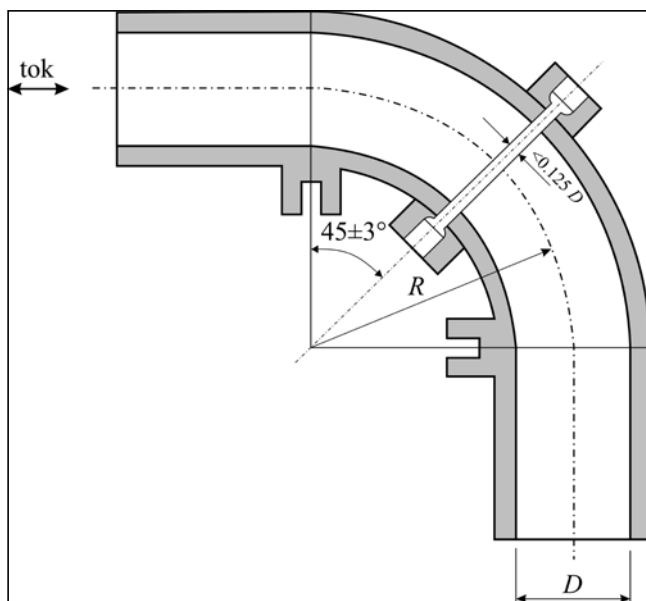
Merjenje prostorninskih pretokov je zelo pomembno za trgovanje s tekočinami kot tudi za kakovost delovanja energetskih in drugih procesov v industriji. Poznavanje lastnosti merilnikov prostorninskega pretoka in tokovnih razmer v njih je zato temeljnega pomena. V industrijski in laboratorijski praksi so najpogosteje uporabljeni merilniki prostorninskega pretoka, ki delujejo na podlagi poznavanja tlačne razlike in povzročajo

določene stalne tlačne padce vzdolž cevovoda ter popačenje tokovnih razmer (ostroroba merilna zaslonka, venturijeva merilna cev, merilne šobe itd.) [1]. KCL v nasprotju z večino merilnikov prostorninskega pretoka povzroča zelo majhno tokovno-pretočno motnjo v cevnem sistemu [2]. Merilnik, je sestavljen iz primarnega in sekundarnega dela (slika 1). Primarni del merilnika je 90-stopinjski krožni cevni lok, kjer se kot posledica toka tekočine pojavi razlika povprečnega statičnega tlaka med zunanjim in notranjim obodom KCL. Sekundarni del merilnika je merilnik razlike statičnega tlaka. Ker je razlika statičnega tlaka med notranjim in zunanjim obodom KCL relativno majhna, mora imeti merilnik razlike statičnega tlaka ustrezno občutljivost

oziroma ločljivost in natančnost. Odjemi statičnega tlaka so v večini primerov nameščeni pod kotom 45° (slika 1) [3].

V literaturi je uporaba krožnega cevnega loka že razmeroma dobro raziskana, tako eksperimentalno kot tudi numerično. Prva ideja o uporabi KCL kot merilnika pretoka sega že v začetek dvajsetega stoletja [4]. Poleg velikega števila eksperimentalnih študij, v katerih je raziskan vpliv različnih parametrov na pretočni koeficient ([2], [5]–[7]), so v novejšem obdobju dodatno prisotne študije na podlagi numeričnih izračunov in modelov ([7]–[9]). Numerični modeli nam kot dodatek k eksperimentalno dobljenim podatkom omogočajo bolj poglobljeno študijo tokovnih

Dr. Mitja Mori, univ. dipl. inž.,
izr. prof. dr. Ivan Bajsić, univ.
dipl. inž., oba Univerza v Ljubljani,
Fakulteta za strojništvo



Slika 1. Krožni cevni lok [2]

razmer znotraj KCL in raziskovanje fenomenov, ki jih s pomočjo eksperimentalnega pristopa ni mogoče preprosto zajeti.

V prispevku je podan teoretični fizikalni model krožnega cevnega loka kot merilnika prostorninskega pretoka, na katerem temelji numerični model. Predstavljena je geometrija pretočne cevi, diskretizacija računskega območja in uporabljeni robni pogoji. V rezultatih je podana lokacija mejnih vrednosti statičnega tlaka na KCL, kjer bi bila najprimernejša lokacija tlačnih odjemov. Na podlagi razlike tlakov je postavljena odvisnost prostorninskega pretoka od največje razlike statičnih tlakov za obravnavani KCL. Predstavljeni so vpliv KCL na porazdelitev statičnega tlaka v natočni in iztočni pretočni cevi, padec statičnega tlaka vzdolž računskega območja in značilne hitrostne razmere v pretočni cevi KCL.

■ 2 Fizikalna izhodišča

Na pretok tekočine skozi KCL vpliva kotni pospešek in zaradi delovanja centrifugalne sile se tlak na zunanji steni krožnega cevnega loka povečuje, na notranji pa zmanjšuje. Tej spremembi sledi tudi tokovno polje, tako da se območje najvišje hitrosti pomakne najprej k notranji in nato k zunanji steni [4]. Zaradi delovanja centrifugalne sile se pojavi pozitivni tlačni gradient najprej na zunanji in

nato notranji steni, kar ima za posledico separacijo mejne plasti. V KCL je separacija bolj intenzivna na notranji steni [2]. Poleg tokovnega režima na obsežnost separacije vplivajo še velikost kota med vstopno in izstopno ravnino, radij ukrivljenosti in hrapavost stene ([2], [10]).

Posledica delovanja centrifugalne sile na mejno plast

so sekundarni tokovi, ki, kot bo pokazano tudi v numeričnih izračunih, oblikujejo vrtnično dvojico, naloženo na glavni tok. Ta vrtnična dvojica je zelo izrazita in je lahko prisotna še 50 do 75·D za krožnim lokom, kjer D predstavlja notranji premer cevovoda ([10] in [11]).

Na sliki 2 je prikazana tipična porazdelitev statičnega tlaka na zunanji in notranji steni pretočne cevi z dolgo ravno natočno in iztočno cevjo. Najmanjši statični tlak se praviloma pojavi nekoliko pred sredino KCL, največji pa nekoliko za sredino KCL. Tako lahko pričakujemo največjo razliko v statičnem tlaku z ustrezno zamaknjenima tlačnima odjemoma.

Prostorninski pretok q_v in razlika statičnih tlakov Δp sta v KCL v naslednjem razmerju:

$$q_v = K_{KCL} \sqrt{\Delta p} \quad (1)$$

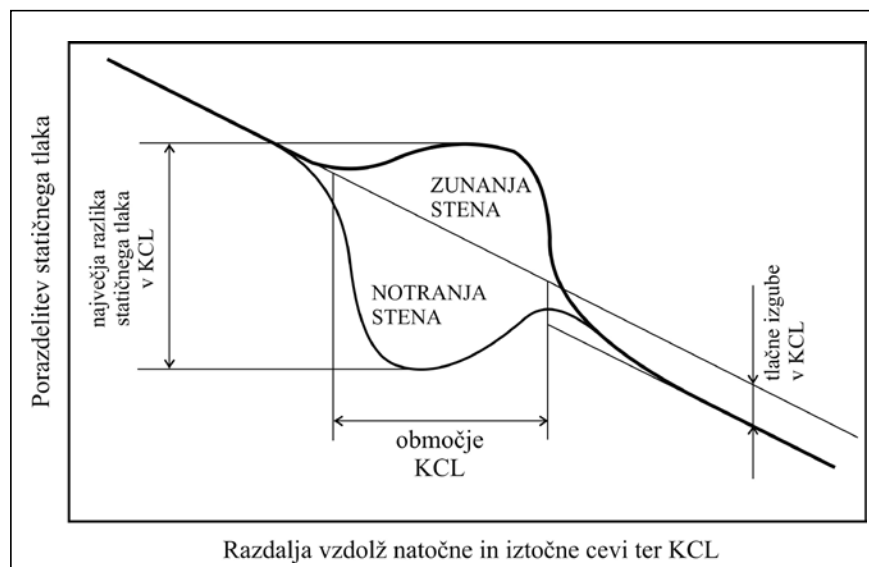
kjer je: K_{KCL} pretočna konstanta merilnika pretoka in

Δp razlika statičnih tlakov na zunanjem in notranjem obodu KCL.

Za natančnejši študij tokovnih in tlačnih razmer v KCL je bil oblikovan numerični model. Na podlagi rezultatov numeričnih izračunov je določeno mesto odjema statičnega tlaka, kjer vrednosti izračunanih statičnih tlakov na zunanjem in notranjem obodu KCL dosežeta svoj maksimum.

■ 3 Numerično modeliranje

Numerični izračun je narejen s pomočjo programskega paketa TASCflow, ki temelji na metodi končnih volumnov [12]. Numerični pristop zahteva rešitev vodilnih tokovnih enačb. Natančnost metode je odvisna od numerične sheme, modeliranja turbulence, numeričnega modela in kakovosti računske mreže [12]. Osnova za izračun so tri splošne transportne enačbe [12]: kontinuitetna, gibalna in energijska, ki opisujejo tako tokovne kot toplotne razmere v računskem območju. Vse tri temeljne zakonitosti lahko matematično izrazimo z različnimi zapisi. V nadaljeva-



Slika 2. Značilna porazdelitev statičnega tlaka na zunanji in notranji steni

nju so prikazane transportne enačbe v oblikah, kakršne uporablja tudi program TASCflow [12].

Kontinuitetna enačba:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \vec{w}) = 0 \quad (1)$$

Gibalna enačba:

$$\frac{\partial \rho w}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \vec{w} \vec{w}) =$$

$$= \nabla \cdot (-p \delta + \mu (\nabla \vec{w} + (\nabla \vec{w})^T)) + S_M$$

Energijska enačba:

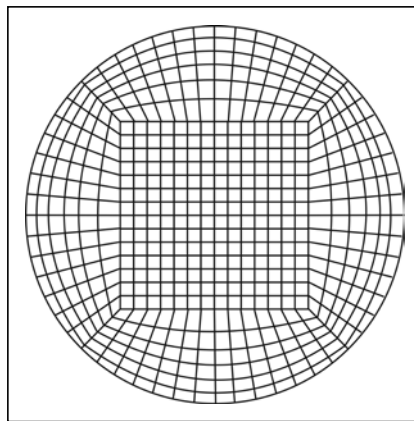
$$\frac{\partial \rho h_{tot}}{\partial t} - \frac{\partial p}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \vec{w} h_{tot}) =$$

$$\nabla \cdot (\lambda \nabla T) + S_E$$

Razmere v KCL so bile obravnavane kot stacionarni primer, zato lahko v enačbah (1), (2) in (3) opustimo vse člene s parcialnimi odvodi po času. Eden izmed problemov pri numeričnem modeliranju je izbira ustreznega modela turbulence. Za našo cevno geometrijo je bilo smiselno izbirati med modelom turbulence $k-\epsilon$ in $k-\omega$. V izbranem cevovodu imamo opravka z zrakom relativno nizkih hitrosti, kar ima za posledico nizka Reynoldsova števila. Zato smo uporabili standardni model turbulence $k-\omega$, ki je formuliran za področje nizkih Reynoldsovih števil in je natančnejši ter stabilnejši s stališča numerične konvergence kot model $k-\epsilon$.

3.1 Numerični model

Numerični model sestavlja KCL premera $D = 80$ mm in radija ukrivljenosti $R = 1 \cdot D = 80$ mm, natočna pretočna cev dolžine $28 \cdot D$ in iztočna pretočna cev dolžine $28 \cdot D$. Ravno natočno in iztočno pretočno cev smo dodali geometriji samega KCL, da bi se izognili vplivu robnih pogojev na vtoku in iztoku na rezultate hitrostnih in tlačnih polj v KCL [11]. Pri določanju geometrije smo upoštevali zahteve za naknadno eksperimentalno verifikacijo dobljenih rezultatov na posebnem, v ta namen zgrajenem merilnem preizkuševališču [2].



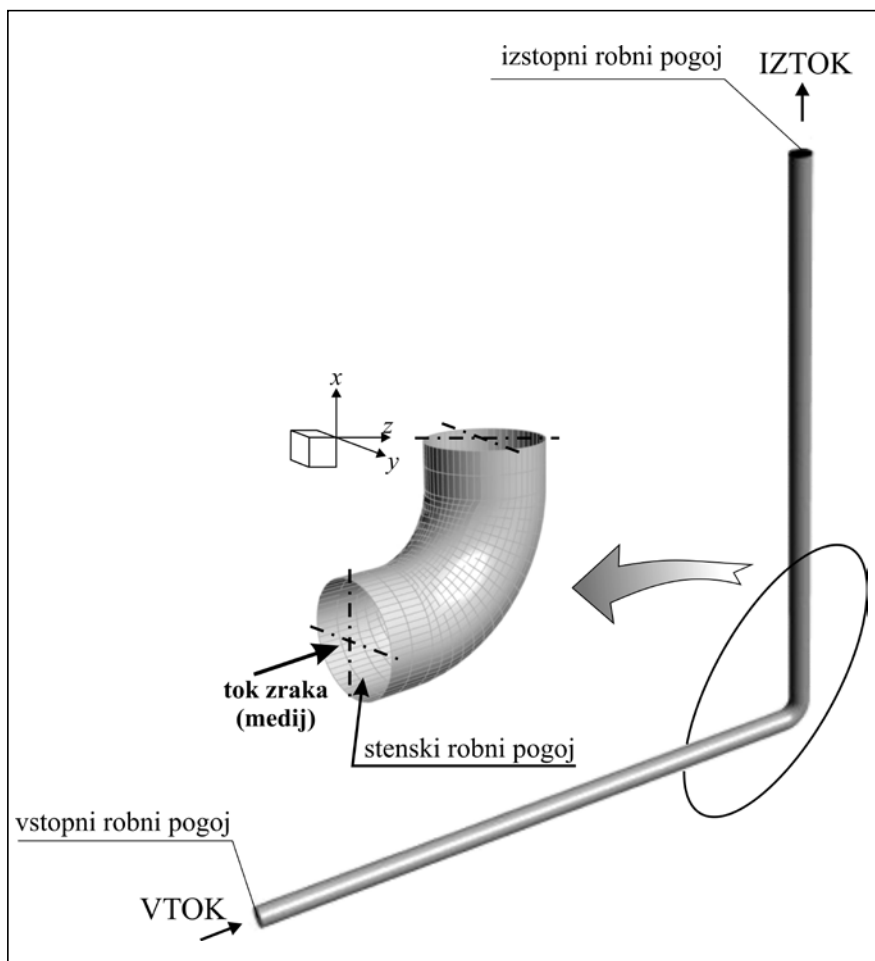
Slika 3. Diskretizacija geometrije pretočne cevi v prečni smeri

Računsko območje je bilo diskretizirano z ortogonalno mrežo (elementarni volumen je heksaeder). Ne glede na enostavno geometrijo KCL izbira topologije pri ortogonalni računski mreži bistveno vpliva na kakovost računске mreže. Uporabljena je bila računska mreža, prikazana na sliki 3.

Na sliki 4 je prikazana uporabljena diskretizacija (računska mreža) vzdolž pretočne cevi in v prečni ravnini. Topologija računskega območja je sestavljena iz računске mreže končnih prostornin s skupno 132.225 vozlišči. Za numerični izračun tlačnih razmer na plašču krožnega loka in tokovnih razmer v cevi je bil uporabljen komercialni programski paket TASCflow [12]. V tem primeru v sistemu tokovnih enačb upoštevamo tudi energijsko enačbo (3), zato dobimo kot rezultat numerične analize poleg hitrostnega in tlačnega polja tudi temperaturno polje.

3.2 Robni pogoji

Robni pogoji so bili postavljeni glede na tehnične značilnosti preizkuševališča za kasnejšo verifikacijo numerično dobljenih vrednosti [2]. Pretočna tekočina je zrak gostote $\rho = 1,16$ kg/m³ in temperature $T = 20$ °C.



Slika 4. Prikaz geometrije računskega območja, smeri toka tekočine in uporabljene diskretizacije pretočne cevi v vzdolžni ter prečni smeri

Preglednica 1. Robni pogoji numeričnega modela, prikazanega na sliki 4

Robni pogoj	Predpis 1	Predpis 2	Predpis 3
vstopni robni pogoj	raven hitrostni profil	intenzivnost turbulence $T_u = 0,05$	–
izstopni robni pogoj	statični tlak 98200 Pa	–	–
stena modela	logaritski stenski zakon	hidravlično gladka cev	adiabatna stena
medij	zrak temperature $T = 20\text{ °C}$	gostota $\rho = 1,16\text{ kg/m}^3$	stisljiva tekočina

Preglednica 2. Izbrani prostorninski pretoki zraka, pripadajoči masni pretoki, povprečne hitrosti zraka in Reynoldsova števila.

Prostorninski pretok zraka $q_v\text{ m}^3/\text{h}$	Masni pretok zraka $q_m\text{ kg/s}$	Hitrost zraka v m/s	Re
16	0,005173	1,03	5244
40	0,012933	2,57	13110
65	0,021016	4,18	21305
110	0,035567	7,07	36055
160	0,051733	10,292	52443

Od robnih pogojev smo spreminjali vstopno hitrost, ki smo jo dobili na podlagi geometrije pretočne cevi in prostorninskih pretokov (preglednica 2) zraka, določenih na merilnem preizkuševališču za eksperimentalno verifikacijo numeričnih rezultatov [2].

obodu KCL neodvisna od prostorninskega pretoka. To je bistvenega pomena za potencialno uporabo KCL kot merilnika prostorninskega pretoka.

Na sliki 5 je prikazana porazdelitev statičnega tlaka po zunanjem

obodu KCL, na sliki 6 pa porazdelitev statičnega tlaka po notranjem obodu KCL za največji prostorninski pretok. Pri preostalih prostorninskih pretokih (preglednica 2) so porazdelitve identične, spremeni se le absolutna vrednost statičnih tlakov. Lokaciji največjih in najmanjših statičnih tlakov na obodu KCL, ki sta prikazani na slikah 5 in 6, sta najprimernejši za namestitev tlačnih odjemov statičnega tlaka. Izračunane koordinate točk največjega statičnega tlaka na zunanjem obodu in najmanjšega statičnega tlaka na notranjem obodu KCL so podane v preglednici 3.

V večini primerov so priporočeni tlačni odjemi na sredini KCL pod kotom 45° (slika 1, [3]), vendar smo

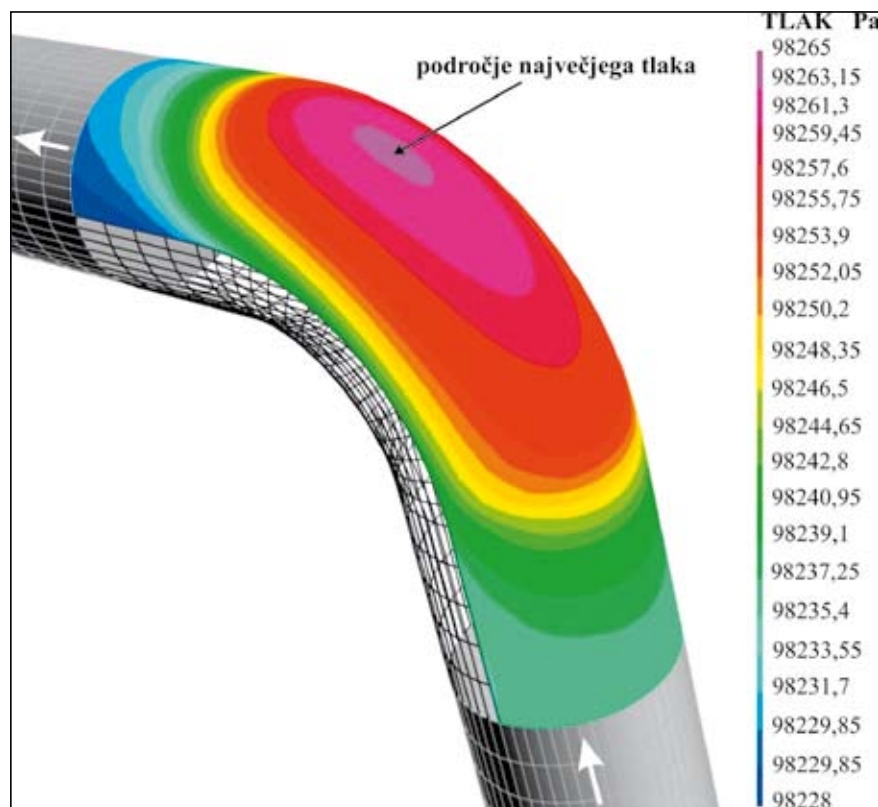
4 Rezultati

4.1 Določitev mest največjega in najmanjšega statičnega tlaka na obodu krožnega cevnega loka

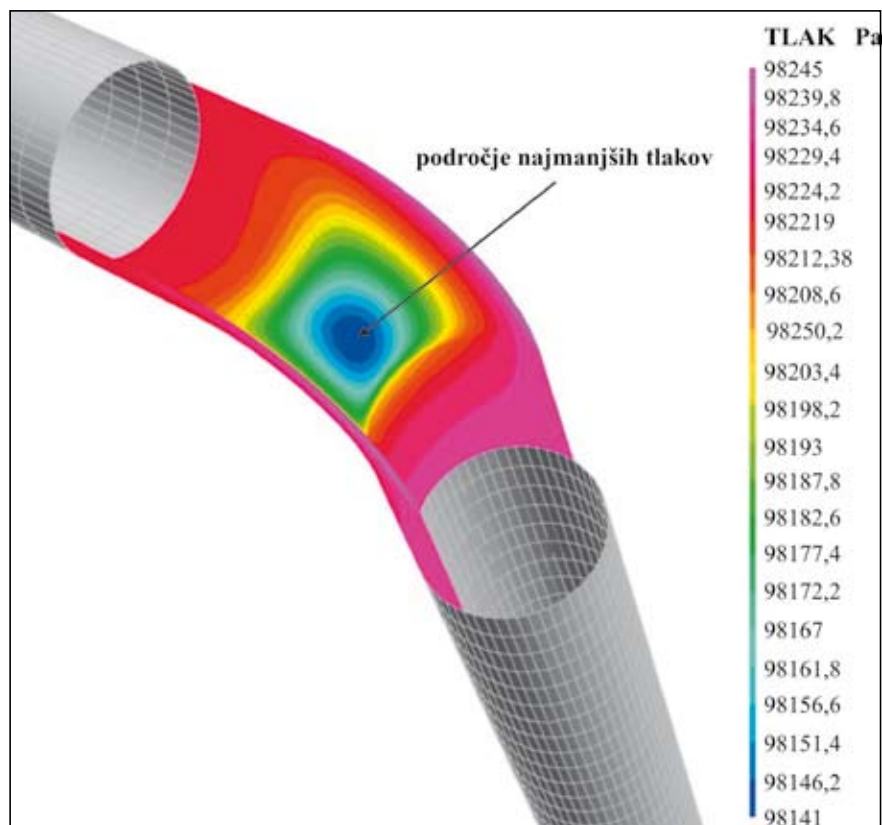
Poznavanje porazdelitve statičnega tlaka po obodu obravnavane pretočne cevi je osnova pri uporabi KCL kot merilnika prostorninskega pretoka. KCL ima vpliv na tlačne razmere tako v natočni kakor tudi v iztočni pretočni cevi [11].

4.1.1 Lokacija skrajnih vrednosti statičnega tlaka na obodu KCL

Z numeričnim postopkom smo prišli do porazdelitve statičnega tlaka po KCL pri vseh obravnavanih prostorninskih pretokih (preglednica 2). Pomembna ugotovitev, do katere smo prišli z analizo numerično dobljenih vrednosti za različne prostorninske pretoke, je, da je lokacija največjega in najmanjšega statičnega tlaka na



Slika 5. Področje največjih statičnih tlakov na zunanjem obodu KCL, $q_v = 160\text{ m}^3/\text{h}$



Slika 6. Področje najmanjših statičnih tlakov na notranjem obodu KCL, $q_v = 160 \text{ m}^3/\text{h}$

Preglednica 3. Izračunane koordinate največjega in najmanjšega statičnega tlaka na obodu KCL glede na koordinatni sistem na sliki 4

Točka najmanjšega statičnega tlaka na notranjem obodu KCL			Točka največjega statičnega tlaka na zunanjem obodu KCL		
x mm	y mm	z mm	x mm	y mm	z mm
-33,40	0	22,10	-56,30	0	106,00

z numeričnim izračunom pokazali, da tako dobljena tlačna razlika ni največja. V preglednici 4 so izračunane vrednosti razlik statičnih tlakov za obravnavane prostorninske toke pri 45° odjemu statičnega tlaka in primerjane z največjimi izračunanimi.

Iz preglednice 4 je razvidno, da je razlika med tlačnimi razlikami absolutnih vrednosti majhna, vendar je v področju majhnih pretokov relativni merilni pogrešek večji (celo do cca. 5 % pri najmanjšem upoštevanem prostorninskem pretoku). Odvisnost izračunane razlike statičnih tlakov

Preglednica 4. Največja izračunana razlika statičnega tlaka v KCL in izračunana razlika statičnega tlaka pri 45° odjemu statičnega tlaka

Največja razlika statičnega tlaka		Razlika statičnega tlaka pri 45° odjemu		Relativno odstopanje
$q_v \text{ m}^3/\text{h}$	$\Delta p_s \text{ Pa}$	$q_v \text{ m}^3/\text{h}$	$\Delta p_s \text{ Pa}$	$e_r \%$
16	1,195	16	1,14	-4,6
40	7,578	40	7,42	-2,09
65	20,032	65	19,71	-1,6
110	57,421	110	56,72	-1,22
160	121,671	160	120,42	-1,03

od prostorninskega pretoka ustreza kvadratični paraboli (slika 7), kar se ujema z ugotovitvami drugih raziskovalcev ([1], [2], [13]). Ustrezna enačba odvisnosti tlačne razlike od prostorninskega pretoka v našem primeru je:

$$\Delta p = 0,0048 \cdot q_v^2 - 0,0017 \cdot q_v + 0,008 \quad (4)$$

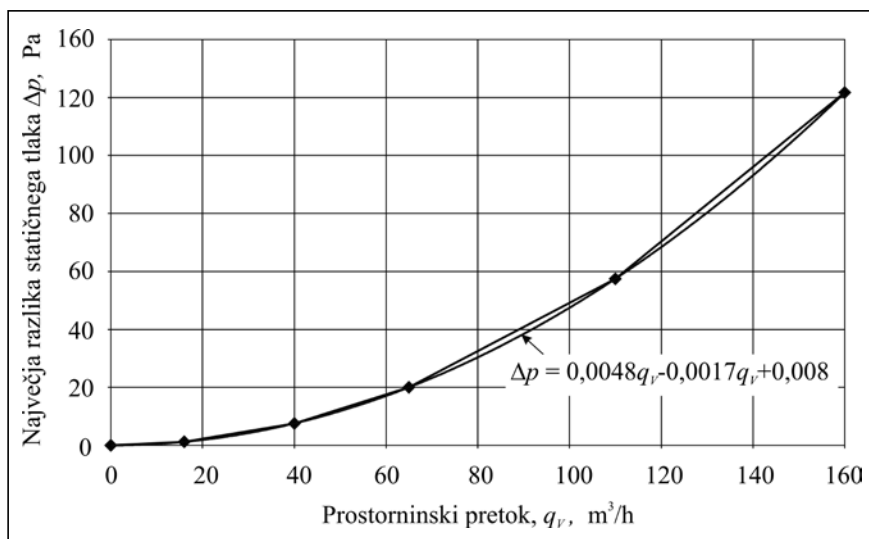
Na podlagi izračunane funkcijske odvisnosti je določena pretočna konstanta merilnika pretoka K_{KCL} kot smerni koeficient funkcije $q_v = q_v(\sqrt{\Delta p})$. Ta znaša $K_{KCL} = 1/0,0689$, torej velja za obravnavani KCL sledeča odvisnost

$$q_v = \frac{1}{0,0689} \cdot \sqrt{\Delta p} = 14,51 \cdot \sqrt{\Delta p} \quad (5)$$

Ker je numerični izračun tokovnih razmer zgolj bolj ali manj natančna aproksimacija, rezultatov ne smemo vrednotiti po absolutni vrednosti in je zato potrebno z meritvami ugotoviti dejansko konstanto merilnika KCL. Ne glede na to pa dobljeni rezultati kažejo na uporabnost numeričnih metod pri popisu tokovnih razmer v obravnavanem računskem območju [14]. Za primerjavo smo analizirali tudi dobljene rezultate numeričnih izračunov za nestisljivo tekočino. V tem primeru se izkaže naslednje, da so pri danih hitrostnih razmerah Machova števila zelo majhna ($Ma \ll 0,05$), kar ima za posledico zanemarljivo spremembo temperature tekočine v računskem območju. Pomembna ugotovitev pa je, da se pri upoštevanju stisljive tekočine spremeni lokacija, kjer se pojavljajo skrajne vrednosti statičnih tlakov na obodu KCL. Sprememba lokacije glede na nestisljivo tekočino sicer ne presega razdalje 4 mm, za natančno določitev lokacije tlačnih odjemnih mest je nujno modeliranje tekočine kot stisljivega medija.

4.1.2 Porazdelitev tlaka na zunanji in notranji steni cevne geometrije

Na podlagi numeričnega izračuna se izkaže, da v našem primeru vpliv KCL na porazdelitev statičnega tlaka po stenah pretočne cevi sega v natočno

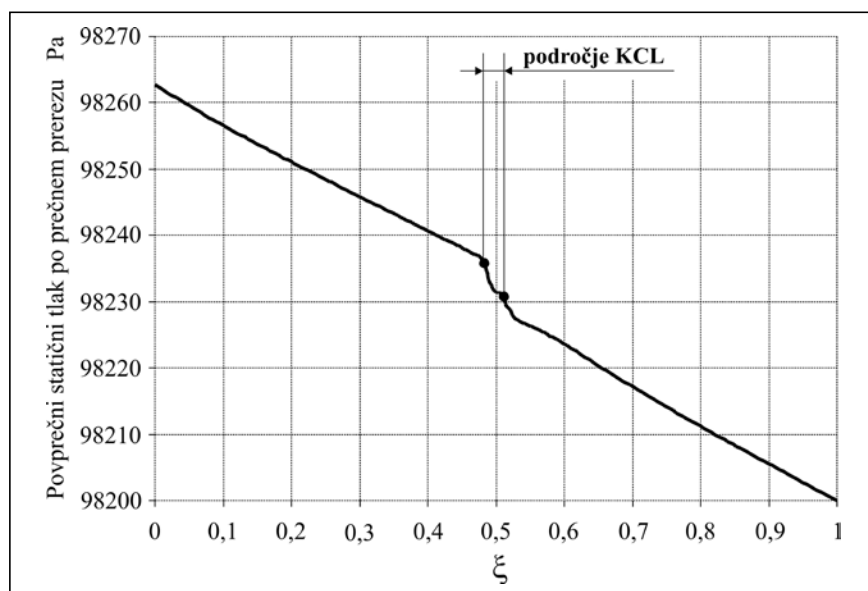


Slika 7. Odvisnost prostorninskega pretoka od največje razlike statičnega tlaka, dobljena s pomočjo numeričnega postopka

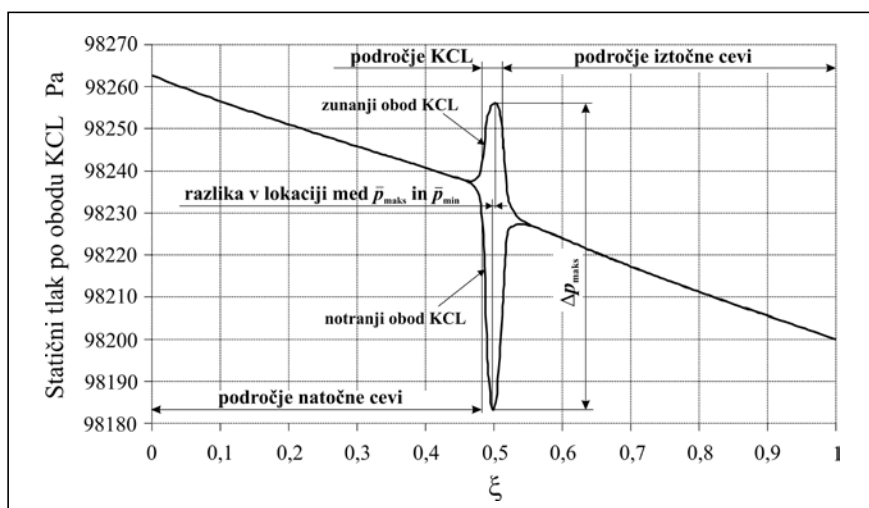
cev $2,4 D$ od prirobnice KCL, medtem ko pa v iztočno pretočno cev sega vpliv $3 D$ od prirobnice KCL. Ta pojav je prikazan na diagramu odvisnosti povprečnega statičnega tlaka po zunanjem in notranjem obodu računskega območja od brezdimenzijskega števila ξ (slika 8). To potrjuje pomembnost ravne natočne in iztočne cevi, kar poudarjajo tudi drugi avtorji [10]. Brezdimenzijsko število ξ je definirano kot:

$$\xi = \frac{l}{l_{\text{cel}}} \quad (6)$$

V enačbi (6) je l razdalja od vtoka v pretočno cev, l_{cel} pa dolžina celotne pretočne cevi. Razvidno je, da skrajni



Slika 9. Povprečni padec statičnega tlaka v prečni ravnini cevi vzdolž računskega območja, dobljen s pomočjo numeričnega izračuna



Slika 8. Povprečna vrednost statičnega tlaka po zunanjem in notranjem obodu pretočne cevi, dobljena s pomočjo numeričnega izračuna

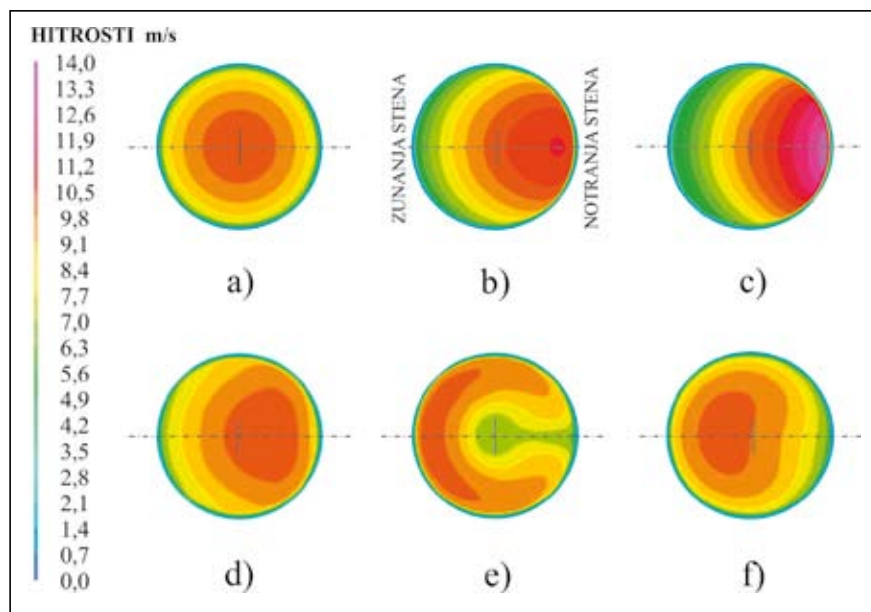
vrednosti statičnega tlaka nista v isti prečni ravnini KCL, ampak je točka najmanjšega statičnega tlaka na notranjem obodu KCL pred srednjo prečno ravnino KCL (45°), točka največjega statičnega tlaka pa nekoliko za srednjo ravnino KCL (sliki 5 in 6).

4.1.3 Padec povprečnega statičnega tlaka vzdolž računskega območja

Vzdolž pretočne cevi prihaja zaradi viskoznih učinkov do padca statičnega tlaka od vtoka pa do iztoka iz cevi (slika 9). Iz poteka statičnega tlaka lahko računsko območje razdelimo na natočno cev, KCL in iztočno cev.

Natočna cev: v začetku natočne pretočne cevi je opazen večji gradient povprečnih statičnih tlakov vzdolž pretoka; gre za pojav izoblikovanja mejne plasti in turbulentnega toka. Nadaljnji potek statičnega tlaka je linearen vse do KCL, kar ustreza teoriji o koeficientu hidravličnih uporov v ravnem cevovodu [10].

KCL: v kolenu imamo povečano disipacijo energije zaradi velikih lokalnih hitrostnih gradientov, ki so posledica delovanja centrifugalnih sil. Zato se povprečna vrednost statičnega tlaka v tem delu računskega območja spreminja in doseže največji gradient, iz česar sledi, da KCL predstavlja v



Slika 10. Primerjava porazdelitve hitrosti v prečni ravnini cevne geometrije: a) 3 D pred vtokom v KCL, b) na vtoku v KCL, c) na polovici kolena (45°),

računskem območju največji lokalni upor.

Iztočna cev: za razliko od vtočne pretočne cevi je gradient povprečnega statičnega tlaka tukaj večji, kar gre pripisati sekundarnemu toku, ki se izoblikuje kot posledica delovanja KCL na tok tekočine [15].

4.2 Hitrostne razmere v cevni geometriji

Za pravilno obravnavo hitrostnih razmer v KCL mora biti tok na vtoku v

krožni lok polno razvit turbulentni tok (slika 10a), [16], [17]. Na slikah 10 in 11 so prikazane hitrostne razmere vzdolž pretočne cevi. Vidna so jasno izražena področja največjih in najmanjših hitrosti. Na vtoku v KCL se statični tlak na zunanjem obodu povečuje (slika 12), zato se tam hitrost manjša, na notranji steni pa se zaradi zmanjšanja statičnega tlaka (slika 12) hitrost poveča (slika 10b, c in d). Na izstopu iz KCL so razmere obratne, in sicer: povečanje hitrosti na zunanjem in zmanjšanje na notranjem obodu (slika 10e). Slika 10f prikazuje da je

na izstopu iz računskega območja še vedno izrazit sekundarni tok (vrtinčna dvojica).

4.2.1 Vrtinčni (sekundarni) tokovi

Na porazdelitev hitrosti na iztoku iz KCL vplivajo prečni tokovi, ki so posledica delovanja centrifugalnih sil na separacijo mejne plasti v KCL [15].

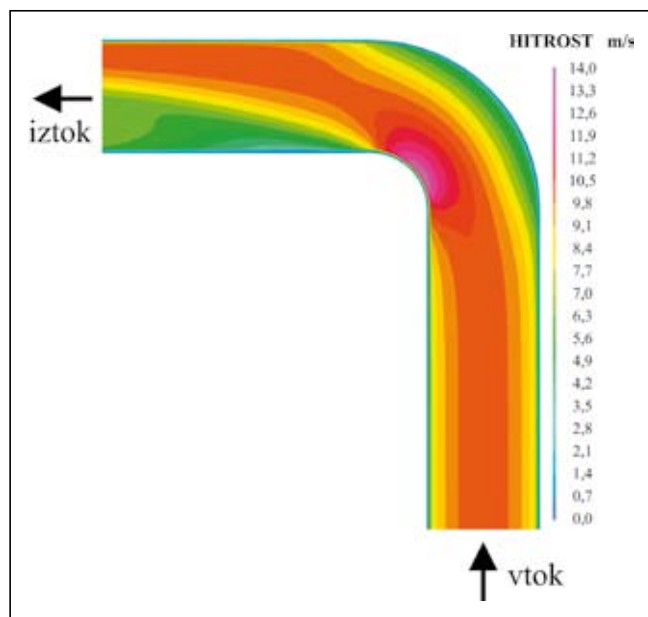
V mejni plasti ob steni (slika 13) sta vzdolž DA in FC zaradi vpliva viskoznosti nižja hitrost in manjše naraščanje tlaka od notranjega k zunanjemu radiju v primerjavi z naraščanjem tlaka vzdolž BE. Ker je tlak v E večji kot v D in F ter v B manjši kot v A in C, ima tok za KCL v radialni smeri obliko dveh vrtincev [10], [11] in [15].

Prisotnost vrtinčne dvojice smo dobili tudi z našim numeričnim izračunom (slika 14).

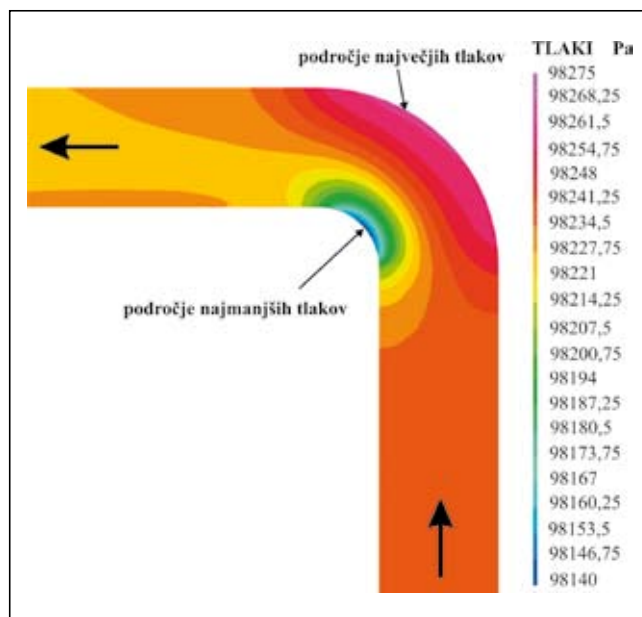
Vrtinčna dvojica je naložena na glavni tok in daje tokovnicam spiralno obliko. Lahko je prisotna še 50 do 70·D za krožnim cevnim lokom.

5 Sklepi

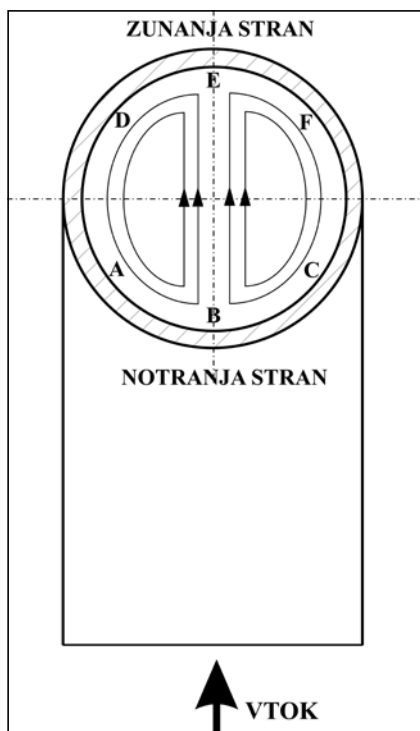
V prispevku so predstavljene nekatere od numerično dobljenih vrednosti modeliranja tridimenzionalnega turbulentnega toka viskozne stisljive



Slika 11. Hitrostne razmere v vzdolžni ravnini KCL



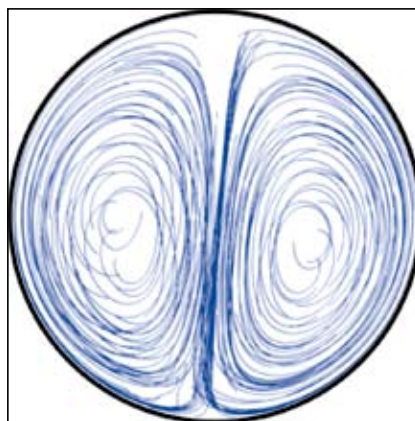
Slika 12. Tlačne razmere v vzdolžni ravnini KCL



Slika 13. Model vrtnične dvojice [10], [11], [15]

tekočine v krožnem cevnem loku kot potencialnem merilniku prostorninskega pretoka. Izračunano je tokovno in tlačno polje vzdolž računskega območja in določena geometrijska lega skrajnih vrednosti statičnih tlakov za različne simulirane prostorninske pretoke. Na podlagi numerično izračunanih vrednosti je ugotovljeno naslednje:

- geometrijska lokacija skrajnih vrednosti statičnega tlaka na zunanjem in notranjem obodu krožnega cevnega loka je neodvisna od prostorninskega pretoka, kar je bistvenega pomena za uporabo krožnega cevnega loka kot merilnika pretoka;
- lokacija največjega statičnega tlaka na zunanjem obodu krožnega cevnega loka je pomaknjena nekoliko po toku naprej od srednje (45°) prečne ravnine, lokacija najmanjšega statičnega tlaka na notranjem obodu pa nazaj od srednje (45°) prečne ravnine krožnega cevnega loka;
- odvisnost izračunane razlike statičnih tlakov od prostorninskega pretoka ustreza kvadratni paraboli;
- numerično določena pretočna konstanta krožnega cevnega loka kot potencialnega merilnika pro-



Slika 14. Vrtnična dvojica, dobljena z numeričnim izračunom

storninskega pretoka znaša: $K_{KCL} = 14,51$;

- razlika statičnih tlakov pri 45° tlačnem odjemu ni največja razlika statičnih tlakov med notranjim in zunanjim obodom obravnava-nega krožnega cevnega loka;
- vpliv krožnega cevnega loka na tlačne razmere sega tako v natočno ($2,4 D$ od prirobnice krožnega cevnega loka) kakor tudi iztočno cev ($3 D$ od prirobnice krožnega cevnega loka);
- zaradi povečanih disipacijskih procesov v krožnem cevnem loku doseže statični tlak v krožnem cevnem loku največji gradient, kar pomeni, da predstavlja v računskem območju največji lokalni upor;
- ugotovljena je prisotnost prečnih tokov (vrtnična dvojica), ki so posledica delovanja krožnega cevnega loka in so zaznavni še 50 do 70 D za iztokom iz krožnega cevnega loka.

Literatura

- [1] Bean, H.: Fluid meters: Their theory and application, Sixth Edition, Report of ASME Research Committee on Fluid Meters, American Society of Mechanical Engineering, 1971.
- [2] Košuta, R., Kutin, J., Bajsić, I.: Krožni cevni lok kot merilnik pretoka zraka, Ventil 15/ 2009 / 5, p. 424 – 431, 2009.
- [3] Miller, R. W.: Flow measurement engineering handbook, The Kingsport Press, p. 11-39–11–40, 1983.

- [4] Lansford, W. M.: The use of an elbow in a pipe line for determining the rate of flow in the pipe, Bulletin No. 289, University of Illinois, Urbana, 1936.
- [5] Malinowski, L., Rup, K.: Measurement of the fluid flow rate with use of an elbow with oval cross section, Flow Measurement and Instrumentation, 19 (2008), p. 358–363, 2008.
- [6] Sanches, S. F., Toledo V. M., Hernandez, R. J.: Experimental study for the use of elbows as flowmeters, ASME Fluids Engineering Division, Summer Meeting FEDSM, 1997.
- [7] Sanches, F., Gomez, A., Toledo, M., Quinto, P., Zurita, V.: Experimental and numerical curved flow study for metrology purpose, Journal of Applied Research and Technology, Vol. 1 (2), 2003, p. 114–126.
- [8] Rup, K., Malinowski, L.: Fluid flow identification on base of pressure difference measured on the secant of pipe elbow, Forschung im Ingenieurwesen, Springer, Berlin/Heidelberg, Vol. 70 (4), 2005.
- [9] Marn, J., Ternik, P.: Laminar flow of shear thickening in a 90° pipe bend, Fluid Dynamics Research, 38 (2006), p. 295–312, 2006
- [10] Idelchik, I. E.: Handbook of hydraulic resistance, Second Edition, Hemisphere Publishing Corporation, 1986, str. 265–272
- [11] Ward - Smith, A. J.: Internal fluid flow, Caredon Press-Oxford, 1980, p. 249–285.
- [12] CFX-TASCflow Computational Fluid Dynamics Software, User Documentation, Version 2.10, 2000 by AEA Technology.
- [13] Murdock, J. W., Holtz, C. J., Gregory, C.: Performance Characteristics of Elbow Flowmeters, Journal of Basic Engineering, September 1964, str. 499–506
- [14] Michael Casey and Torsten Wintergerste, Fluid Dynamics Laboratory, Sulzer Innotec: ERCOFTAC Special Interest Group on "Quality and Trust in Industrial CFD", Best Practice

Guidelines, Version 1.0, January 2000.

[15] Massey, B. S.: Mechanics of fluids, Sixth edition, Van Nostrand, Reinhold, London,

1989, str. 214–215, 251–253, 319–323

[16] ISO: ISO 9951 International Standard, Measurement of gas flow in closed conduits – Turbine

meters, First edition 1993.

[17] OIML R6 International Recommendation, General provisions for gas volume meters. Edition 1989 (E), 1989.

Numerical Analysis of a Circular Pipe Bend Used as a Volumetric Flowmeter

Abstract: The article deals with the possibility of using a circular pipe bend (CPB) as an air volumetric flowmeter. The results of a 3-D numerical analysis of turbulent, viscous and compressible fluid flow in the CPB with straight inlet and outlet sections of length 28D are presented. The numerical model uses the existing geometry of the CPB and includes the boundary conditions characteristic for the test rig, which was used for the preliminary experimental investigations of the prototype flowmeter. Different flow boundary conditions were analyzed. The maximum difference between the pressures on the inside and the outside edge of the CPB as well as the positions of the points where the extreme values of the static pressures were predicted for various simulated air-flow rates using the simulation results. Based on the results of the numerical analysis, it was established that the positions of the pressure magnitudes on the inside and outside edges do not change with the volume flow rate. The functional relationship was determined between the calculated maximum pressure difference and the volume flow rate, which represents the calculated flow constant of the flowmeter. In addition to that, the flow constant was also determined for a conventional pressure-difference measurement with pressure taps positioned at an angle of 45° in the CPB. The pressure losses and the generated swirl flows at the outlet of the CPB are shown in terms of the pressure and velocity conditions in the computational domain, respectively.

Keywords: Circular pipe bend, numerical analysis, volume flow, air, static pressure

Packaging

Pakiranje s pomočjo ultrazvoka je hitro, zanesljivo in okolju prijazno.

Mnoge prednosti

Praktično posoda, kjer se proizvajajo pakirni materiali in laminati iz termo plastičnih umetnih mas ali drugi materiali z odgovarjajočo prevleko, prinese integracija ultrazvočne tehnologije v proizvodne procese mnoge prednosti. Znižanje energijskih stroškov in zanesljivo spajanje tudi z nečistočami prevlečenih spojin površin.

Posledica

Višja produktivnost, površina gospodarnost in boljša kvaliteta.

Standardni moduli za mnogoštevilne oblike embalaže

Stoječe in ležeče vreče

Cevne vreče HFFS in VFFS

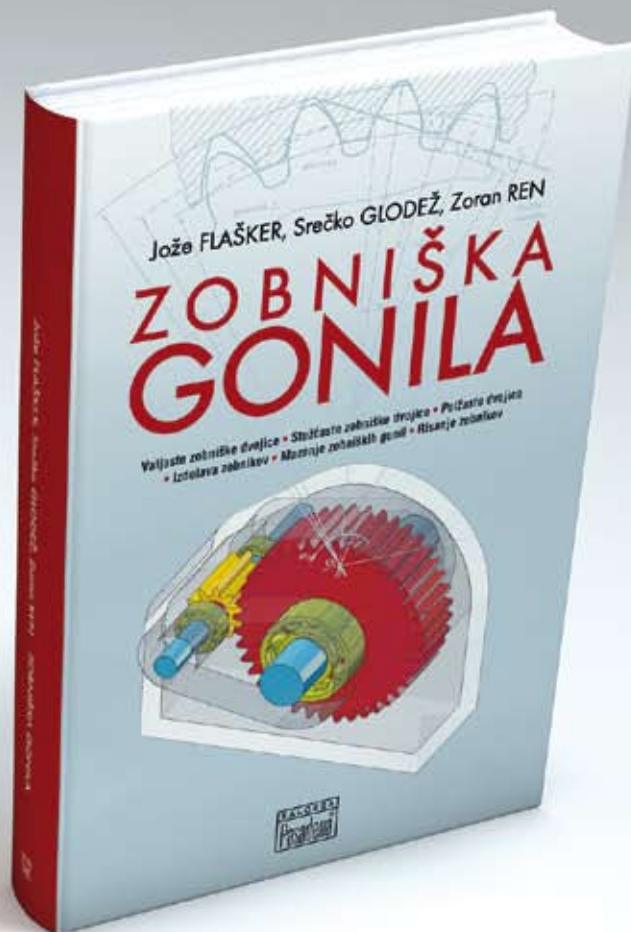
Kartonska embalaža

Blister, skodelice, lončki, trays

Dodatne prednosti

Integrirano varjenje, pečatenje in rezanje





Strokovna in didaktična priročnika

Učbenik v programih Mehatronik operater in Tehnik mehatronike

Mehatronika

S prevodom učbenika Fachkunde Mechatronik nemške založbe Europa Lehrmittel, smo dobili v Sloveniji prvi učbenik, ki predstavlja vsebinsko celovit, strokovno aktualen in didaktično sodoben učni pripomoček za učitelje in dijake srednjih šol s programom mehatronike.

Mehatronske sistemi danes množično domujejo v industrijah vseh vrst (strojni, elektro, računalniški, živilski, farmacevtski, kemijski, zabavni ...), prometu, okoljski tehniki ... v poslovnih prostorih in naših domovih, v široki paleti storitvenih dejavnosti.

Takoj na začetku je pomembno opaziti, da se učbenik nenehno, od začetka do konca, ne glede na vsebino poglavja, ukvarja s celotnim mehatronskim sistemom, ki mu s spoznavanjem njegovih struktur, postopoma dviga zahtevnost, od najenostavnejšega na začetku, do robotiziranih linij ob koncu šolanja. Tako zastavljen koncept učbenika omogoča projektni pristop k usposabljanju in sistemskemu zagotavljanju kakovosti pridobivanja strokovnih in ključnih kompetenc mehatronika.

Iz spremne besede Zdravko Žalar, univ. dipl. inž.

Mehatronika

Prevod izvirnika
Fachkunde Mechatronik
Trda vezava
ISBN: 9789616361873
Cena: 40,00 EUR

Jože Flašker, Srečko Glodež, Zoran Ren

Zobniška gonila

Pričujoče delo je sodobno gradivo s področja zobniških gonil. Namenjeno je tako raziskovalcem kakor tudi inženirjem in tehnikom, ki se z obravnavano tematiko srečujejo pri vsakdanjem delu v praksi. Gradivo se lahko uporablja tudi kot učbenik pri predmetih z obravnavano tematiko na univerzitetnih in visokošolskih študijskih programih. Priporočamo ga tudi učiteljem na višjih in srednjih šolah tehniških usmeritev, ki lahko določene vsebine ustrezno predelajo ter prilagodijo nivoju študentov oziroma dijakov, ki jih poučujejo.

V uvodnem poglavju so razloženi nekateri osnovni pojmi s področja zobniških gonil. Posamezna glavna poglavja o valjastih, stožčastih in polžastih dvojicah so zasnovana tako, da so najprej razložene njihove teoretične osnove. Nato so pojasnjene geometrijske in merilne veličine zobnikov in zobniških dvojic, potrebne za izdelavo tehniške in tehnološke dokumentacije. V nadaljevanju so obravnavane sile na zobniški dvojici ter postopki za izračun njene nosilnosti po najnovejših standardih ISO ali DIN, ki jih je v glavnem privzel tudi slovenski standard SIST.

V drugem delu so obravnavane nekatere vsebine (izdelava zobnikov, mazanje zobniških gonil, risanje zobnikov), potrebne za projektiranje zobniških gonil ter izdelavo tehniške in tehnološke dokumentacije.

Zobniška gonila

Trda vezava
ISBN: 9789616661126
Cena: 40,00 EUR

Performance confrontation of two blade impellers used in KGN refrigerator unit

Mária ČARNOGURSKÁ, Peter GAŠPAROVIČ, Daniela POPČÁKOVÁ

Abstract: The impeller of the semi-open type from a refrigerator unit is redesigned to improve efficiency and to reduce the pressure pulsations of the front case. Therefore, the closed-type of impeller with outer shroud is chosen. Dimensions are scaled according to Cordier diagram with rotational speed preserved. The resulting geometry is constrained by requirement of easy manufacturability by injection moulding process. These constrains don't permit to improve efficiency by redesigning impeller.

Key words: impeller, CFD simulation, ANSYS CFX 11.0 software

1 Introduction

The original impeller from refrigerator unit KGN is of the semi-open centrifugal type (*Figure 1*). The gap between the impeller and a front case is large compared to the height of impeller blades. This feature reduces pressure pulsations at the front case, but it also worsens energy efficiency of the impeller. Furthermore, energy efficiency is worsened by simple geometric shape with flat inner shroud.



Figure 1. Impeller from refrigerator unit KGN

2 The performance of the original impeller

The performance of the original impeller, which relates to specific values of mass flow, is showed by flow-head curve (indicated by "KGN fan head" label in *Figure 2*). Throttling characteristics was obtained experimentally in laboratory of Department of power engineering on the measuring stand with build-in Thomas cylinder. Particular points of characteristics were obtained so

that at every change of mass flow rate of fan (in the range from $0.006 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ to $0.0225 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$) was measured the pressure loss. The picture also contains system curve (indicated by label "system curve") that characterizes the pressure losses induced by flow in refrigerator unit, which were modelled in rectangle duct with dimensions $20 \times 100 \times 1400 \text{ mm}$. The curve was interpolated from CFD simulation data. Efficiency curve (KGN fan eff.) was obtained from CFX simulation by means of equation which indicates ratio be-

Prof. Ing. Mária Čarnogurská, CSc., Technical University of Košice, Faculty of Mechanical Engineering, Ing. Peter Gašparovič, Ph.D., Košice, Ing. Daniela Popčáková, Technical University of Košice, Faculty of Mechanical Engineering,

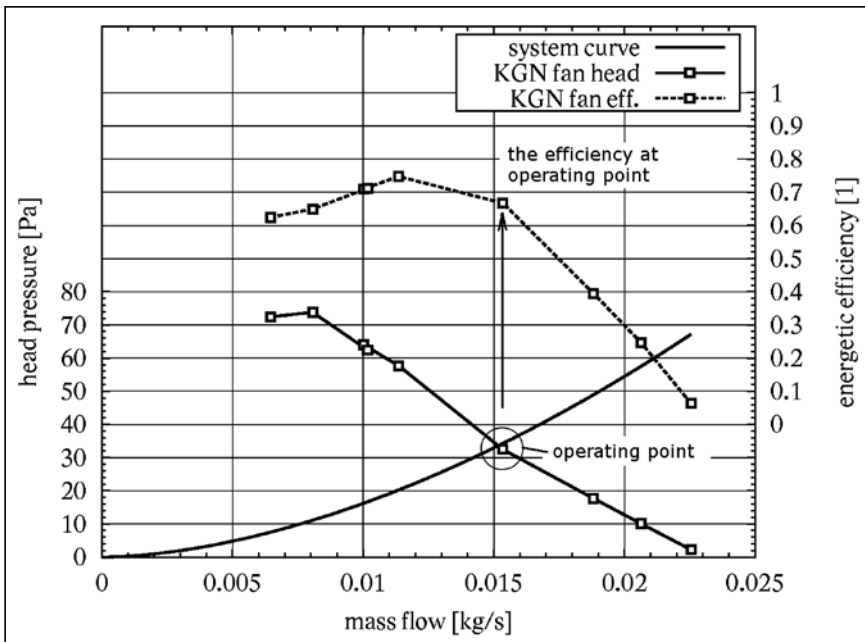


Figure 2. Flow-head performance of the original impeller

tween outlet energy of pressure forces and inlet work of torsion moment in the form of: $\text{effPowerliquidpump} = (-\text{massFlowInt}(\text{ptotstn}/\text{Density})@outlet - \text{massFlowInt}(\text{ptotstn}/\text{Density})@inlet) / (Mk * \text{abs}(\text{AngularVelocity})) * 180/3.14$.

Impeller's operating point lies in the part of flow-head curve where the efficiency of impeller approaches its maximum. This implies that the former impeller design is well-matched to flow conditions but, actually, says nothing whether the type of impeller is the optimal construction solution. To compare with other possible impeller designs, the performance must be always expressed in non-dimensional form. Non-dimensional form must also suit the design process, where diameter D and rotational speed n must be independent. Thus, each impeller can be independently expressed as a function of the required mass flow Q_m and difference of total pressures Δp . These conditions are fulfilled by (non-dimensional) specific diameter D_s and specific speed N_s in terms of formula:

$$D_s = D \frac{(\Delta p / \rho)^{1/4}}{(Q_m / \rho)^{1/2}}, \quad N_s = n \frac{(Q_m / \rho)^{1/2}}{(\Delta p / \rho)^{3/4}} \quad (1)$$

where Q_m is mass flow ($\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$), ρ is density of the working fluid ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$), D is outer diameter of impeller (m), n is rotational speed ($\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$), Δp is difference of total head pressures (Pa).

Other definition of these numbers, based on volumetric flow and head height, can be found in engineering books (e. g. [1], [2]).

The performance of the impeller expressed in these numbers is plotted in

(Figure 3). Apart from the flow-head curve, the figure contains another curve called Cordier diagram. Cordier curve is presented in various references, e. g. ([3, p. 27], [1, p. 61]).

All optimal flow machines operating at their best efficiency points lie very close to Cordier curve in this diagram (or nearby indispersion). The best efficiency point of the impeller from analysed body of KGN impeller doesn't lie on this curve therefore, from this point of view, it is possibly not optimal design structure.

3 Redesign of impeller

The process of impeller design is not straight and needs experience and iterations. Some basic rules can be found in [1] and [2]. In this article, a "quality" comparison of original and redesigned impeller (KGN4) is performed, while preserving mass flow, head pressure and rotational speed.

The first step is dimensioning based on Cordier diagram and the desired values of mass flow and head pressure that are dictated by system conditions. The D_s of the original impeller is slightly above Cordier diagram, therefore outer diameter of redesigned impeller should be reduced (from 0.12 m to 0.10 m).

The specific speed must be preserved also in redesigned one otherwise

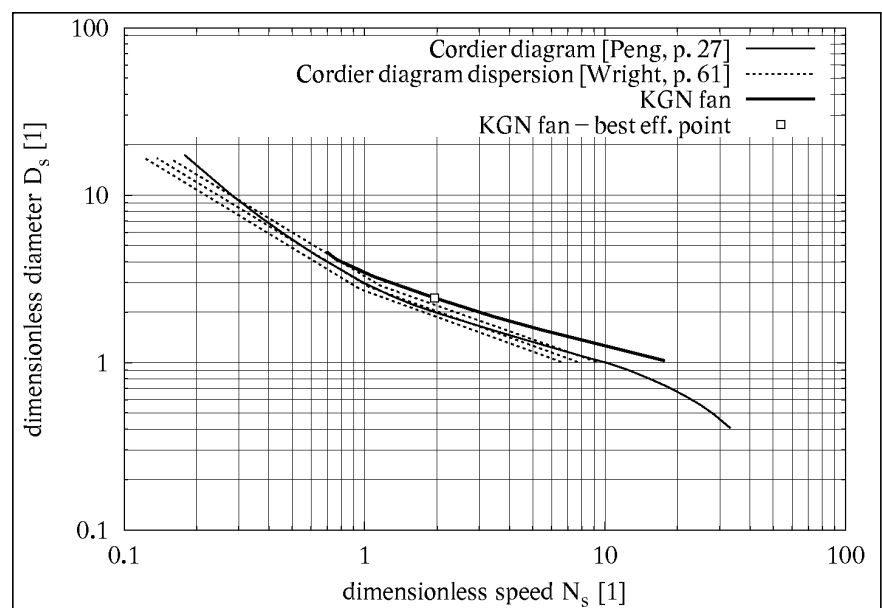


Figure 3. Performance of the original impeller compared with Cordier diagram [3]

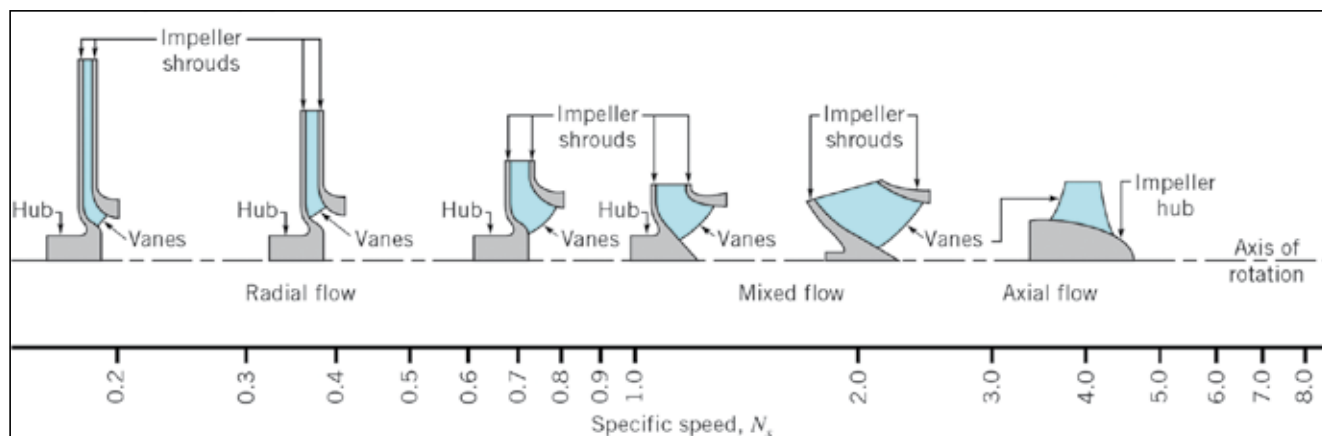


Figure 4. Dependence of optimal design type on specific speed (from Munson 2002, p. 788)

the rotational speed would change. However construction type of impeller will be changed. The type of optimal flow machine design, according to Cordier diagram, depends on specific speed N_s . This dependence is displayed in (Figure 4) (from [4, p. 788]).

It is evident, that the specific speed of the original impeller ($N_s=2.0$) lies in region of axial-radial impellers, therefore the original radial shape will be accordingly changed to reflect this fact. Moreover, the use of mixed flow impeller permits to experiment with the use of outer shroud of the impeller. The outer shroud prevents different pressures on sides of vanes to create pressure pulsations on front case. Easy manufacturability of impeller by injection moulding process imposes big constraints on possible shape. The inner diameter of the outer shroud must be larger than outer diameter of the inner shroud. The vanes of the impeller must be untwisted around radial axis. It means that their shape must be basically two-dimensional, with the only curvature in plane of rotation. This is severe limitation, because it means that the trailing edge on inner (bottom) side of vanes must have the same angle as the leading edge on outer (top) side of vanes. It also causes the sweep angle of vanes (relative to the direction of flow) and their short length (in direction of the flow). Therefore, to preserve the solidity (pitch/chord), the number of the blades is increased (from 11 to 13). The resulting impeller shape also with new shape of vanes (labelled as KGN4) is in (Figure 5).

■ 4 CFD simulation of redesigned impeller

For simulation purposes of flow situation and gaining an information about “quality” of proposed impeller, the geometry of the CFD model is created as a 13th part of full circle (see Figure 6). The cut-out segment contains one vane in the middle, tubular inlet and radial outlet. The geometry of surfaces is simplified, smooth, without any real clearances and edges. The vane is infinitely thin. The mesh was created as a structured, using HEXA module of the ICEM CFD software. The resulting mesh contains 153 000 hexahe-

dral elements and 164 000 nodes. The boundary layer details on vanes and outer shroud are meshed, so y^+ approaches the value of 1.

The computation was performed by software ANSYS CFX 11.0. The solver is based on Reynolds averaged Navier-Stokes equations. The fluid was assumed incompressible with constant density of $1.225 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. The turbulence was computed using k- ω SST model with gamma-theta model of boundary layer transition.

The boundary conditions were:

- the speed of rotation: 1950 min^{-1}

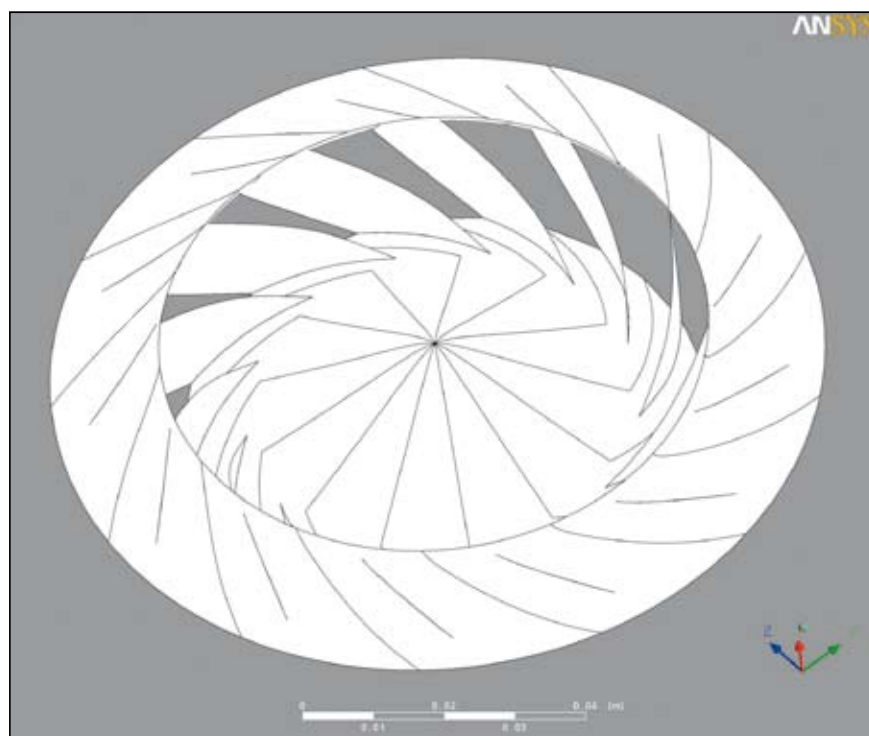


Figure 5. The shape of redesigned impeller KGN4

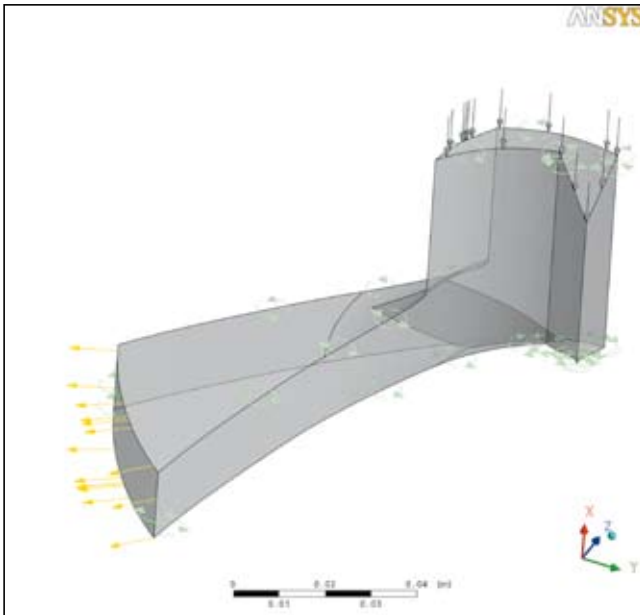


Figure 6. The geometry of redesigned impeller

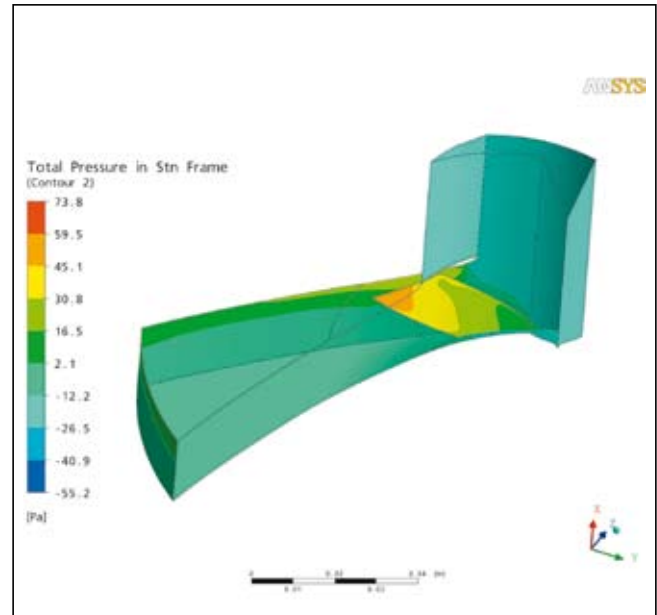


Figure 7. Computed total pressure at low flow

- inlet: constant normal velocity ($2.26\text{--}4.6\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), turbulence intensity 5%
- outlet: static pressure (0 Pa)

The solution in each case was stopped after 150–300 iteration, based on the monitor of head pressure during computation. Overall pressure distribution at minimum mass flow ($Q_m = 0.005\text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$) of the air is found on (Figure 7).

■ 5 Results and discussion

The resulting performance of the redesigned impeller is plotted in (Figure 8) together with performance of the original impeller. The optimum operating point of the new impeller is shifted to higher mass flow, and the head pressure is lower in total (progression shown in fig as “KGN fan head”). This can be partially corrected by the change of vane angles, but the lack of vane area on largest radius is probably equally important cause of lower head.

Solution process has shown that the efficiency of the redesigned impeller is not higher than of the original impeller. This is probably caused by severe limitations on vane geometry. The optimal shape of vanes needs to be twisted in three dimensions, to reflect the change of airflow on different radius and big sweep angle of

leading and trailing edges. Especially at low mass flow it is evident, that sweep creates weak load of the inner part of the vane and this causes slow flow on the back case of the impeller (Figure 9). The second possible cause of low efficiency is rather low Reynolds number of vanes ($Re = \sim 9000$).

The display of best efficiency point of the new impeller in $N_s\text{--}D_s$ graph (Figure 10) only confirms that it is not the optimal design and it is as far from

Cordier diagram as the old impeller. Therefore easy manufacturability of the impeller as well the covering box by injection moulding process impose too severe limitations to improve efficiency of the original impeller.

Sources

- [1] Wright, T.: *Fluid Machinery: Performance, Analysis, and Design*. CRC Press 1999, 376 p., ISBN 0849320151.

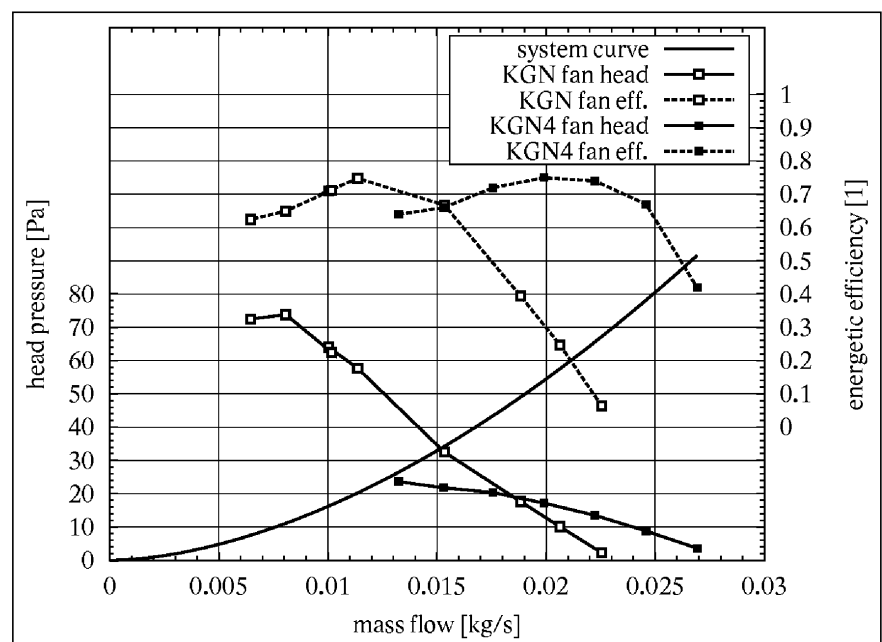


Figure 8. Comparison of performance of original (KGN) and redesigned (KGN4) impeller

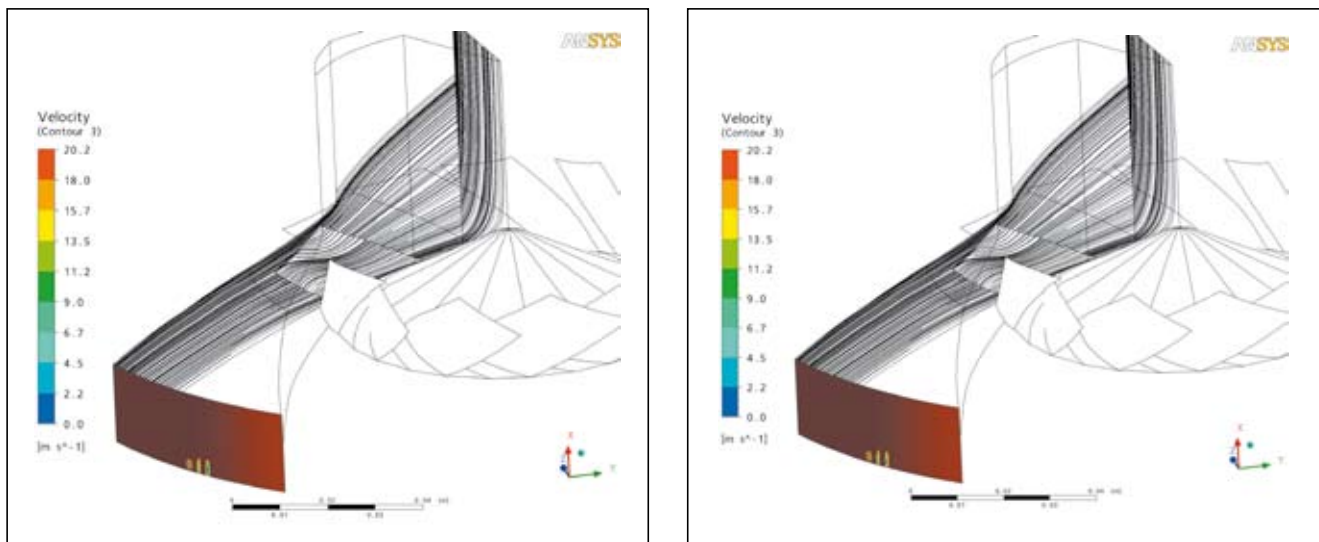


Figure 9. Comparison of streamlines at low and high mass flow (KGN4 impeller)

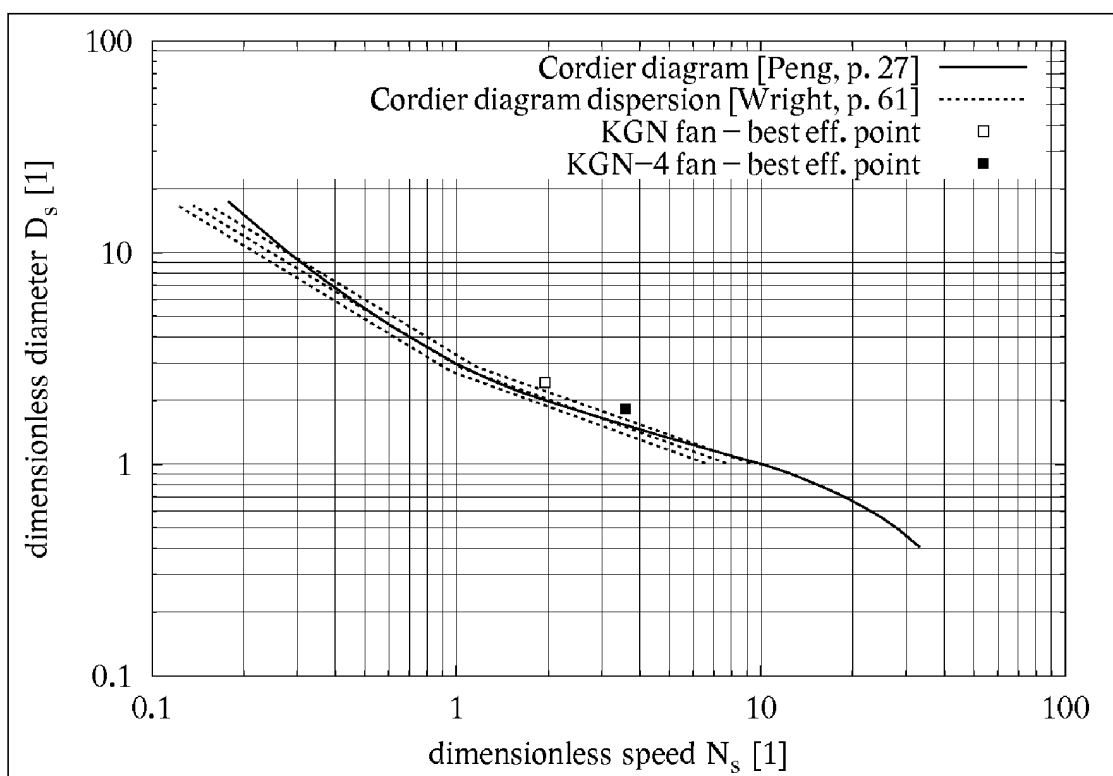


Figure 10. Comparison of streamlines at low and high mass flow (KGN4 impeller) [3]

cej šachty aplikáciou CFD metódy. Acta Mechanica Slovaca, 3/2001, s. 569, ISSN 1335-2393.

[2] Gülich, J. F.: *Centrifugal Pumps*. 3rd edn., Springer 2008, 926 p., ISBN 3540736948.
 [3] Peng, W. W.: *Fundamentals of turbomachinery*. John Wiley and Sons 2007, 369 p., ISBN 0470124229.
 [4] Munson, B. R.: *Fundamentals of Fluid Mechanics*. 4th edn., John Wiley and Sons 2002, 816 p., ISBN 047144250X.
 [5] Gašparovič, P., Čarnogurská,

M.: *Aerodynamic Optimization of Centrifugal fan Casing using CFD*. ACTA HYDRAULICA ET PNEUMATICA, 1/2008, ISSN 1336-7535, str. 8-12.
 [6] *Novi tihí hladilníci serie OSCA/OSCAF*. Hydac, d. o. o., VENTIL 15/2009/6, ISSN 1318 – 7279, p. 558.
 [7] Malcho, M., Jandačka, J., Kapusta, J., Lábaj, J.: *Optimalizácia vzduchotechnickej trasy vetra-*

Presented article is partial result of solving the VEGA no. 1/0010/08 project



Primerjava karakteristik dveh rotorjev različnih geometrij v hladilnih enotah KGN

Razširjeni povzetek

V prispevku je predstavljena rekonstrukcija radialnega ventilatorja hladilne enote. Rotor odprtega tipa za hladilno enoto je bil preoblikovan z namenom, da se poveča učinkovitost in zmanjšajo tlačne pulzacije na sprednjem pokrovu ventilatorja. Zato je bil izbran zaprt rotor z zunanjim okrovom. Dimenzije ustrezajo Cordierjevemu diagramu in vrtilna hitrost je ohranjena. Dobljeno geometrijo omejuje zahteva po enostavni izdelavi z ulivanjem. Ta omejitev onemogoča preoblikovanje rotorja za povečanje učinkovitosti.

Pri reševanju problema se je pokazalo, da učinkovitost preoblikovanega rotorja ni večja od učinkovitosti originalnega rotorja. Vzrok je verjetno v tehnoloških omejitvah pri določevanju oblike lopatic. Optimalna oblika lopatic naj bi bila v danem primeru tridimenzionalna – zavita, tako da je zadoščeno vstopnemu toku zraka na rotorske lopatice. Zaradi geometrijskih omejitev so odstopanja tudi na izstopnem delu rotorja. Še posebej pri majhnem pretoku zraka je očitno, da vrtenje povzroča šibko obremenitev notranjega dela lopatice, zato se upočasni tok ob pestu rotorja (slika 9).

Prikaz maksimalnega izkoristka ventilatorja z modificiranim rotorjem na grafu N_s – D_s (slika 10) potrjuje, da ta oblika rotorja ni optimalna in da je glede na Cordierjev diagram ravno tako neustrezna kot oblika prejšnjega rotorja. Enostavna izdelava rotorja in pokrova z ulivanjem torej predstavlja resne omejitve za izboljšanje učinkovitosti originalnega ventilatorja.

Ključne besede: rotor, simulacija CFD, programska oprema ANSYS CFX 11.0



IRT³⁰⁰⁰
inovacijarazvojtehnologije
www.irt3000.si

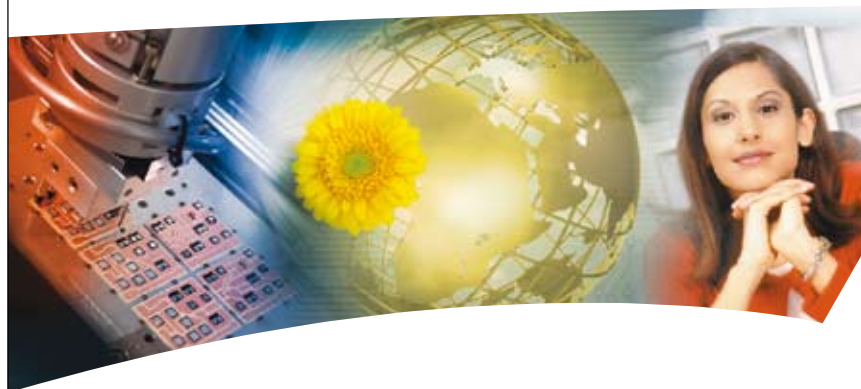
VENTIL
REVIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

telefon: + (0) 1 4771-704
telefaks: + (0) 1 4771-761
<http://www.fs.uni-lj.si/ventil/>
e-mail: ventil@fs.uni-lj.si

MAKING MODERN LIVING POSSIBLE

Danfoss

Danfoss Trata d.o.o.



Soočenje z najzahtevnejšimi industrijskimi izzivi

Inženirstvo	Rešitve, ki izboljšujejo uspešnost in donosnost kupcev
Energetska učinkovitost	Energetsko varčne rešitve za doseganje višjih standardov in nižjih obratovalnih stroškov za končne uporabnike
Okoljska odgovornost	Investiranje v energetske učinkovite in naravi prijazno proizvodnjo in izdelke
Partnerstvo	Predanost zaupanju, zanesljivosti in tehnološkemu napredku

Danfoss Trata d.o.o., Ulica Jožeta Jame 16, 1210 Ljubljana Šentvid
Telefon: 01 58 20 200 • e-mail: danfoss-trata@danfoss.com • www.trata.danfoss.si

Adaptivni inteligentni ventil

Aleš SVETEK, Damir VRANČIĆ, Samo KRANČAN, Zoran ŠAPONIA

Izveček: V prispevku predstavljamo novo generacijo električnih pogonov za ventile, v katere smo vgradili možnost avtonomnega zmanjševanja oscilacij v regulacijskih zankah. Algoritem ventila sestavljata dva podsklopa, in sicer detektor oscilacij in algoritem za prilagajanje dinamičnega ojačenja ventila. Oscilacije v sistemu zmanjšamo z nižanjem dinamičnega ojačenja ventila. Algoritem smo testirali simulacijsko z orodjem Matlab-Simulink, realni ventil z vgrajenim algoritmom pa smo testirali v simuliranem okolju »hardware-in-the-loop« ter na realni testni progi. Rezultati vseh testiranj so pokazali, da vgrajeni algoritem učinkovito zmanjšuje oscilacije v sistemu.

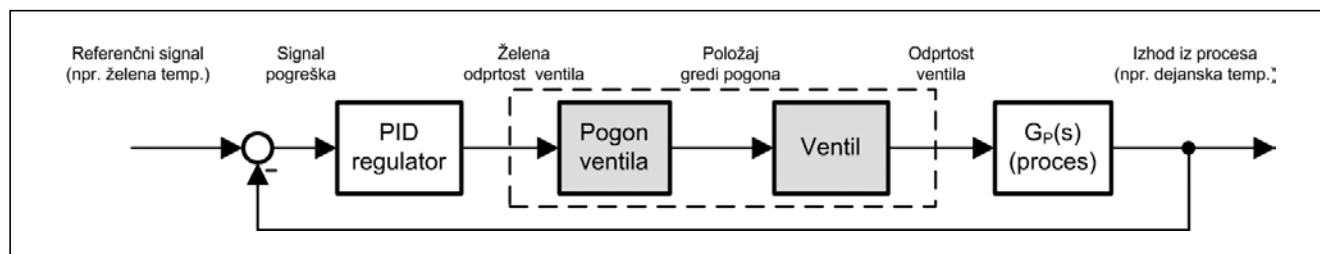
Ključne besede: pogon za ventile, regulacija, adaptivni sistem, zmanjševanje oscilacij

■ 1 Uvod

Ventile uporabljamo kot izvršne člene v številnih regulacijskih zankah pri vodenju procesov v industriji,

Zaradi neustrezno nastavljenih parametrov regulatorjev, histereze ventila, nelinearnosti procesa ter neenakomerne obtežitve sistema (npr. razlika med zimskim in letnim režimom delovanja)

ta namen smo vgradili algoritem, ki spreminja dinamično ojačenje ventila v delovni točki takrat, ko zazna oscilacije v sistemu. Algoritem za zmanjševanje oscilacij, vgrajen v novo



Slika 1. Tipični zaprtzančni regulacijski sistem

sistemih HVAC in drugod (slika 1). Za spreminjanje odprtosti ventila uporabljamo pogon za ventil. Električni pogon je sestavljen iz elektronskega vezja, ki krmili motor, ta pa prek zobniškega prenosa pomika gred pogona, ki je neposredno povezana z ventilom (slika 2).

lahko prihaja do nihanj (oscilacij) v zaprtzančnem regulacijskem sistemu. Oscilacije povzročijo neželjeno obrabo mehanskih delov na pogonu in ventilu, kar je posledica povečanega števila mehansko izvedenih ciklov pogona ventila. Zaradi obrabe lahko pride do odpovedi delovanja pogona ali ventila, ki je povezana s stroški nakupa novega pogona ali ventila, servisiranja ali celo začasne ustavitve sistema.

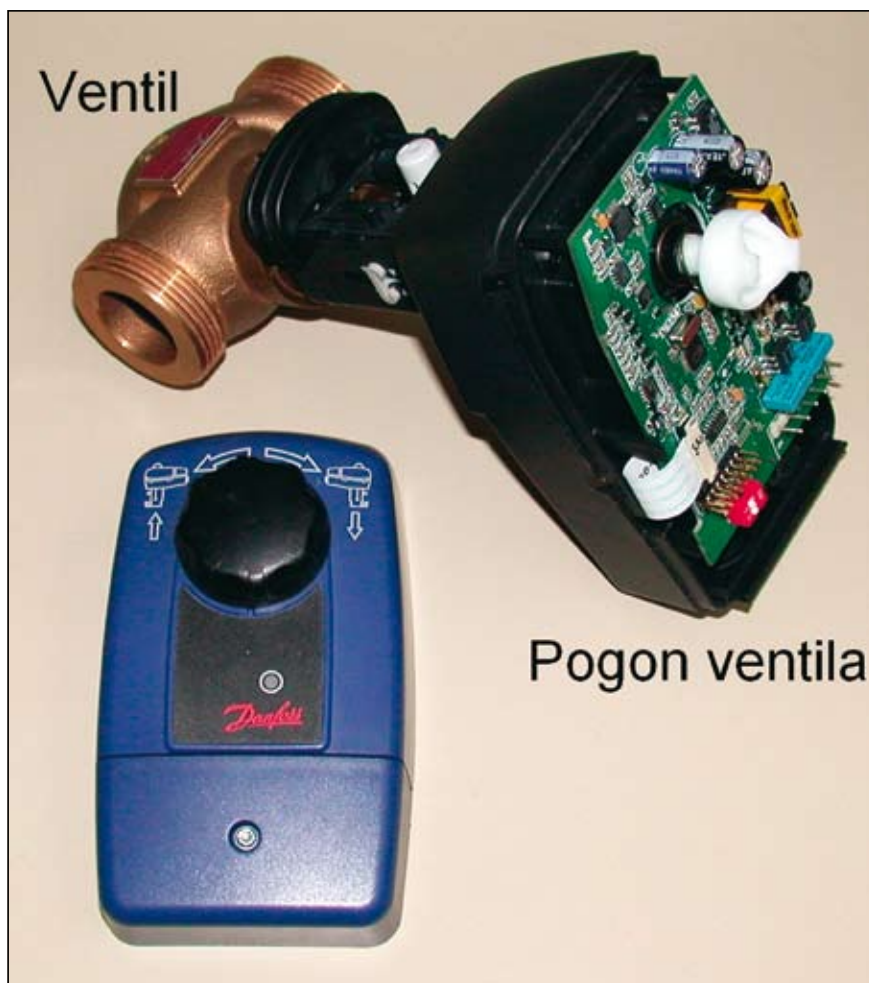
Da bi se izognili ali zmanjšali omenjene težave, smo razvili novo serijo električnih pogonov za ventile. V pogon ventila smo vgradili funkcijo avtonomnega zmanjševanja omenjenih oscilacij v zaprtzančnem sistemu. V

generacijo Danfossovih ventilov, smo poimenovali »inteligentni ventil«, ki ga bomo v tem prispevku tudi podrobneje opisali. Uvodu sledi drugo poglavje, v katerem opisujemo možne pristope za zmanjševanje oscilacij. V tretjem poglavju bomo razložili princip delovanja algoritma »inteligentni ventil«. V četrtem poglavju bomo predstavili rezultate preizkusov delovanja, v petem pa podali sklepne ugotovitve.

■ 2 Pristopi za zmanjšanje oscilacij

Osnovna predpostavka, iz katere smo izhajali pri načrtovanju algoritma ventila za zmanjšanje oscilacij, je ta,

Mag. Aleš Svetek, univ. dipl. inž., doc. dr. Damir Vrančić, univ. dipl. inž., Institut Jožef Stefan, Ljubljana; Samo Krančan, Danfoss Trata, d. o. o., Zoran Šaponia, Danfoss Trata d.o.o.



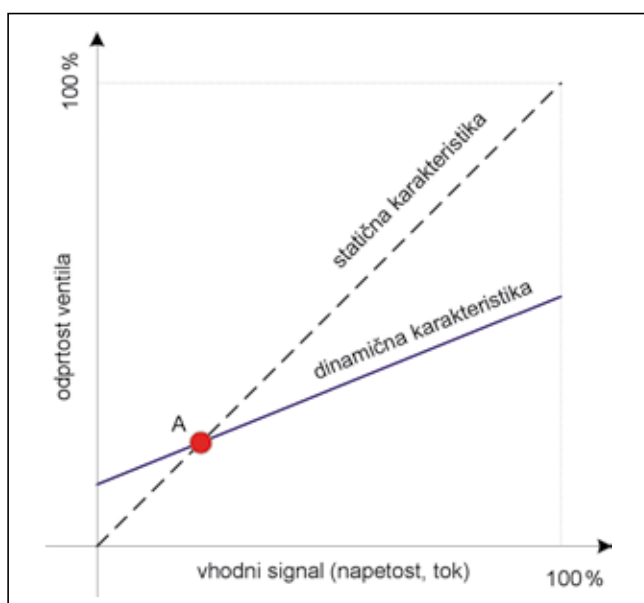
Slika 2. Tipični zaprtozančni regulacijski sistem

da imamo na voljo le krmilni signal ventila (izhod regulatorja). Nadzornemu sistemu ventila namreč ni dostopna informacija o referenčnem signalu regulatorja niti o izhodu iz procesa (slika 1), kar so sicer ključne informa-

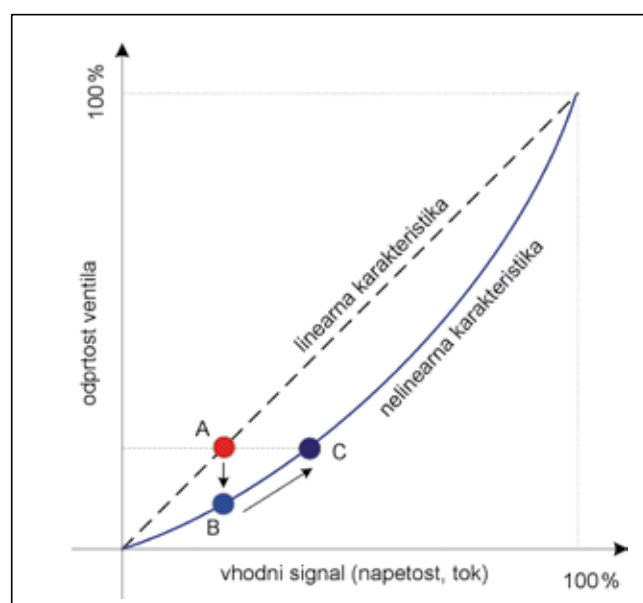
cije pri običajnih adaptivnih regulacijskih sistemih. Predlagani algoritem ventila tako spremlja le vhodni signal in na podlagi časovnega poteka tega signala ustrezno prilagaja ojačenje ventila.

Preučili smo več možnih pristopov za prilagajanje oz. zmanjšanje ojačenja ventila. Najenostavnejša možna rešitev je ta, da pri zaznani oscilaciji vhodnega krmilnega signala enostavno zmanjšamo ojačenje ventila (sprememba odprtosti ventila deljeno s spremembo krmilnega signala v ventil) v trenutni delovni točki in s tem spremenimo karakteristiko ventila. Ta pristop lahko ponazorimo s *sliko 3*. Skozi delovno točko A, ki predstavlja zahtevano odprtost ventila, potegnemo bolj položno krivuljo od prvotne. S spremembo delovne točke ustrezno premikamo novo krivuljo in tako neodvisno spreminjamo dinamično ojačenje ventila v različnih področjih delovanja. Slabost te rešitve je ta, da ventila ne moremo hipoma zapreti ali odpreti, kar je iz varnostnih razlogov nujno potreben pogoj.

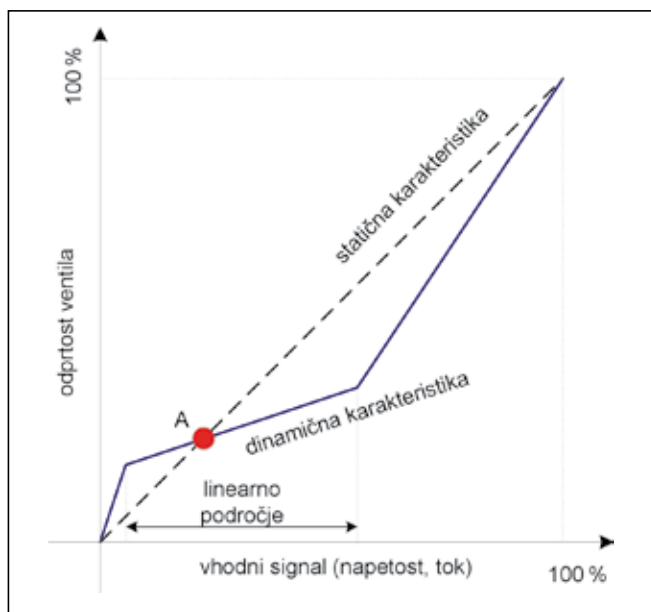
Druga možna rešitev za zmanjšanje ojačenja ventila je ta, da ventil spremeni statično karakteristiko iz linearne v nelinearno tako, da ima pri zaznani oscilaciji v delovni točki oz. pri določeni odprtosti manjše ojačenje (položnejšo karakteristiko), obenem pa ohrani obe skrajni točki (*slika 4*). Slabost tovrstne rešitve je v tem, da pri zaznanem oscilatornem vhodnem signalu pogona ventila (izhodni signal regulatorja na sliki 1) hipoma spremenimo delovno točko iz A v B, nato pa regulacijski sistem (regulator) šele po nekem času poskrbi, da preidemo



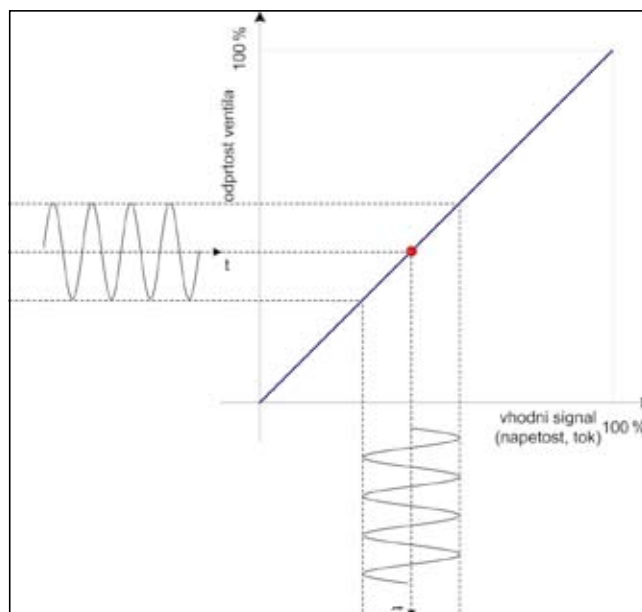
Slika 3. Zmanjšanje dinamičnega ojačenja ventila



Slika 4. Zmanjšanje statičnega ojačenja ventila



Slika 5. Kombinirani pristop za zmanjšanje dinamičnega ojačenja ventila



Slika 6a. Prikaz preslikave oscilacij iz vhoda na izhod ventila

nazaj v točko C (dejanska odprtost ventila postane enaka prvotni). Druga pomanjkljivost tovrstne rešitve je v tem, da z zmanjšanjem ojačenja v okolici točke C povzročimo zvišanje ojačenja v drugem delu vhodno-izhodne karakteristike.

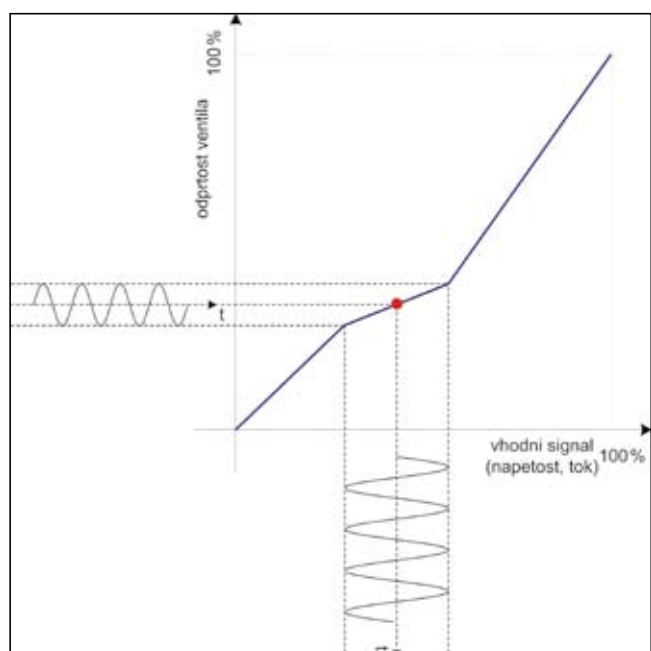
Tretja možna rešitev je kombinirani pristop, pri katerem spremenimo tako statično kot tudi dinamično karakteristiko ventila. Pripadajoča karakteristika je prikazana na *sliki 5*. V okolici točke, kjer zaznamo oscilaci-

je («linearno področje»), zmanjšamo ojačenje ventila, pri tem pa zaradi varnosti ohranimo skrajni točki (popolna odprtost in zaprtost ventila). To rešitev smo tudi uporabili pri razvoju algoritma »inteligentni ventil«, ki je v nadaljevanju podrobneje opisan.

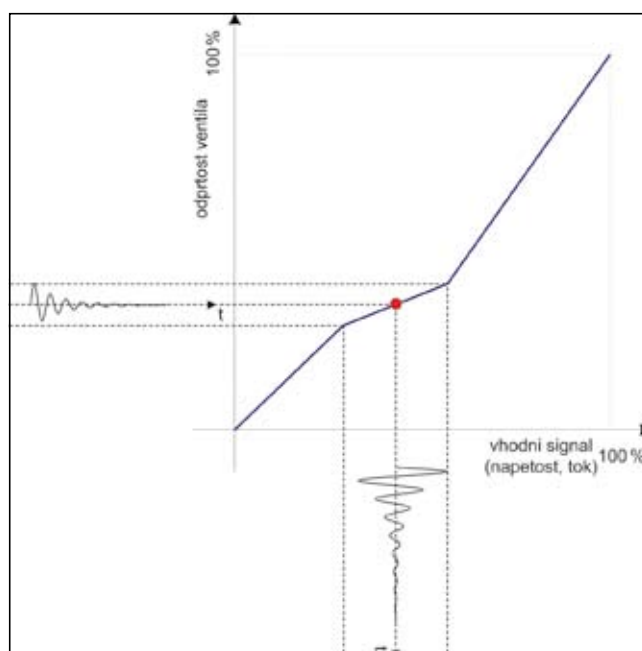
3 Algoritem »inteligentni ventil«

Delovanje algoritma »inteligentni ventil« lahko prikažemo s spodnjimi slikami. Na *sliki 6a* je prikazan pri-

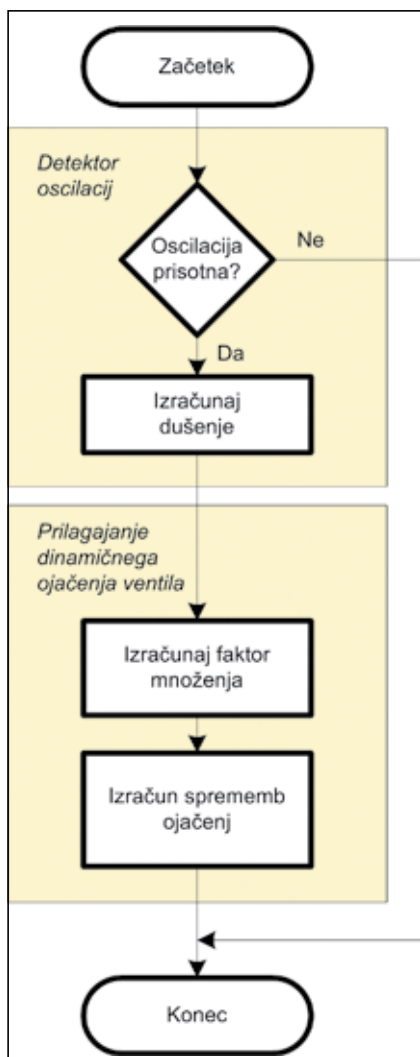
mer, pri katerem se v neadaptivnem regulacijskem sistemu pojavijo oscilacije. Oscilacije na vhodnem signalu pogona ventila se pri linearni karakteristiki ventila prenašajo na izhod (odprtost ventila) v polnem obsegu. Na *sliki 6b* je prikazan odziv ventila v odprtozračnem sistemu, pri katerem ventil z vgrajenim algoritmom »inteligentni ventil« detektira oscilacije in prilagodi ventilsko karakteristiko oz. zmanjša ojačenje okoli delovne točke. Pri tem se tako zmanjša nihanje odpiranja ventila. Z zmanjšanjem nihanja



Slika 6b. Prikaz zmanjšanja izhodnih oscilacij pri krmiljenju v odprti zanki ob zmanjšanju ojačenja ventila



Slika 6c. Prikaz zmanjšanja izhodnih oscilacij pri krmiljenju v zaprti zanki ob zmanjšanju ojačenja ventila



Slika 7. Principa delovanja algoritma »inteligentni ventil«

odpiranja ventila pa povečamo stabilnost zaprtozančnega vodenja, ker s tem zmanjšamo celotno ojačenje zaprtozančnega sistema. Slika 6c prikazuje rezultat delovanja ventila z vgrajenim algoritmom »inteligentni ventil« v povratnoznančnem sistemu, kjer je prišlo do stabilizacije sistema.

Algoritem »inteligentni ventil« je v grobem sestavljen iz dveh podsklopov:

- 1) detektor oscilacij,
- 2) algoritem za prilagajanje dinamičnega ojačenja ventila.

Bločna shema algoritma je prikazana na sliki 7.

3.1 Detektor oscilacij

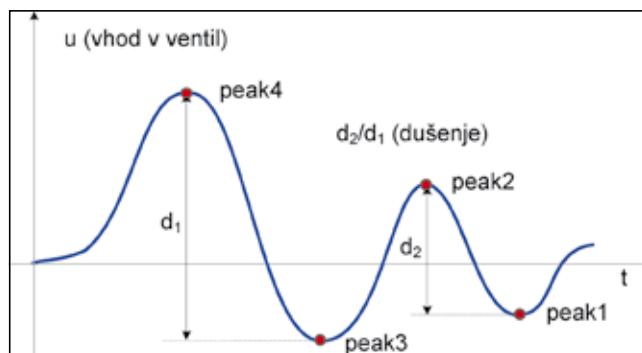
Detektor oscilacij spremlja vhodni signal in išče oscilacije v vhodnem

signalu. V prvem koraku pričemo z iskanjem pozitivnih in negativnih vršnih vrednosti. Ob znani oscilaciji izračunamo dušenje, ki je merilo za stopnjo oscilacije. Dušenje (angl.: decay ratio) smo definirali kot razmerje med zaporednimi vrhovi pri iznihavanju signala. Vrednost dušenja v naslednjem koraku uporabimo za določanje dinamičnega ojačenja ventila.

Ko smo detektirali zadostno število vrhov (4), izračunamo dušenje. Če si vrhovi ne sledijo časovno približno enakomerno, jih algoritem izloči. Na ta način dodatno izločimo zaznavanje vrhov signala, ki ga povzročajo naključne motnje v sistemu. Nato preverimo, če je razlika med zadnjima vrhovoma dovolj velika in če je število vrhov 4. Če so izpolnjeni vsi našeti pogoji, izračunamo dušenje

$$FD = \frac{d_2}{d_1} = \frac{peak1 - peak2}{peak3 - peak4} \quad (1)$$

kjer je peak1 najnovjši vrh, peak4 pa najstarejši (slika 8).



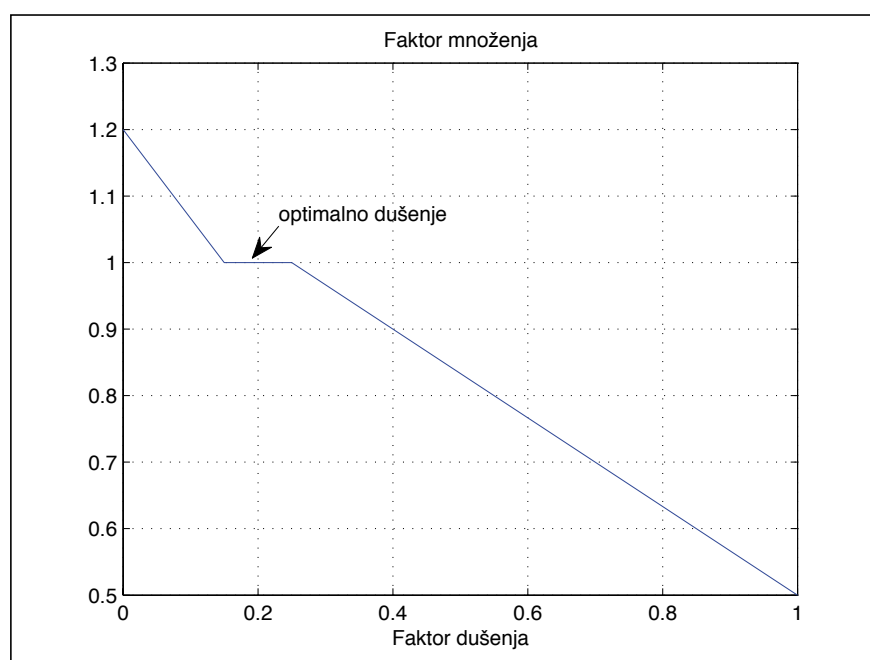
Slika 8. Ilustracija iskanja vrhov in izračuna dušenja

Ko smo izračunali dušenje, ga posredujemo preostalemu delu algoritma, ki ustrezno prilagodi ojačenja ventila v posameznih delovnih točkah.

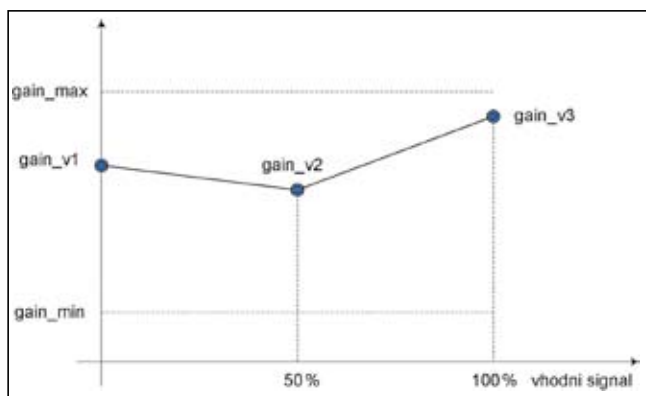
3.2 Algoritem za prilagajanje dinamičnega ojačenja ventila

Najprej je potrebno izračunati novo dinamično ojačenje ventila v trenutni delovni točki, nato pa izhodno vrednost (odprtost ventila) glede na vhodni krmilni signal.

Prilagoditev ojačenja (faktor, s katerim množimo dinamično ojačenje ventila v delovni točki) glede na izračunano vrednost dušenja, je prikazana na sliki 9. Za optimalno vrednost dušenja smo izbrali območje od 0,15 do 0,25. Če bo izmerjeno dušenje v tem območju, potem ne bomo spreminjali ojačenja ventila. Če izmerimo



Slika 9. Odvisnost faktorja, s katerim spreminjamo ojačenje ventila v delovni točki, od izračunane vrednosti dušenja (decay ratio)



Slika 10. Primer spremenjenega ojačenja ventila v treh delovnih točkah (0 %, 50 % in 100 %). Ojačenje v poljubni delovni točki se izračuna na osnovi interpolacije.

večje dušenje od 0,25 (bolj oscilatornen signal), potem znižamo ojačenje ventila v okolici točke, kjer smo zaznali oscilacije. V obratnem primeru (dušenje pod 0,15) pa bomo ojačenje zvišali.

Na kakšen način spreminjamo dinamična ojačenja v različnih delovnih točkah ventila? Delovno področje ventila je predstavljeno s tremi točkami, kot je prikazano na *sliki 10*. Tri točke predstavljajo ojačenje ventila pri 0-odstotni, 50-odstotni in 100-odstotni odprtosti ventila. Posamezna ojačenja nikoli ne morejo biti višja od parametra *gain_max* (npr. vrednosti 1) in nižja od *gain_min* (npr. vredno-

sti 0,2). Vrednost ojačenja ventila v poljubni delovni točki se izračuna na osnovi interpolacije med tremi podanimi točkami.

Vzemimo primer, kjer so se pojavile oscilacije v okolici 40-odstotnega vhodnega signala. Ojačenje ventila je potrebno ustrezno

zmanjšati. Najbolj v točki, ki je najbližja območju, kjer so se pojavile oscilacije, najmanj pa v najbolj oddaljeni točki. To lahko dosežemo tako, da uporabimo mehko (angl.: fuzzy) funkcijo, ki je prikazana na *sliki 11*. Na vodoravni osi je podano delovno območje ventila (skalirano na območje od 0 do 1 (0 % do 100 %)), na navpični osi pa je zelen faktor zmanjšanja ojačenja ventila. Največje zmanjšanje ojačenja (faktor 0,5 glede na prejšnje ojačenje) zahtevamo v delovni točki, kjer so se pojavile oscilacije (0,4 = 40 %), najmanjše (faktor 0,95) pa v najbolj oddaljeni točki (1 = 100 %). Ker zelena ojačenja ventila interpoliramo med tremi izbra-

nimi točkami, zmanjšanje ojačenja izračunamo le v omenjenih točkah. V našem primeru je faktor zmanjšanja ojačenja v točki 0 % okrog 0,9, v točki 50 % okrog 0,6 in v točki 100 % okrog 0,95. Z omenjenimi faktorji pomnožimo trenutne vrednosti ojačenj in dobimo rezultat, ki je prikazan na *sliki 12*. Opazimo, da so prvotna ojačenja ventila v treh točkah (modra barva) ustrezno spremenjena (rdeča barva). Najbolj je zmanjšana točka, ki je najbližje območju, kjer so se pojavile oscilacije (50 %), najmanj pa najbolj oddaljena točka (100 %).

Enačba mehke funkcije je:

$$F = 1 - \frac{1-k}{1+24(v-c)^2} \quad (2)$$

kjer je F faktor (zmanjšanja) ojačenja ventila, k faktor (zmanjšanja) ojačenja v območju, kjer so se pojavile oscilacije, c je delovna točka, v kateri je prišlo do oscilacij, in v delovna točka ventila (med 0 in 1).

■ 4 Preizkus delovanja

Delovanje algoritma »inteligentni ventil« smo preizkusili v simulacijskem okolju in v praksi. Ventil z omenjeno inteligentno funkcijo smo sprva preizkusili na PC-platforni s simulacijo v programskem orodju Matlab-Simulink. Po uspešnih rezultatih simulacij smo testirali realni ventil v simuliranem okolju. PI-regulator in proces smo simulirali s prenosnim računalnikom in ju priklopili na ventil prek pretvornikov A/D in D/A (testiranje »hardware-in-the-loop«).

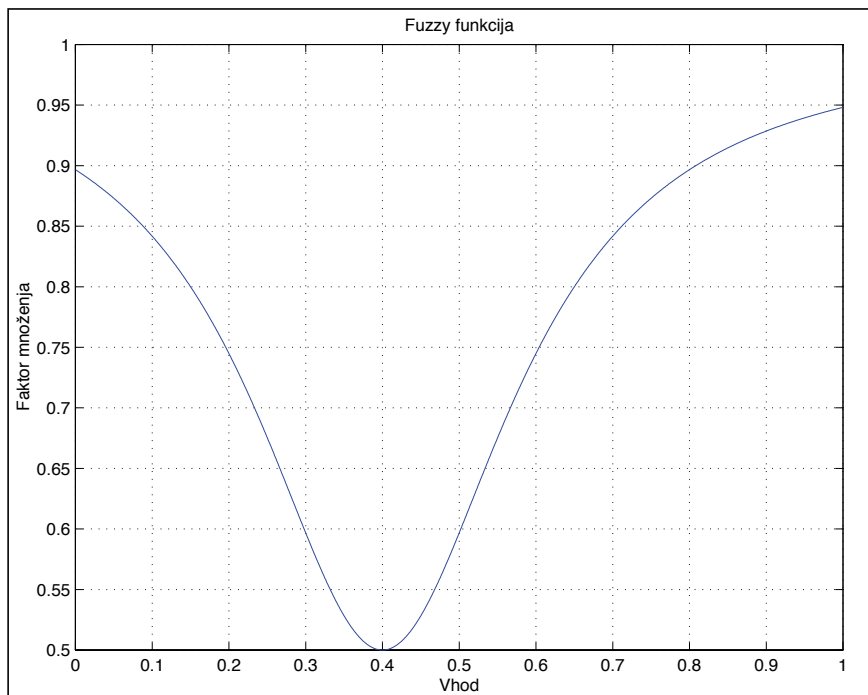
Izbrali smo PI-regulator:

$$G_R(s) = K_p + \frac{K_I}{s} \quad (3)$$

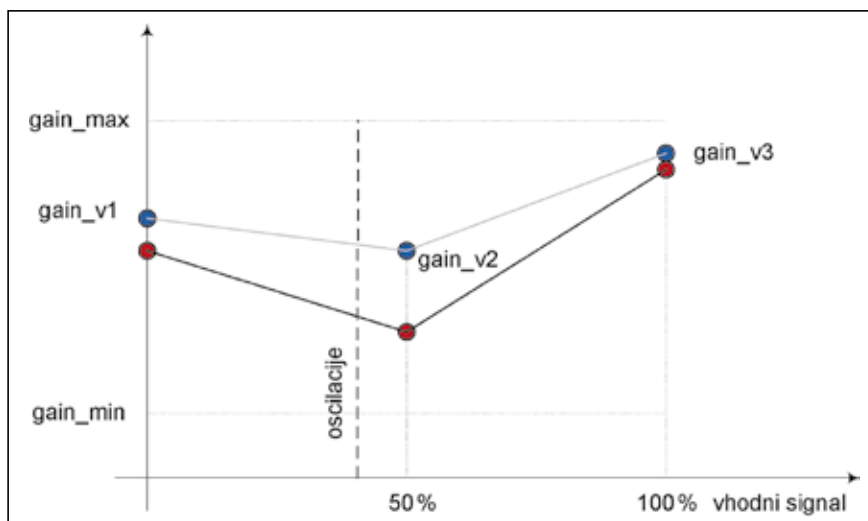
ki smo mu dodali zaščito pred integralnim pobegom in udarnim preklopom. Izbrani parametri regulatorja so bili naslednji:

$$\begin{aligned} K_p &= 1,6 \\ K_I &= 0,05 \end{aligned} \quad (4)$$

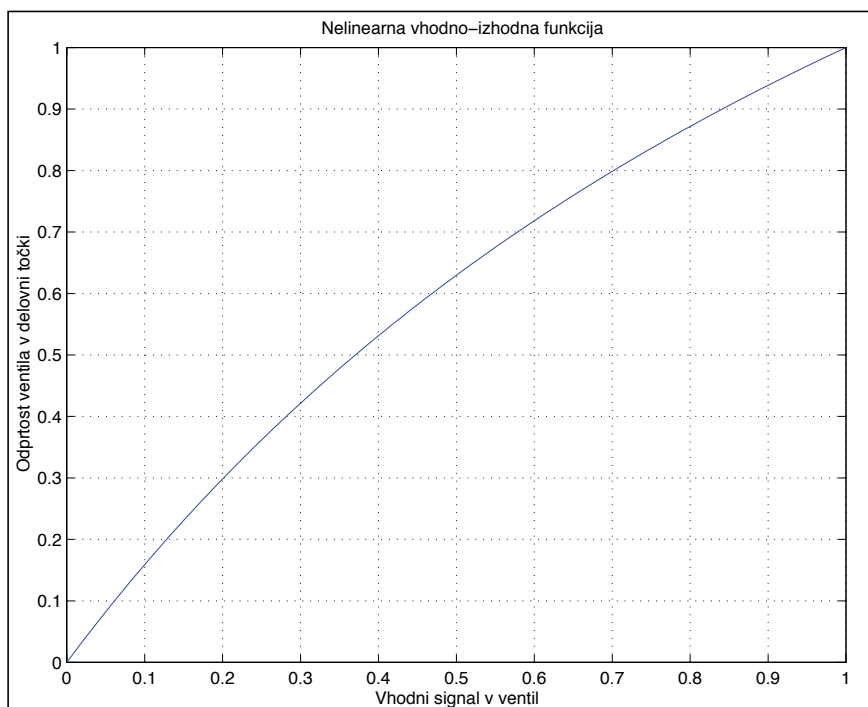
Izhod iz regulatorja smo prek pretvornika D/A pošiljali na vhodni signal ventila, dejansko pozicijo ventila pa smo brali prek pretvornika A/D in jo pošiljali na vhod v simulirani proces. Simulirani proces je imel naslednjo prenosno funkcijo:



Slika 11. Mehka funkcija, ki ponazarja odvisnost med faktorjem množenja ojačenja ventila od delovne točke ventila



Slika 12. Sprememba ojačenja ventila v treh delovnih točkah (0 %, 50 % in 100 %) glede na prejšnja ojačenja, če se pojavijo oscilacije v okolici 40-odstotne odprtosti ventila. Najbolj se zmanjša ojačenje v točki, ki je najbližja območju, kjer so se pojavile oscilacije.



Slika 13. Simulirana statična nelinearnost ventila

$$G_p(s) = \frac{e^{-8s}}{(1+8s)^2} \quad (5) \quad u = \frac{K_v x}{1-x(1-K_v)} \quad (6)$$

Uporabili smo torej proces drugega reda (pogosto pri sistemih ogrevanja) z zakasnitvijo 8 sekund (zakasnitev ogrevalne vode od ventila do prostora). Časovne konstante so nekoliko krajše od realnih (predvsem časovne konstante procesa) zato, da skrajšamo čas poizkusa.

Pred vhod v proces smo dodali še nelinearno funkcijo:

kjer je x vhodni signal ventila, u pa odprtost ventila. Uporabili smo konstanto $K_v = 1,7$. Funkcija nelinearnosti je prikazana na *sliki 13*. Nelinearnost smo namenoma dodali zato, da ugotovimo, ali bo funkcija »inteligentni ventil« pravilno zmanjšala ojačenje ventila samo v območju, kjer se pojavijo oscilacije. Kot je razvidno s *slike 13*, je ojačenje sistema višje v spodnjem delu območja.

Poizkus je potekal tako, da smo spreminjali delovno točko procesa (referenčno vrednost) s 3 na 5 in na 9 ter nazaj. Sprememba delovne točke je bila postopna (v časovnem obdobju 100 s). 300 s po spremembi delovne točke smo dodali motnjo na vhod v proces (pred nelinearnostjo). Najbolj običajen način vodenja procesov je namreč regulacijsko delovanje (izkrmljenje motenj).

Slike 14 do 16 prikazujejo odziv procesa med poizkusi v enakih časovnih intervalih, kot so bili izbrani za prikaz pozicije ventila. Tu lahko opazimo, da je inteligentni ventil znatno prispeval k stabilizaciji zaprtozančnega sistema. Dejanski premik ventila je manjši od vhodnega signala zlasti v območjih, kjer je bil ventil veliko bolj oscilatoren. Ta razlika dejansko omogoča stabilizacijo zaprtozančnega regulacijskega sistema.

Rezultati vseh testov so pokazali, da pogon ventila deluje v skladu z načrtovanimi specifikacijami, zmanjšuje oscilacije v regulacijski zanki in jo s tem stabilizira.

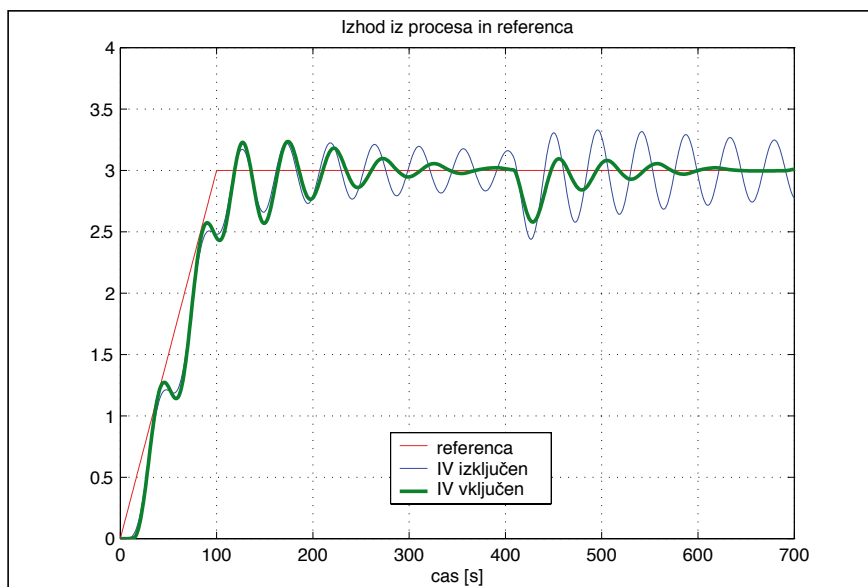
5 Zaključek

Za novo generacijo ventilov podjetja Danfoss Trata, d. o. o., smo razvili in vgradili algoritme, ki zmanjšujejo morebitne oscilacije v regulacijskem sistemu. Uporabili smo kombinirani pristop prilagajanja tako statičnega kot tudi dinamičnega ojačenja ventila.

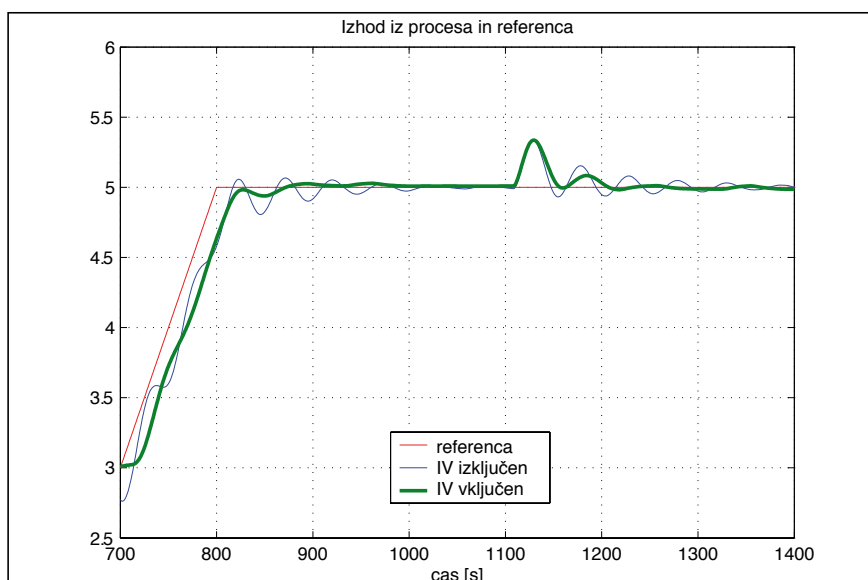
To funkcionalnost smo testirali simulacijsko, v simuliranem okolju »hardware-in-the-loop« ter na testni progji v podjetju Danfoss Trata, d. o. o. Vsi rezultati so pokazali, da razviti sistem uspešno zmanjšuje oscilacije in pomaga stabilizirati regulacijsko zanko. Končni rezultat so tako manjša obraba ventila, kvalitetnejša zaprtozančna regulacija in daljša življenjska doba sistema.

Viri

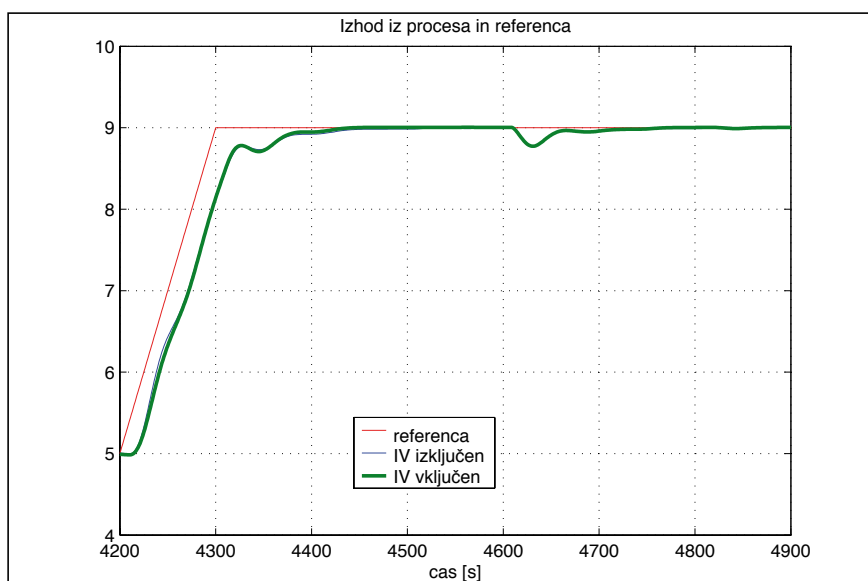
- [1] VRANČIČ, Damir, PETROVČIČ, Janko, SVETEK, Aleš, KRANČAN, Samo, ŠAPONIA, Zoran. Opis delovanja inteligentnega ventila



Slika 14. Začetek poizkusa na ventilu (spodnji del območja)



Slika 15. Prehod v srednji del območja ventila



Slika 16. Prehod na zgornji del območja ventila

za model AME 335, (IJS delovno poročilo, 10181), Institut Jožef Stefan, Ljubljana 2009.

[2] DONLAGIČ, Dali. Krmilni ventili, Maribor, 1996

An adaptive intelligent valve

Abstract: The article presents a new control valve aimed at reducing oscillations in a closed-loop system. The valve consists of an oscillation detector and a gain adaptation block. The oscillations in the system are reduced by reducing the valve's dynamic gain. The valve was tested in the Matlab-Simulink environment, on a process simulated by "hardware-in-the-loop" and on a real laboratory setup. The results showed that the new valve can efficiently reduce the oscillations in the system.

Keywords: valve drive, regulation, adaptive system, oscillation reduction



Danfoss Trata d.o.o.

VENTIL

REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

telefon: + (0) 1 4771-704
 telefaks: + (0) 1 4771-761
<http://www.fs.uni-lj.si/ventil/>
 e-mail: ventil@fs.uni-lj.si

VERIFLON

PREDELAVA FLUORIRANIH POLIMEROV

- Predelava PTFE
- Izdelava elementov za transport agresivnih medijev
- Kroglasti ventili zaščiteni s PTFE, FEP, PFA
- Loputasti ventili zaščiteni s PTFE, FEP, PFA
- Gumiranje procesne opreme s trdo ali mehko gumo



Programsko orodje za razvrščanje šarž v pripravi surovin v Cinkarni Celje

Darko VREČKO, Anton LOŽAR, Vladimir VREČKO, Vladimir JOVAN

Izvleček: V prispevku je predstavljeno programsko orodje za razvrščanje šarž za zmanjšanje nihanja porabe pare v pripravi surovin v Cinkarni Celje. Programsko orodje omogoča razvrščanje šarž za 24 ur vnaprej z upoštevanjem števila šarž, ki jih je potrebno izvesti, povprečnega trajanja šarž in profila porabe pare posameznih šarž. Orodje lahko služi kot podpora pri odločanju operaterjev v procesu priprave surovin. Investicijski stroški razvoja programskega orodja so mnogo manjši v primerjavi z nakupom shranjevalnika pare. Z ustreznim razvrščanjem šarž se lahko zmanjšajo obremenitev kotla pare in izpusti viškov pare.

Ključne besede: razvrščanje šarž, poraba pare, razvoj programskega orodja

■ 1 Uvod

V Cinkarni Celje se pri proizvodnji titanovega dioksida (TiO_2) para porablja v različnih procesih, kot so hidroliza, razklop, šaržna kemična obdelava, priprava surovin itd. [1]. Pri tem se konice porabe pare, ki jih ni mogoče pokriti s paro, ki nastane v proizvodnji, pokrivajo s paro iz kotla. Če želimo zmanjšati dinamiko obremenitev kotla in s tem povečati njegovo življenjsko dobo, je potrebno porabo pare enakomerneje porazdeliti oziroma gladiti. Z glajenjem porabe pare lahko zmanjšamo tudi izpuste viškov pare.

Dr. Darko Vrečko, univ. dipl. inž. el., Institut Jožef Stefan, Ljubljana, Anton Ložar, univ. dipl. inž. el., INEA, d. o. o., Ljubljana, mag. Vladimir Vrečko, univ. dipl. inž. el., Cinkarna Celje, d. d., Celje, dr. Vladimir Jovan, univ. dipl. inž. el., Institut Jožef Stefan, Ljubljana

Za glajenje porabe pare so bili v procesu hidrolize in razklopu uporabljeni lokalni shranjevalniki pare, v procesu priprave surovin pa smo porabo pare želeli gladiti z razvrščanjem šarž. Pri pripravi surovin se para porablja v različnih šaržah, ki se izvajajo nekajkrat na dan. Para, ki se pri tem porablja, ni zanemarljiva, saj predstavlja približno 20 % celotne porabe pare v proizvodnji TiO_2 [2]. Ker se šarže v pripravi surovin izvajajo samo nekajkrat dnevno, jih je možno razvrstiti tako, da je nihanje porabe pare čim manjše.

Za razvrščanje šarž pri pripravi surovin je bilo razvito programsko orodje, ki izračuna urnik šarž, pri katerem dobimo najmanjše nihanje porabe pare za prihodnjih 24 ur ob upoštevanju števila šarž, trajanja in porabo pare šarž in ostalih omejitev. Orodje za razvrščanje šarž lahko služi kot podpora operaterjem pri proženju šarž, investicija v razvoj orodja pa je bistveno manjša, kot bi bil nakup shranjevalnika pare.

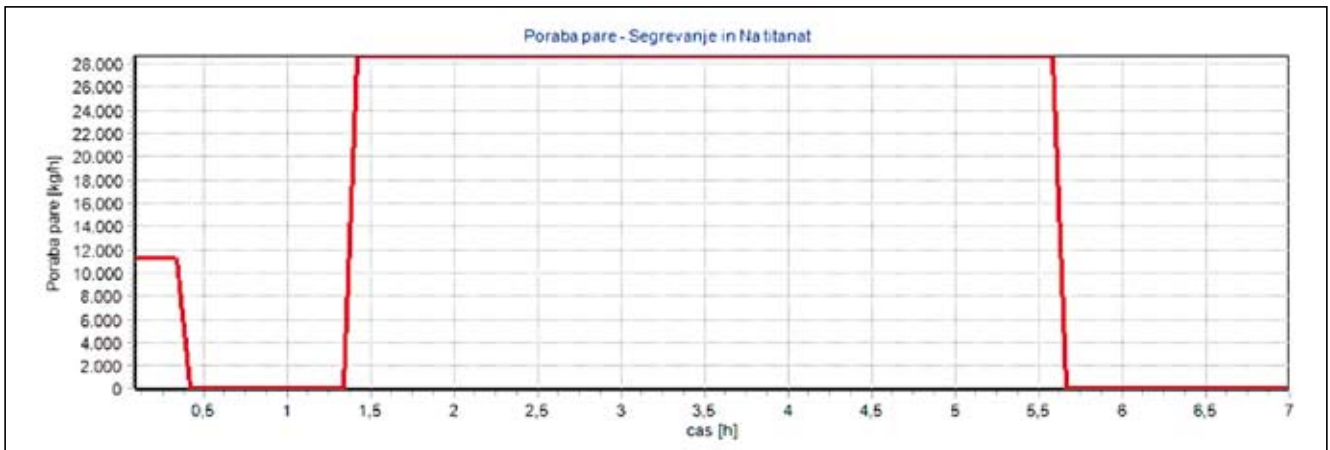
V prispevku je najprej podan profil porabe pare v šaržah v procesu priprave surovin. V nadaljevanju je predstavljeno programsko orodje skupaj z algoritmom za določanje urnika šarž v pripravi surovin. Prispevek zaključujejo najpomembnejše ugotovitve.

■ 2 Profil porabe pare v šaržah v pripravi surovin

Pri pripravi surovin se para porablja v različnih šaržah, ki se izvajajo večkrat na dan [3].

V prvi šarži /Segrevanje in Na-titanat/ se para običajno porablja tako, kot je prikazano na *sliki 1*. Para se najprej porablja za segrevanje, nato pa za pripravo Na-titanata. Šarža traja okoli sedem ur, na dan pa je potrebno izvesti dve, pri čemer je potrebno prvo šaržo končati pred 14. uro.

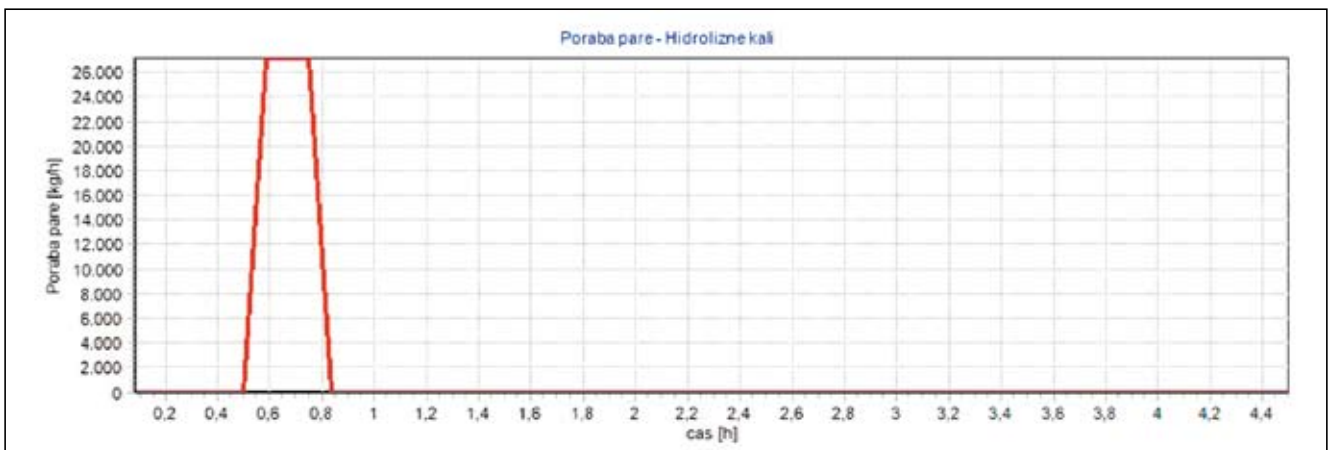
Naslednja šarža segrevanje in peptizacija navadno prav tako traja sedem ur. Začne se s segrevanjem, nato se



Slika 1. Običajni profil porabe pare v šarži /Segrevanje in Na-titanat/



Slika 2. Običajni profil porabe pare v šarži /Segrevanje in peptizacija/



Slika 3. Običajni profil porabe pare v šarži /Hidrolizne kali/

približno pet ur miruje in nato se izvede peptizacija. Običajni profil porabe pare v tej šarži je prikazan na *sliki 2*. Na dan je potrebno izvesti tri takšne šarže.

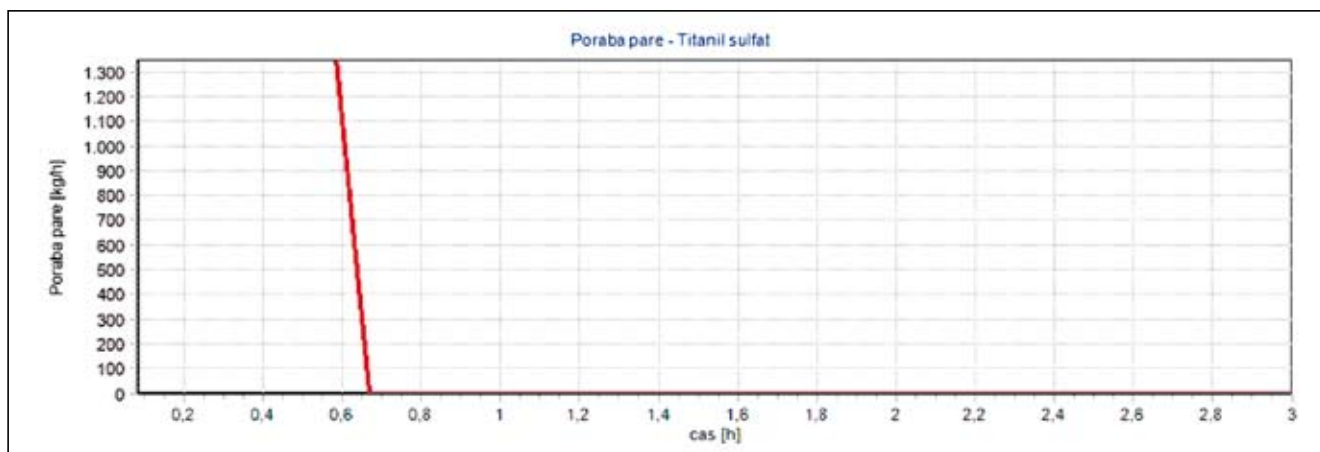
V šarži /Hidrolizne kali/ se para običajno porablja tako, kot je prikazano na *sliki 3*. Šarža običajno traja

okoli štiri in pol ure. Para se znotraj šarže porablja kratek čas, samo okoli pol ure. Na dan je potrebno izvesti tudi do tri takšne šarže.

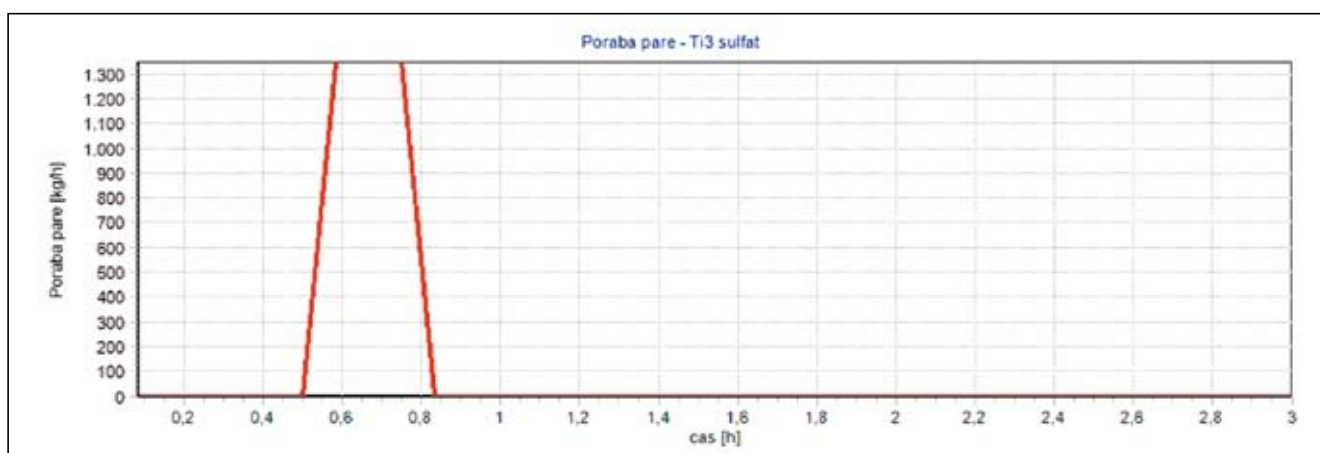
Šarža /Titanil sulfat/ traja okoli tri ure. Običajni profil porabe pare v tej šarži je prikazan na *sliki 4*. Na dan je potrebno izvesti eno takšno šaržo.

Običajni profil porabe pare v šarži /Ti(III) sulfat/ prikazuje *slika 5*. Šarža traja približno tri ure, izvesti pa jo je potrebno enkrat na tri dni.

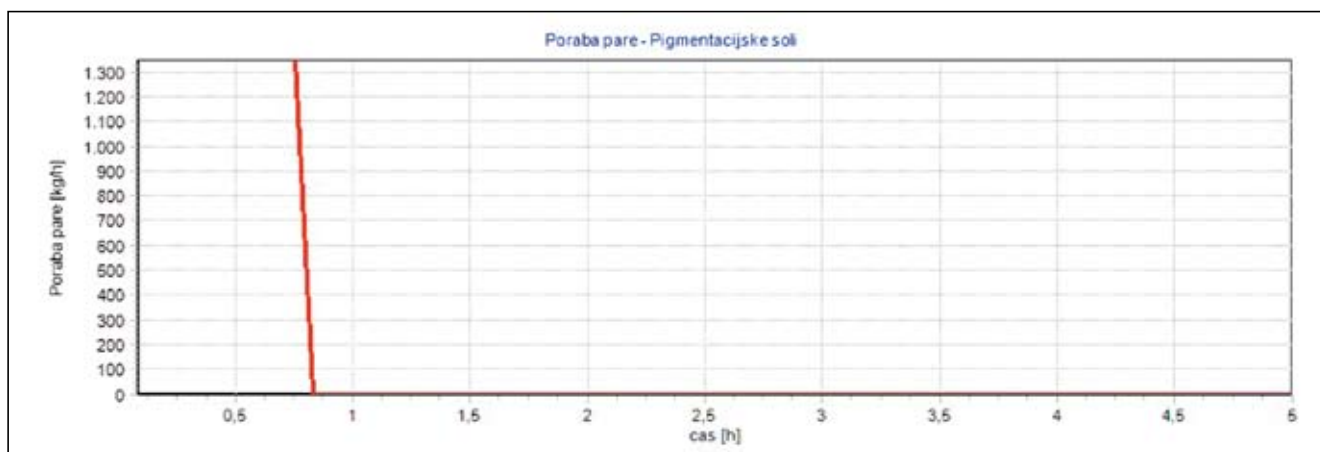
Priprava pigmentacijske soli traja okoli pet ur. Profil porabe pare v tej šarži je prikazan na *sliki 6*. Na dan je potrebno izvesti eno takšno šaržo.



Slika 4. Običajni profil porabe pare v šarži /Titanil sulfat/



Slika 5. Običajen profil porabe pare v šarži /Ti(III) sulfat/



Slika 6. Običajni profil porabe pare v šarži /Pigmentacijske soli/

Del pare se v pripravi surovin porablja tudi kontinuirno. Profil kontinuirne porabe pare je prikazan na *sliki 7*. Kontinuirna poraba pare pade na nič samo pri ustavitvi proizvodnje.

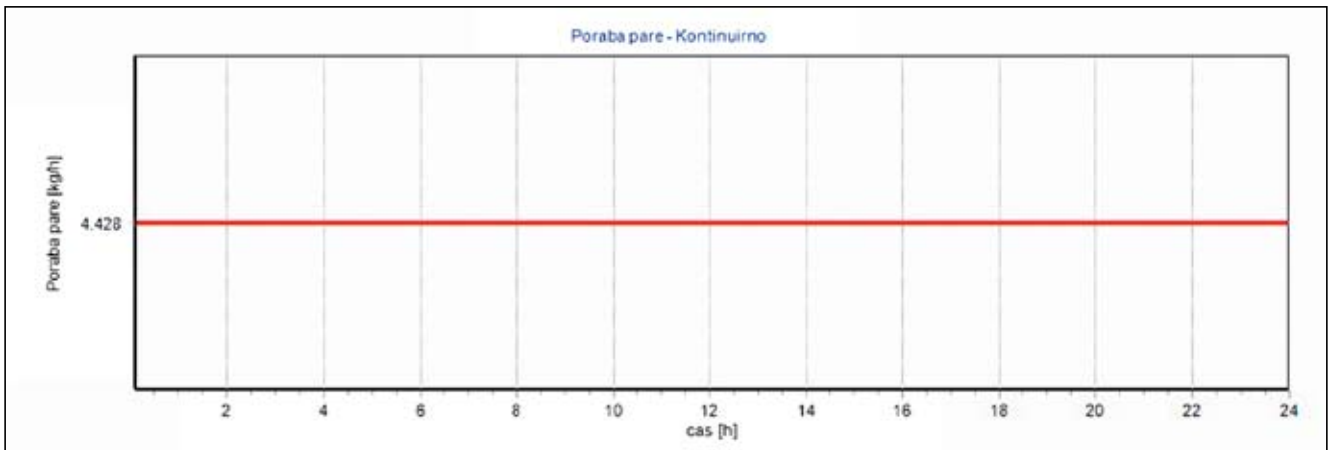
Šarža /Na-aluminat/ navadno traja sedem ur. Običajni profil porabe pare v tej šarži je podan na *sliki 8*. Na dan je

potrebno izvesti do dve takšni šarži, pri čemer je potrebno dopoldansko šaržo končati pred 14. uro.

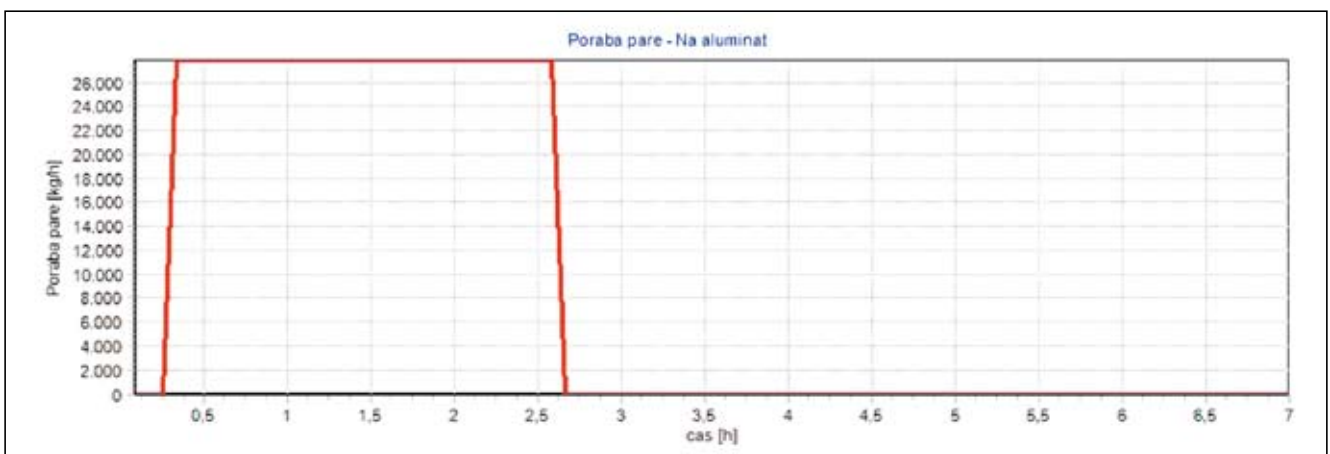
Omeniti je potrebno, da so privzeti profili porabe pare v šaržah zelo poenostavljeni. Privzeta poraba pare je znotraj posameznih operacij konstantna in enaka maksimalni. V realnosti

poraba pare ni konstantna, ampak niha med nič in maksimalno vrednostjo. Poleg tega velja, da ne moremo začeti naslednje, enake šarže, dokler se šarža ne konča.

Šarže lahko razdelimo glede na velikost porabe pare. Največjo porabo pare dobimo pri šaržah /Segrevanje



Slika 7. Kontinuirna poraba pare



Slika 8. Običajni profil porabe pare v šarži /Na-aluminat/

in Na-titanat/, /Segrevanje in peptizacija in Na-aluminat/. Malo manjšo porabo pare pri šaržah /Titanil sulfat in pigmentacijske soli/, najmanjšo pa pri šaržah /Hidrolizne kali/ in /Ti(III) sulfat/.

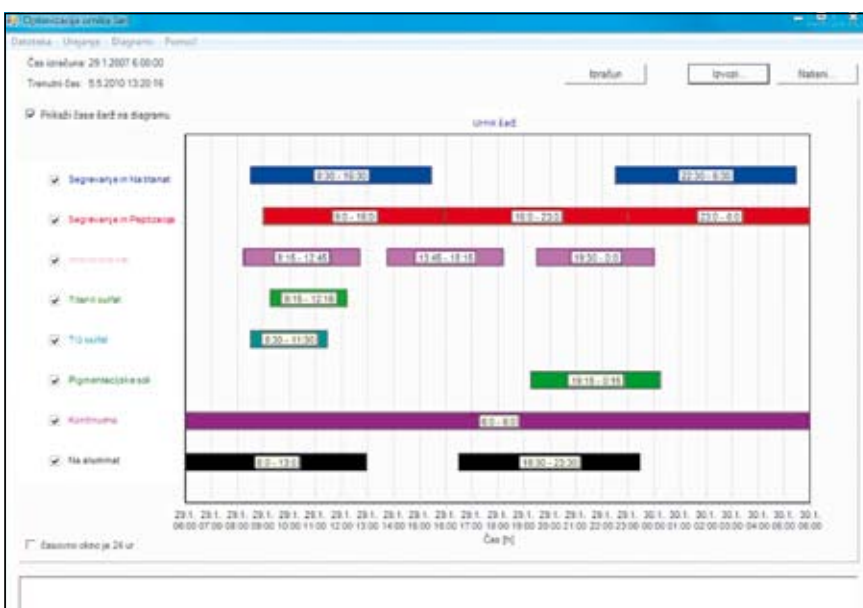
■ 3 Programsko orodje za razvrščanje šarž v pripravi surovin

Razvito je bilo programsko orodje, ki lahko služi kot podpora operaterjem

pri proženju šarž v pripravi surovin. Orodje izračuna urnik proženja šarž za naslednjih 24 ur, pri katerem dobimo najmanjše nihanje porabe pare. Pri tem se predpostavlja, da bo profil porabe pare v šaržah približno takšen, kot ga nastavi operater. Programsko orodje smo načrtali v okolju Visual Basic.NET ver 7.1. Glavno okno programskega orodja za razvrščanje šarž je prikazano na *sliki 9*.

V zgornjem levem robu glavnega okna vidimo padajoče menije: Datoteka, Urejanje, Diagrami in Pomoč. Na sredini glavnega okna je prikazan zadnji izračunan urnik šarž, spodnja vrstica glavnega okna pa je namenjena izpisu opozoril.

Znotraj menija Datoteka operater shrani ali prebere zadnje nastavitve. V meniju Urejanje operater definira profil porabe pare v šaržah ter izbere število in omejitve šarž. Okno za definiranje profila porabe pare v šaržah je prikazano na *sliki 10*.



Slika 9. Glavno okno programskega orodja za razvrščanje šarž

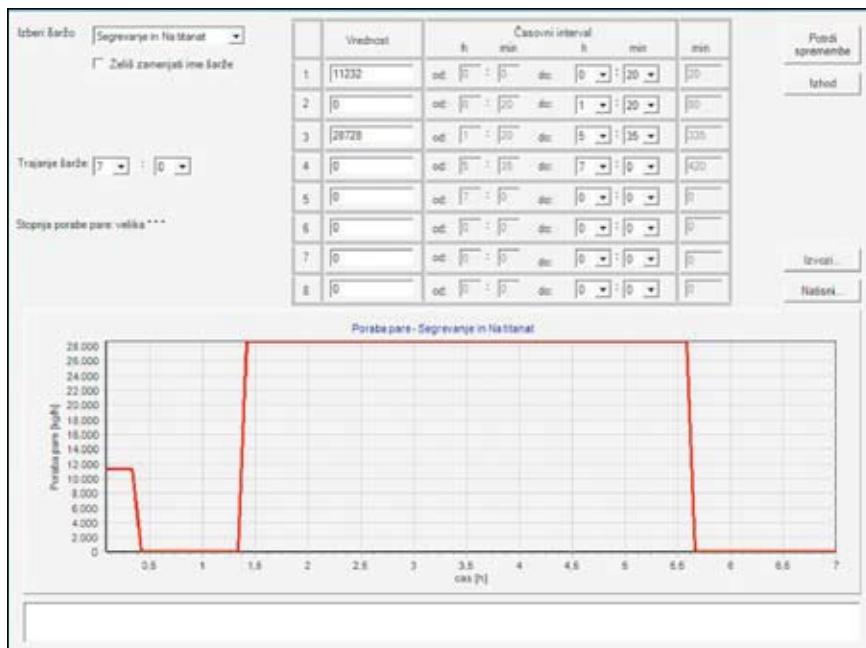
V oknu za definiranje šarž lahko operater nastavi dolžino trajanja šarž in običajni profil porabe pare znotraj šarž. V oknu za izbiranje šarž, ki je prikazano na *sliki 11*, pa operater nastavi čas začetka proženja šarž, označi šarže, ki so še v teku, določi število šarž, ki jih je potrebno razvrstiti, in določi čas, do katerega se morajo končati prve šarže.

V meniju Pomoč ima operater dostop do datoteke s podrobnimi navodili za uporabo programskega orodja [4].

Ko operater definira vse šarže in izbere vse parametre za razvrščanje šarž, zažene izračun urnika šarž za naslednjih 24 ur pri katerem bo nihanje porabe pare v pripravi surovin najmanjše. Šarže se razvrščajo po algoritmu, ki predstavlja glavni del orodja.

3.1 Algoritem za razvrščanje šarž v pripravi surovin

Algoritem deluje tako, da računa standardno deviacijo skupne porabe pare šarž v pripravi surovin za veliko število urnikov šarž in izbere tistega, pri katerem je standardna deviacija porabe pare najmanjša. Algoritem preizkusi samo tiste urnike šarž, ki ustrezajo omejitvam, ki jih poda operater. Ker je vseh takšnih urnikov kljub temu preveč, se njihovo število omeji, in sicer tako, da se iskanje optimalnega urnika šarž razdeli na tri dele [5].



Slika 10. Okno za definiranje profila šarž

V prvem delu se razvrstijo šarže, pri katerih je poraba pare največja (/Segrevanje in Na-titanat/, /Segrevanje in Peptizacija/ in /Na-aluminat/). Pri tem se preizkusijo vse možne kombinacije šarž s premikanjem šarž za 30 minut. Urnik šarž, pri katerem je standardna deviacija oziroma nihanje porabe pare najmanjše in ki zadosti vsem omejitvam, se fiksira. Vse nadaljnje šarže se nato prištevajo k dobljenemu urniku.

V drugem delu se na podoben način razvrstijo šarže z nekoliko manjšo porabo pare (/Titanil sulfat/ in /Pigmentacijske soli/). Preizkusijo se vse možne kombinacije omenjenih dveh

šarž s premikanjem šarž za 15 minut. Dobljeni urnik šarž se fiksira in vse nadaljnje šarže se prištevajo k temu urniku.

V tretjem delu se na podoben način razvrstijo še šarže z najmanjšo porabo pare (/Hidrolizne kali in /Ti(III) sulfat/). Tudi v tem primeru se preizkusijo vse možne kombinacije omenjenih dveh šarž s premikanjem šarž za 15 minut.

Algoritem na ta način določi urnik šarž v pripravi surovin, ki je približno optimalen v smislu najmanjšega nihanja porabe pare. Primer nihanja porabe pare pri nekem dobljenem urniku šarž je prikazan na *sliki 12*.

Konec izračuna: 6 : 0

Začetek izračuna: 6 : 0 : 29. januar 2007

Ime šarže	Šarže v teku		Novi šarže		Časovna omejitev prve šarže		Izhod
	Izbira	Začetek šarže h min	Izbira	Število šarž	Izbira	Konec šarže h min	
1. Segrevanje in Na titanat	<input type="checkbox"/>	:	<input checked="" type="checkbox"/>	2	<input checked="" type="checkbox"/>	15 : 30	
2. Segrevanje in Peptizacija	<input type="checkbox"/>	:	<input checked="" type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	:	
3. Hidrolizne kali	<input type="checkbox"/>	:	<input checked="" type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	:	
4. Titanil sulfat	<input type="checkbox"/>	:	<input checked="" type="checkbox"/>	1	<input checked="" type="checkbox"/>	14 : 0	
5. Ti3 sulfat	<input type="checkbox"/>	:	<input checked="" type="checkbox"/>	1	<input checked="" type="checkbox"/>	14 : 0	
6. Pigmentacijske soli	<input type="checkbox"/>	:	<input checked="" type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	:	
7. Kontinuirno	<input type="checkbox"/>	:	<input checked="" type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	:	
8. Na aluminat	<input type="checkbox"/>	:	<input checked="" type="checkbox"/>	2	<input checked="" type="checkbox"/>	18 : 30	

Slika 11. Okno za izbiranje šarž

Vidimo, da je v prikazanem urniku šarž skupni diagram porabe pare v pripravi surovin skoraj brez večjih konic, krajši konici nastopita samo v dopoldanskem času.

Načrtano programsko orodje je bilo nekaj mesecev testirano v Cinkarni Celje. V tem obdobju so se pokazale njegove prednosti in tudi nekatere pomanjkljivosti. Pokazalo se je, da je potrebno operaterje dobro pripraviti za delo z orodjem, če želimo z njim doseči optimalne rezultate. Poleg tega se je pokazala potreba po dopolnitvi orodja s povezavo z bazo sprotnih meritev, ki bi omogočala samodej-

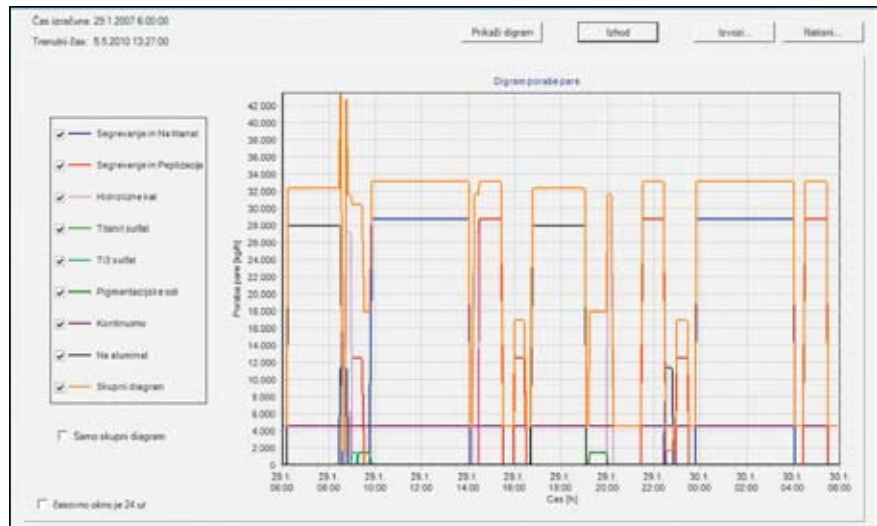
no nastavljanje profila porabe pare v šaržah. Z nekaterimi modifikacijami bi bilo mogoče programsko orodje uporabiti tudi v drugih procesih v proizvodnji TiO_2 .

4 Zaključek

V prispevku je predstavljeno programsko orodje za razvrščanje šarž za zmanjšanje nihanja porabe pare v pripravi surovin v Cinkarni Celje. Orodje lahko služi kot podpora operaterjem pri proženju šarž, investicija v razvoj programskega orodja pa je bistveno manjša kot za nakup shranjevalnika pare. Z glajenjem porabe pare, ki jo pri tem dobimo, želimo zmanjšati obremenitve kotla in s tem povečati njegovo življenjsko dobo, zmanjšati pa želimo tudi izpuste viškov pare.

Operater lahko v programskem orodju nastavi profil porabe pare v šaržah, trajanje šarž, število šarž in omejitve pri izvajanju šarž. Na osnovi teh informacij algoritem določi urnik šarž za naslednjih 24 ur, pri katerem je nihanje porabe pare najmanjše. Najprej se razvrstijo šarže z največjo porabo pare, nato tiste z nekoliko manjšo porabo in na koncu še šarže z najmanjšo porabo pare.

Nekajmesečno testiranje programskega orodja v Cinkarni Celje je pokazalo, da daje orodje obetavne rezultate,



Slika 12. Primer nihanja porabe pare pri dobljenem urniku šarž

potrebne pa bodo še nekatere funkcionalne dopolnitve, kot je povezava z bazo sprotnih meritev, ki daje možnosti za samodejno nastavljanje profila porabe pare v šaržah.

Literatura

- [1] Podgoršek-Selič, N.: Bilanca pare pri proizvodnji 56.000 t TiO_2 /leto. Izdaja 3.0. Delovno poročilo. Cinkarna Celje, 2005.
- [2] Vrečko, D. in Jovan, V.: Študija možnosti glajenja porabe pare v pripravi surovin pri proizvodnji TiO_2 v Cinkarni Celje. IJS Delovno poročilo, 2005.
- [3] Vrečko, D.: Določanje optimalnega urnika šarž v pripravi surovin

pri proizvodnji TiO_2 v Cinkarni Celje, IJS Delovno poročilo, 2006.

- [4] Ložar, A. in Vrečko, D.: Program za določanje optimalnega urnika šarž v pripravi surovin pri proizvodnji TiO_2 v Cinkarni Celje, INEA Delovno poročilo, 2006.
- [5] Sule, D. R.: Industrial scheduling, PWS Publishing Company, 1997.

Zahvala

Za finančno podporo se zahvaljujemo Evropskemu skladu za regionalni razvoj.

A software tool for the scheduling of batches in the raw-material preparation process in Cinkarna Celje

Abstract: In this paper a software tool for the scheduling of batches to reduce the oscillations of steam consumption in the raw-material preparation process in the Cinkarna Celje is presented. The batches are scheduled for 24 hours in advance by taking into account the number of batches produced, their average duration, and the steam consumption profile of each batch. Software can be used as a decision-support tool for the operators of raw-material preparation. The investment costs for the software tool are much smaller in comparison with the implementation of the steam accumulator. A proper scheduling of the batches can reduce the steam boiler's demands and excess steam emissions.

Key words: scheduling of batches, steam consumption, development of a software tool

Avtomatizacija delovanja centralne kompresorske postaje s krmilnikom X8i

Luka TULJAK

■ 1 Uvod

V industriji in proizvodnih podjetjih se poleg drugih energentov uporabljajo velike količine komprimiranega zraka. Komprimirani zrak se uporablja za pnevmatične pogone pri mehaniziranih in avtomatiziranih napravah, za izpihovanje, v procesni tehniki in drugod. Stisnjeni zrak mora imeti ustrezne značilnosti. Biti mora brez primesi olja in vode, tlak v omrežju mora biti ustrezen in konstanten, izgube morajo biti čim manjše, dobava pa nadzorovana in ustrezno krmiljena.

Za oskrbo s komprimiranim zrakom se podjetja odločajo med *razpršenimi dislociranimi kompresorskimi enotami* po posameznih oddelkih in *centralno kompresorsko postajo*.

Prednosti razpršene postavitve kompresorskih enot sta manjše izgube na transportni poti zraka in možnost obratovanja z nižjimi delovnimi tlaki, seveda tam, kjer to proces dopušča. Slabosti pa so težje zagotavljanje redundanc in rezerve v primeru izpada enote ter večji vzdrževalni stroški v primerjavi s centralno kompresorsko postajo (CKP).

Luka Tuljak, HPE, d. o. o., 1000 Ljubljana

To vodi k razmišljanju o ekonomični in tehnični smotnosti uvedbe centralne kompresorske postaje. Običajno se na podlagi meritev, analiz, strokovne literature in seveda izkušenj pripravi idejna rešitev. Do sedaj se je v praksi pokazalo, da ima uvedba centralne kompresorske postaje več pozitivnih kot negativnih učinkov.

Osnovno vodilo projektantov pri postavitvi je, da je centralna kompresorska postaja postavljena v središču ali v neposredni bližini porabnikov. Pri projektiranju je še treba upoštevati vplive okolja, obstoječo, že zgrajeno infrastrukturo ter razpoložljiva finančna sredstva. Pravilno načrtovana kompresorska postaja zagotavlja boljše izkoriščenost obstoječih kompresorskih enot, manjše stroške vzdrževanja, omogoča rezervo stisnjenega zraka v primeru izpada ter skupinsko regulacijo in krmiljenje. Prav ustrezni načini krmiljenja delovanja kompresorske postaje vodijo k optimalni oskrbi podjetja s stisnjenim zrakom.

■ 2 Krmilni sistem za pogon kompresorjev

Naloga krmilnega sistema pri CKP je vzdrževati najvišji potrebni delovni tlak in omogočiti možnost delovanja v režimu proporcionalne regulacije oziroma prostega teka. Krmilje se mora prilagoditi različnim izved-

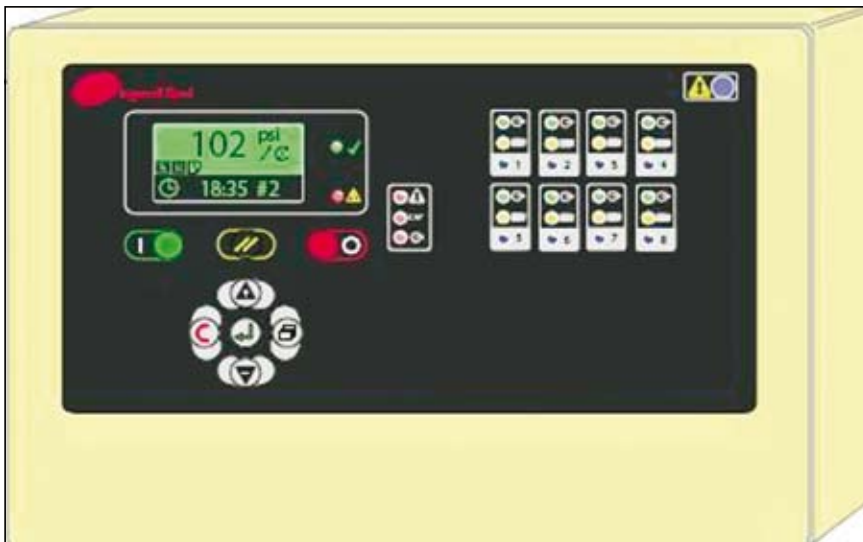
bam kompresorjev, ki so na trgu. V CKP pa mora usklajevati delovanje vseh razpoložljivih kompresorjev, upoštevati potrebe v proizvodnji in zagotavljati čim manjšo porabo energije.

2.1 Izbira krmilnika in načina krmiljenja CKP

Pogoji za optimalno izbiro krmilnega sistema so poznavanje zgradbe in delovanja sistema centralne kompresorske postaje, samega krmilnega sistema in poznavanja porabe komprimiranega zraka.

V podjetju HPE, d. o. o., se že leta ukvarjamo z optimizacijo delovanja kompresorskih postaj. Poleg širokega izbora predpripravljenih krmilnih sistemov, ki so danes na trgu, smo na podlagi izkušenj pripravili rešitev, ki jo imenujemo VKP – vodenje kompresorske postaje. Prednosti VKP-ja so cenovna ugodnost, možnost nadgrajevanja in fleksibilnost glede na potrebe omrežnega sistema.

V prispevku je podrobneje opisan predpripravljeni krmilni sistem X8i proizvajalca Ingersoll-Rand (v nadaljevanju IR). Krmilni modul X8i spada v skupino specializiranih krmilnikov X - SERIES AUTOMATION, ki omogočajo varno, zanesljivo in energijsko učinkovito krmiljenje kompresorskih sistemov (*slika 1*).



Slika 1. Krmilni modul X81

Modul X81 lahko krmili in nadzoruje do 8 kompresorskih enot različnih proizvajalcev, kot so to Ingersoll Rand, Sullair, Jaeger, Omega Air, Atlas Copco in drugi.

Krmiljeni kompresorji so lahko standardni s fiksnimi pogoni, kompresorji z variabilnimi pogoni ali multistep kompresorji. Lahko so elektropnevmatsko ali mikroprocesorsko krmiljeni. Krmilnik se lahko prilagodi vsakemu kompresorskemu sistemu in je nastavljiv tako, da doseže specifične zahteve nekaterih najbolj kompleksnih sistemov za pridobivanje komprimiranega zraka.

2.2 Vzdrževanje tlaka

Vzdrževanje tlaka dosežemo s krmiljenjem sistemskega tlaka med meja-

ma, ki ju določi in nastavi uporabnik. Ko je sistemska potreba po komprimiranem zraku manjša od kapacitete razpoložljivih obremenjenih kompresorjev, se bo sistemski tlak zvišal; če pa je sistemska potreba po komprimiranem zraku večja, kot je kapaciteta obremenjenih kompresorjev, se bo sistemski tlak znižal. Preprosto povedano: vzdrževanje sistemskega tlaka dosežemo z obremenjevanjem in razbremenjevanjem kompresorjev tako, da poskusimo izenačiti kapacitete izhodov kompresorjev s sistemskimi zahtevami v specifičnem tlačnem območju (slika 2).

2.3 Načini krmiljenja

Kompresorji so najbolj izkoriščeni, ko so polno obremenjeni ali ugasnjeni, z izjemo kompresorjev z variabilnimi

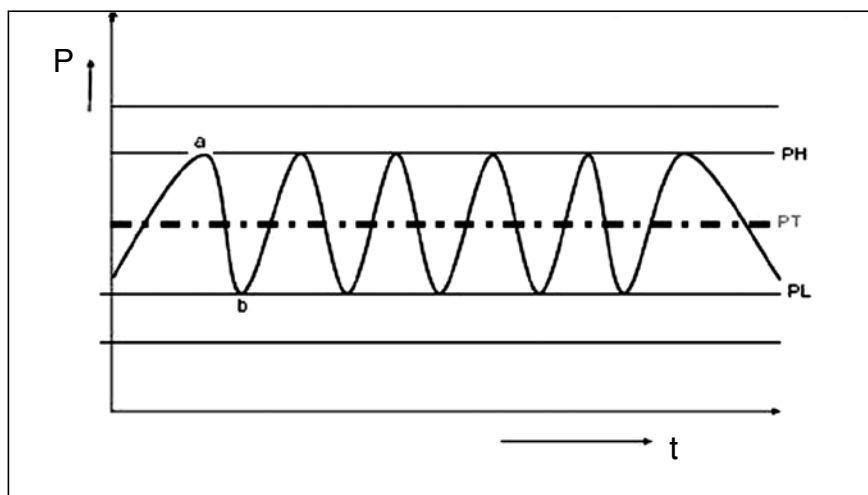
pogoni, ki lahko delujejo energijsko učinkovito tudi pri zmanjšani obremenitvi. Cikli delovanja kompresorja (*START – OBREMENI – RAZBREMENI – STOP* itd.) so pomembni za vzdrževanje kontrole tlaka, pri čemer preveliko število ciklov pomeni slabšo učinkovitost kompresorja in povečanje stroškov vzdrževanja. Proticiklična kontrola (*anti-cycling control*) je integrirana zato, da pomaga zagotoviti delovanje in obratovanje le tistih kompresorjev, ki so dejansko potrebni, medtem ko so ostali kompresorji ugasnjeni. Tak način krmiljenja vključuje toleranco tlačnega razpona, ki jo definira uporabnik in je zunaj primarnega tlačnega razpona. V tolerančnem območju se izvaja aktivni krmilni algoritem, ki analizira dinamiko tlaka tako, da ugotovi optimalni čas za vklop naslednjega kompresorja v sistem oz. začne z izvajanjem novega cikla. Ta način krmiljenja še dodatno omogoča fino nastavitev tolerančnega območja in čas procesiranja algoritma (*damping*).

Tolerančno območje

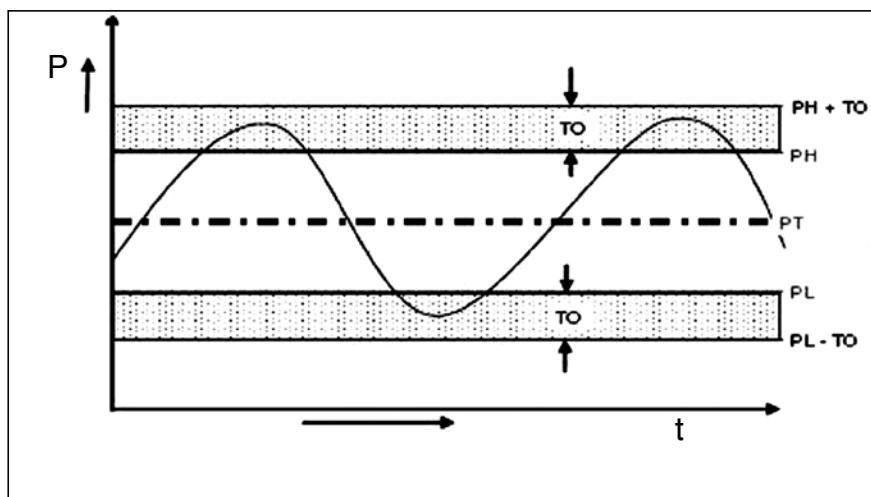
Tolerančno območje je uporabniško nastavljiv parameter, ki določa, koliko nad zgornjim tlakom (PH) in koliko pod spodnjim tlakom (PL) lahko zanih sistemski tlak. Toleranca omogoča X81, da ne prekompenzira sistema v primeru začasne večje ali manjše sistemske porabe (slika 3).

Tolerančno območje (TO) je torej izraženo kot tlak, ki definira širino območja nad najvišjim in najnižjim tlakom in v katerem bo krmiljenje sistema energijsko učinkovito.

Kadar je sistemski tlak v tolerančnem območju, bo X81 stalno preračunaval in ugotavljal, kdaj obremeniti ali razbremeniti posamezni kompresor glede na hitrost spremembe sistemskega tlaka. Ko je sistemski tlak zunaj tolerančnega območja, X81 ne pazi več na energijsko učinkovitost in začne ščititi sistemski zračni tlak z obremenjevanjem in razbremenjevanjem kompresorjev. Obremenjevanje je krmiljeno z zakasnitvami. Nastavitev tolerančnega območja mora biti povečana, kadar je sistemsko shranjevanje komprimiranega zraka rela-



Slika 2. Območje delovanja, ki ga določi uporabnik (PL – najnižji tlak, PH – najvišji tlak)



Slika 3. Tolerančno območje glede na PL in PH

tivno majhno v primerjavi s sistemskimi potrebami in so nihanja tlaka relativno velika in hitra; to pa zato, da se ohrani energijsko učinkovito delovanje in da se izognemo stanju, ko je v določenem trenutku obremenjenih več kompresorjev, kot je sicer potrebno, v naslednjem trenutku pa jih krmilni sistem razbremeni.

Ko je sistem komprimiranega zraka relativno velik v primerjavi s sistemsko porabo, so nihanja manjša in počasnejša. V tem primeru se lahko tolerančno območje zmanjša, da se izboljša vzdrževanje tlaka in ohrani energijsko učinkovito delovanje.

Vzorčenje in čas procesiranja

Kadarkoli je trenutni tlak v tolerančnem območju, je algoritem proticiklične kontrole aktiven. Algoritem vzorči spremembe sistemskega tlaka in preračunava kdaj obremeniti/razbremeniti naslednji kompresor. Nastavitev časa procesiranja algoritma je uporabniško nastavljiva točka – set point, ki določa, kako pogosto krmilnik vzorči in preračunava. S spremembo tega parametra se lahko učinkovito pospeši ali upočasni reakcijski čas krmilnega sistema.

Parameter se ponovno nastavi, če se ugotovi, da je sistem preveč agresiven (prehiter) v naslednjih primerih:

- neprimerna velikost tlačnih rezervoarjev (tlačnih posod),
- visokotlačna nihanja čez tlak, na katerega je dimenzionirana enota za pripravo zraka,

- nepravilne velikosti cevovodov,
- počasni ali zakasneni odzivi kompresorjev.

Sistemska prostornina

Sistemska prostornina (odvisna od velikosti tlačnih rezervoarjev in cevovodov) definira, kako hitro se bo sistemski tlak dvigal oz. padal glede na reakcijo na zvišanje/zmanjšanje porabe sistema ali povečanje/zmanjšanje proizvodnje zraka. Večja kot je sistemska prostornina, počasneje se spreminja tlak v odvisnosti od povečane/zmanjšane porabe ali proizvodnje. Primerna sistemska prostornina omogoča učinkovito kontrolo tlaka in se izogiba hitrim in nevarnim spremembam sistemskega tlaka zaradi nenadnih tlačnih nihanj.

2.4 Standardne sekvenčne krmilne strategije

Standardna konfiguracija X81 ponuja funkcijo ENER, sekvenčno krmilno strategijo, nastavitve prioritete, izbiro tabel delovanja in tlačnih urnikov ter funkcijo Pre-Fill. V nadaljevanju so podani kratki opisi posameznih funkcij.

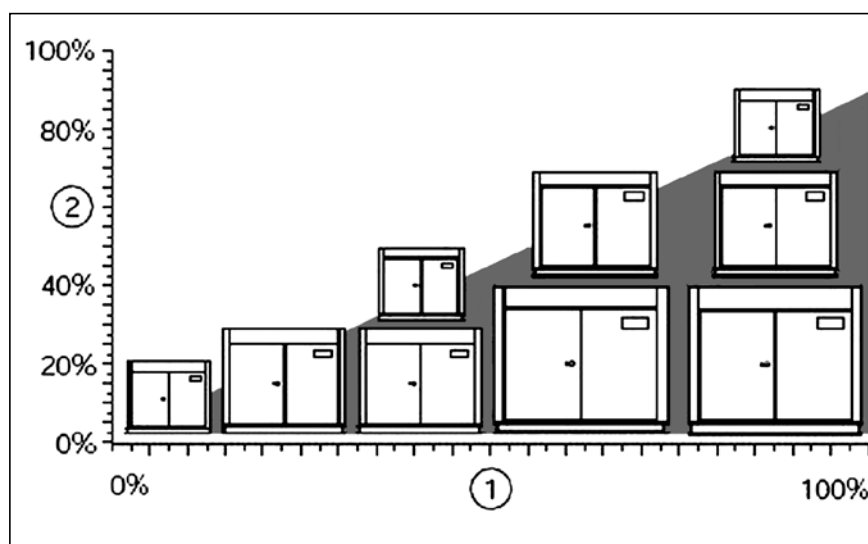
ENER: Energijsko varčni način

Primarna funkcija ENER (*Energy Control Mode*) je namenjena:

- dinamični izenačitvi proizvodnje komprimiranega zraka z dejansko porabo,
- delovanju z najbolj energijsko učinkovito kombinacijo kompresorjev.

Funkcija ENER je namenjena za upravljanje sistemov, ki vključujejo kompresorje različnih kapacitet in različnih tipov (kompresorji s konstantnimi pogoni, kompresorji s spremenljivo hitrostjo itd.) v katerikoli kombinaciji ali konfiguraciji.

Krmiljenje kompresorjev in njihova uporaba sta dinamično avtomatizirana z adaptivno krmilno logiko in zato ne dopuščata prednastavljenih urnikov, rotacij konfiguracije ali časovnih intervalov. Energijsko varčni način dopušča spremembe operaterja s funkcijo nastavitve prioritete (Priority settings). Energijsko varčni način je izveden z X81 tako, da procesira individualne fiksne ali spremenljive kom-



Slika 4. Graf proizvodnje stisnjenega zraka (2) v odvisnosti od porabe (1)

presorske kapacitete in spremembe v sistemskem tlaku, jih dinamično implementira in nenehno ocenjuje ter preračunava najboljše možne konfiguracije ob pojavu sistemskih sprememb (slika 4).

Nastavitev prioritete

Nastavitev prioritete se lahko uporabi za vklapljanje pri sekvenčnih nastavitvah. Kompresorjem se tako lahko nastavijo prioritete med 1 in 8, kjer je 1 najvišja prioriteta. Prioritete dopuščajo, da se nastavi vklapljanje za skupino kompresorjev. Vsi kompresorji, ki imajo isto številko prioritete, bodo delovali znotraj svoje skupine. Skupina z najvišjo prioriteto bo vedno na začetku sekvence.

Na primer: v sistemu s štirimi kompresorji bo imel kompresor VSD (kompresor št. 1) prioriteto št. 1, ker želimo, da je v vlogi vodilnega kompresorja. Ko smo mu dodelili prioriteto 1, smo drugim trem kompresorjem nastavili nižjo prioriteto; kompresor z variabilnim pogonom bo vedno ostal na čelu sekvence (slika 5).

Tabele delovanja in tlačni urniki

X8I deluje na osnovi nastavitvev, ki so nastavljene z eno od treh tabel delovanja v meniju (T01, T02 in T03). Vsaka tabela definira nastavitve delovanja in sekvenčni krmilni način X8I. X8I lahko nastavimo tako, da zamenjuje med posameznimi tabelami glede na konfiguracijo tlačnega urnika. Ta funkcionalnost omogoča X8I zamenjavo med več različnimi sistemskimi konfiguracijami brez kakršnekoli motnje krmilnega sistema. To je posebej uporabno v primerih izmenskega dela ali v vikendih, ko naj bi bil sistem izključen.

Ob menjavi delovne tabele X8I ne spremeni vseh sistemskih delovnih parametrov takoj, temveč premika želeni sistemski tlak navzgor ali navzdol proti nastavitvi tlaka naslednje tabele. Prehod se izvaja počasi, da se ohrani energijska učinkovitost in varno ter zanesljivo krmiljenje. Čas, ki ga sistem porabi, da spremeni želeni sistemski tlak, se imenuje *Pressure Change Time* (PC). Ta vrednost je na-

	1	2	3	4
	1	2	2	2
	A	B	C	D
	A	C	D	B
	A	D	B	C
	A	B	C	D

Slika 5. Primer prioritete kompresorjev

stavljava v oknu sistemskih nastavitvev, pri čemer pa moramo paziti, da ga ne skrajšamo preveč, ker bi s tem lahko ogrozili energijsko učinkovitost sistema. Če pa je X8I sposoben narediti prehod v še krajšem času, ne da bi pri tem ogrožal energijsko učinkovitost, se bo ta čas avtomatsko skrajšal.

Tlačni urnik

X8I je opremljen z realno časovno uro in funkcijo tlačnega urnika, s katero lahko povečamo avtomatizacijo sistema. Tlačni urnik je sestavljen iz 28 posameznih nastavitvev, ki sistemu narekujejo spremembo iz ene tabele v drugo ali pa ga postavijo v stanje mirovanja (*Standby mode*) – odvisno od dneva tedna in ure dneva.

Funkcija predpolnjenja

Funkcija predpolnjenja (*Prefill*) je nadzirana energijsko učinkovita metoda poviševanja sistemskega tlaka do normalne delovne vrednosti ob sistemskih zagonih. S to funkcijo se izognemo neučinkovitemu zagonu in obremenitvam vseh razpoložljivih kompresorskih naprav v sistemu, da se stanje sistemskega tlaka lahko normalizira ob sistemskem zagonu. Ob sistemskem zagonu (ročni zagon ali avtomatski zagon iz stanja mirovanja) bo X8I za določen prednastavljeni čas obremenil samo tiste kompresorje, ki so bili vnaprej nastavljeni za to funkcijo. Čas predpolnjenja (PT – *Prefill time*) pravilno nastavimo tako, da ustreza sistemski karakteristiki. Cilj je zvišati sistemski tlak na normalne

delovne vrednosti z uporabo samo vnaprej določenih kompresorjev v času PT. Če je sistemski tlak dosegel normalne delovne vrednosti pred iztekom časa predpolnjenja, potem se funkcija avtomatsko ustavi in krmilnik začne z normalnim vodenjem. Če pa sistemski tlak ne doseže normalne delovne vrednosti do izteka časa predpolnjenja, bo krmilnik uporabil toliko enot, kolikor jih je potrebno, da vzpostavi normalne delovne vrednosti sistemskega tlaka.

Funkcije delovanja

Energijski krmilni način (ENER) je standardni način krmiljenja X8I. Alternativne krmilne strategije so osnovni FILO (First in / Last Out) in EHR (Equal Hours Run).

FILO: Način rotacije časovnika

Primarna funkcija načina rotacije časovnika (*Timer rotation mode*) je učinkovito vodenje sistema komprimiranega zraka, ki ga sestavljajo kompresorji z določenimi kapacitetami izhodov.

Funkcija enakomernih ur delovanja

Primarni namen funkcije EHR (*EQUAL HOURS RUN MODE* – EHR) je v tem, da celoten sistem obratuje čim bolj enakovredno. To tudi daje možnost, da servisiramo vse kompresorje ob istem času. Vsakič, ko rotacijski interval preteče ali se doseže rotacijski čas, se sekvenca delovanja kompresorjev preveri in ponovno uredi glede na delovne ure posameznih kompresorjev. Kompresorju z najmanjšim številom delovnih ur je samodejno dodeljena najvišja prioriteta, kompresorju z najvišjim številom ur pa najnižja prioriteta. Kompresorju, ki je bil v prejšnjem ciklu izbran kot vodilni, je sedaj dodeljena najnižja prioriteta in je v tem ciklu rezerva.

3 Zaključek

Današnje potrebe po stisnjenem zraku in načini delovanja predstavljajo v proizvodnji veliko izzivov. V industriji se vse pogosteje pojavljajo stroji, ki poleg kakovosti zraka potrebujejo predvsem stalen tlak. Glede na veli-

ko nihanje kapacitete v proizvodnji komprimiranega zraka in visoke stopnje nihanja porabe v industriji se da z nastavitvami krmilnika X81 doseči energetsko učinkovit sistem. Z uporabo krmilnega sistema X81 je moč realizirati učinkovito in zanesljivo vodenje centralizirane kompresorske postaje, ki skrbi za pokrivanje potreb po komprimiranem zraku celotne proizvodnje.

Krmilna mreža X81 se da dodatno razširiti z razširitvenim modulom SMG (System Modbus Gateway module) tudi na nadzor delovanja sistema neposredno preko serijske komunikacije Modbus RTU oz. posredno preko serverja Modbus OPC.

Krmilni sistem X81 omogoča manjšo porabo električne energije v taki meri, da se investicija povrne v roku 6 mesecev, seveda v odvisnosti od sistema in trenda porabe. Z X81 boste investirali v

prihodnost in v konkurenčnost vašega podjetja. X81 povrne stroške od dneva, ko ga vgradite, in za veliko let naprej, zahvaljujoč inteligentni tehnologiji kontrolnih sistemov. To pomeni, da se lahko popolnoma osredotočite na vaš aktualni »job in hand«, pri čemer vam ni več treba skrbeti za to, ali vaša kompresorska postaja deluje energetsko varčno in zanesljivo.

Pri izbiri ustreznega krmilnega sistema so vam lahko v pomoč dolgoletne izkušnje podjetja HPE, d. o. o., ter velika paleta krmilnikov in načinov krmiljenja CKP. Poleg lastnega krmilnega sistema VKP in krmilnika X81 vam nudi še krmilnika X4I in X12I proizvajalca IR, ki bosta podrobneje predstavljena v prihodnosti.

Vir

[1] Ingersoll Rand System Automation X81 Operator's Manual, May 2008



LE-TEHNIKA d.o.o.
 Suceva 27, KRANJ
 tel.: 04 20 20 200, 041 660 454
 faks: 04 204 21 22
 NOVO MESTO tel.: 041 785 798
 MARIBOR tel.: 02 300 64 70
 041 774 688
 http://www.le-tehnika.si
 e-mail: hydraulic@le-tehnika.si



HPE d.o.o., Ljubljana
 T: 01-5631-352
 E: info@hpe.si
 I: www.HPE.si










- Strokovna pomoč pri iskanju celovite rešitve komprimiranega zraka z meritvami in analizo obstoječega stanja.
- Ugotavljanje prihranka energije in izdelava simulacij.
- HPE je servisno orientirano podjetje, ki izvaja servis na vseh tipih kompresorskih postaj.
- Ultrazvočni in SPM pregled vijajnih blokov za zagotavljanje nemotene proizvodnje in preventivnega vzdrževanja.
- Lastni razvoj krmilnih in nadzornih sistemov PLC kompresorskih postaj zaprihranek energije.
- Izvedba kompresorske postaje na ključ, z izdelavo PZI in PID dokumentacije.
- Uradni zastopnik za prodajo in servis kvalitetne opreme za komprimiran zrak svetovno največjega proizvajalca INGERSOLL-RAND, ter merilne opreme FCI, GEMINI, Irisys.



international trade fair of
automation & mechatronics
26. - 28.01.2011
 Celje, Slovenia, www.ifam.si

FLUIDNA TEHNIKA - AVTOMATIZACIJA - INDUSTRIJSKA OPREMA

Hypex

INDUSTRIJSKA PNEVMATIKA



cilindri, enote za vodenje, prijemala, ventili, priprava zraka, fittingi, spojke, cevi in pribor

MERILNA TEHNIKA IN SENZORIKA



senzorji in merilci sile, temperature, tlaka, magnetnega polja ter indukcijski senzori

PROCESNA TEHNIKA



krogelni in loputasti ventili, ploščati zasuni, pnevmatski in električni pogoni, varnostni ventili

LINEARNA TEHNIKA



tirna vodila, okrogla vodila, kroglična vretena, blažilci sunkov, regulatorji hitrosti

PROFILNA TEHNIKA IN STROJEGRADNJA



konstrukcijski alu profili, delovna oprema, ogrodja strojev

STORITVE



konstrukcija in obdelave na klasičnih in CNC strojih

- TRADICIJA
- KVALITETA
- SVETOVANJE
- PARTNERSTVO
- FLEKSIBILNOST
- VELIKE ZALOGE
- POSEBNE IZVEDBE
- KONKURENČNE CENE
- KRATKI DOBAVNI ROKI

Hypex, Lesce, d.o.o.
Alpska 43, 4248 Lesce

Tel.: +386(0)4 53-18-700 Internet: www.hypex.si
Fax.: +386(0)4 53-18-740 E-Mail: info@hypex.si

INTRONIKA

Mednarodni strokovni sejem za profesionalno elektroniko
International Trade Fair for professional electronic

26.-28.01.2011

Celje, Slovenia, intronika@icm.si, www.intronika.si

Hidrostaticčna vodila na obdelovalnih strojih – 1. del

Tonček PLEČKO

Ena od dejavnosti podjetja SMM proizvodni sistemi, d. o. o., je obnova večjih obdelovalnih strojev. Ti so namenjeni obdelavi težjih obdelovancev, zato imajo hidrostaticčna vodila. Ta so največkrat na portalnih rezkalnih strojih, stebrih vrtno-rezkalnih strojih, portalnih brusilnih strojih,

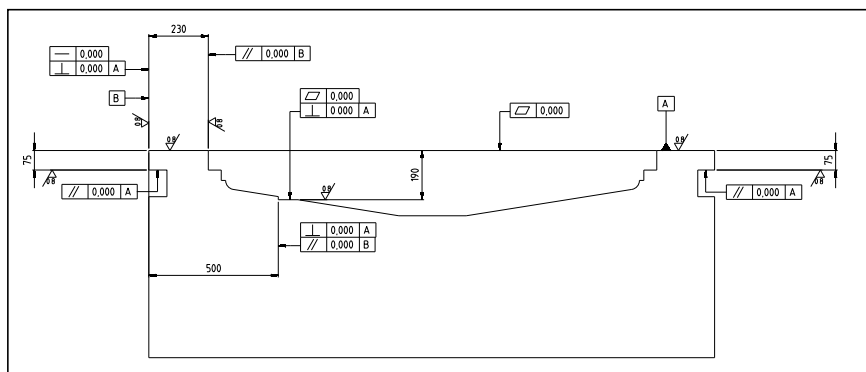
Pri obnovi hidrostaticčnih vodil se srečujemo z različnimi problemi. Sistem hidrostaticčnih vodil na obdelovalnem stroju je namreč lahko izveden na več načinov. Zato bodo v tem prispevku predstavljene predvsem tiste izvedbe vodil, s katerimi smo se srečali pri dosedanjem delu.

■ 1 Uvod

Ena od dejavnosti našega podjetja je obnova večjih strojev, ki so namenjeni obdelavi težkih obdelovancev (več kot 10 t) in imajo zaradi tega hidrostaticčna vodila. To so največkrat portalni rezkalni stroji, stebri vrtno-rezkalni stroji, portalni brusilni stroji.

Prvo generalno popravilo na takšnih strojih se običajno izvede med dvajsetim in tridesetim letom obratovanja. Med tem časom se je zaradi vzdrževalnih del na stroju marsikaj predelalo in dodelalo. Pa tudi obrabljenost delov je že zelo velika. Mnogokrat je zelo pomanjkljiva tudi dokumentacija ali pa ta sploh ne obstaja več. Najslabša možna kombinacija je, da je bil stroj ali del stroja predelan, da je stroj v zelo slabem stanju in da ne obstaja nobena dokumentacija.

Tonček Plečko, univ. dipl. inž.,
SMM proizvodni sistemi, d. o. o.,
Maribor



Slika 1. Primer prečnega prereza postelje stroja z geometrijskimi tolerancami

Takšnih problemov se lotevamo na različne načine. Če je stroj v prvotnem stanju in obstaja dokumentacija, potem ga obnovimo po dokumentaciji oziroma dele, ki jih ni več na tržišču, zamenjamo z drugimi, ki opravljajo enako funkcijo, ali pa posodobimo celoten sistem.

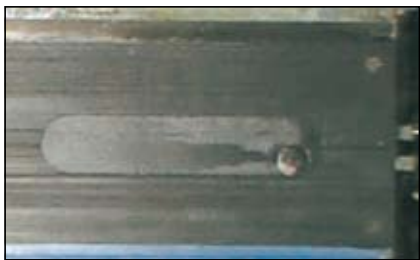
V najslabšem primeru, ko ni ažurne dokumentacije in je bil stroj predelan, naredimo projekt hidrostatike na novo. Takšno projektiranje pa predstavlja prav poseben izziv. Osnova za to je vsekakor poznavanje zgradbe in principa delovanja takšnega sistema.

■ 2 Zgradba in princip delovanja hidrostaticčnega vodila

Hidrostaticčno vodilo tvori mirujoči del ali vodilo in protidel (suport, stber, postelja,), ki drsi po vodilu.

Vodilo mora biti fino rezkano ali brušeno (Ra 0,4). Geometrijske toleranice vodila so podane na *sliki 1*. Dopusni odstopki so odvisni predvsem od natančnosti, ki jo pričakujemo od stroja in so bistvenega pomena za pravilno delovanje hidrostaticčnega sistema.

Del stroja, ki ga vodimo po vodilu, ima na drsnih površinah utore, ki jih



Slika 2. Hidrostatski žep

imenujemo žepi in so običajno ovalne oblike. Takšen žep prikazuje *slika 2*.

Če je stroj zgrajen iz jekla, potem ima del stroja, ki drsi po vodilu, obloge iz umetne mase in so žepi rezkani v umetno maso. Obloge so na jekleno osnovo prilepljene, včasih tudi dodatno privijačene. V tem primeru moramo dovajati olje v žep skozi posebno šobo, ki ima obliko vijaka z vgrezno glavo, skozi katerega je zvrtna luknja. To je potrebno zato, da ne bi olje pri vtočni odprtini v žep prišlo s časom pronicati med oblogo in osnovni material, zaradi česar bi se obloga odlepila.

Če je stroj zgrajen iz sive litine, potem obloge niso potrebne in so žepi rezkani neposredno v osnovni material premikajočega se dela.

Hidrostatska vodila lahko služijo za vodenje linearnega ali krožnega gibanja. *Slika 3* prikazuje rotacijsko mizo z nosilnostjo 250 t in premerom plan-

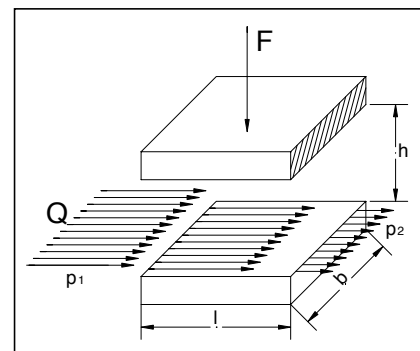


Slika 3. Rotacijska miza s hidrostatskim aksialnim uležanjem

ske plošče 5 m. Radialno uležanje je izvedeno s kotalnim ležajem, aksialno pa z dvema koncentričnima drsnima – hidrostatskima vodiloma.

Pri hidrostatskem vodenju premikajoči se del lebdi na oljnem filmu, ki se ustvari med vodilom in premičnim delom stroja. Tako med vodilnima površinama ni neposrednega kontakta. To lebdenje je zagotovljeno tudi takrat, ko med obema deloma ni relativnega gibanja. Oljni film se ustvari tako, da v posamezne žepe dovajamo natančno določeno količino olja pod določenim tlakom. Olje, dovedeno v žep, ustvari silo, ki je odvisna od efektivne površine žepa in tlaka olja v žepu.

Ta sila dvigne premikajoči se del stroja in s tem omogoči njegovo lebdenje. Tako tudi pri zagonu, ko so hitrosti enega dela stroja glede na drugega enake nič, nimamo neposrednega stika delov in s tem obrabe delov. Med obema vodilnima površinama se pojavi reža, skozi katero odteka olje iz žepa. Ta reža povzroča hidravlični upor. S tem je odtekanje olja iz žepa dušeno, zato se v žepu ustvari tlak. Razliko med atmosferskim tlakom in tlakom v žepu imenujemo tlak žepa p_T . Geometrija žepa, potrebni tlak in pretok se določita s preračunom. Višina reže običajno znaša med 20 do 80 μm . Pri vodilih, obremenjenih



Slika 4. Pretok v vzporedni reži

z lastno težo dela stroja, ki se premika po vodilih (miza stroja), in še z dodatnim bremenom (obdelovancem), je reža pri neobremenjeni postelji (začetna reža) večja kot pri obremenjeni. Začetna reža mora biti čim manjša. Njena velikost je odvisna od natančnosti obdelave vodil in njihove elastičnosti. Velikost reže v obremenjenem stanju mora biti med 0,3 do največ 0,5 h_0 .

Pri linearnem toku v vzporedni reži (*slika 4*) lahko določimo pretok s pomočjo Hagen-Poiseuilleovega zakona:

$$Q = \frac{\Delta p b h^3}{12 \eta l} \quad (1)$$

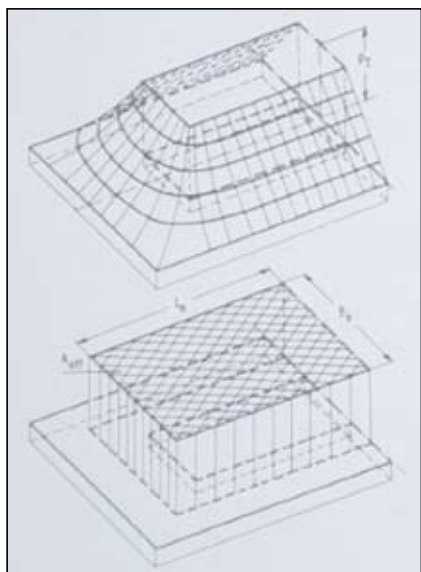
p_T tlak v žepu
 b efektivna širina žepa
 h višina reže
 l efektivna dolžina žepa
 η dinamična viskoznost

Če uporabimo analogijo z Ohmovim zakonom, tako da enačimo tlačno razliko p z električno napetostjo U in pretok medija Q z električnim tokom I , potem lahko izračunamo hidravlični upor v vzporedni reži:

$$R_r = \frac{\Delta p}{Q} = \frac{12 \cdot \eta \cdot l}{b \cdot h^3} \quad (2)$$

Slika 5 prikazuje porazdelitev tlaka v hidrostatskem žepu.

Za praktičen preračun lahko predpostavimo, da je padec tlaka na pragu hidrostatskega žepa linearen. Tlak žepa deluje na površino, ki sega do polovice praga hidrostatskega žepa. Površino, na katero deluje tlak žepa, imenujemo efektivna površina A_{eff} , pri čemer je l_e efektivna dolžina žepa,



Slika 5. Porazdelitev tlaka v hidrostatičnem žepu

B_e pa efektivna širina žepa. Videz simetričnega hidrostatičnega žepa kvadratne oblike prikazuje *slika 6*.

Kadar pa sta dolžina in širina žepa različni, moramo pri izračunu hidravličnega upora pretok razdeliti na pretok Q_1 preko širine $2B_e$ in na pretok Q_2 preko $2L_e$. Žep z različno dolžino in širino prikazuje *slika 7*.

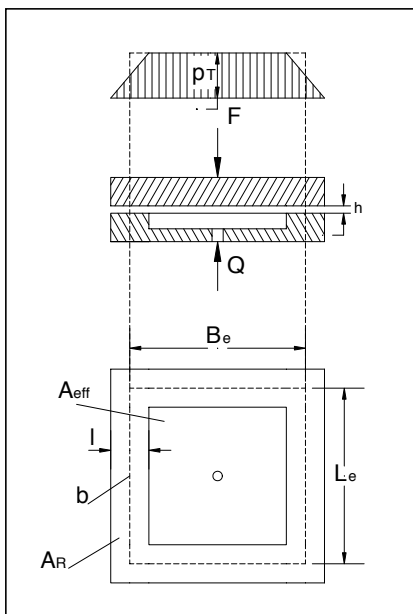
V tem primeru velja analogija z nadomestno shemo dveh paralelno vezanih uporov R_1 in R_2 :

$$R_1 = \frac{12\eta}{h^3} \frac{l_1}{2B_e} \quad R_2 = \frac{12\eta}{h^3} \frac{l_2}{2L_e} \quad (3)$$

$$R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad R_T = \frac{12\eta}{h^3} \frac{l_1 l_2}{2(B_e l_2 + L_e l_1)} = \frac{p_T}{Q} \quad (4)$$

Pri praktičnem preračunu pa moramo upoštevati še lastnosti posameznih sistemov za doziranje olja v žepu in obliko vodil.

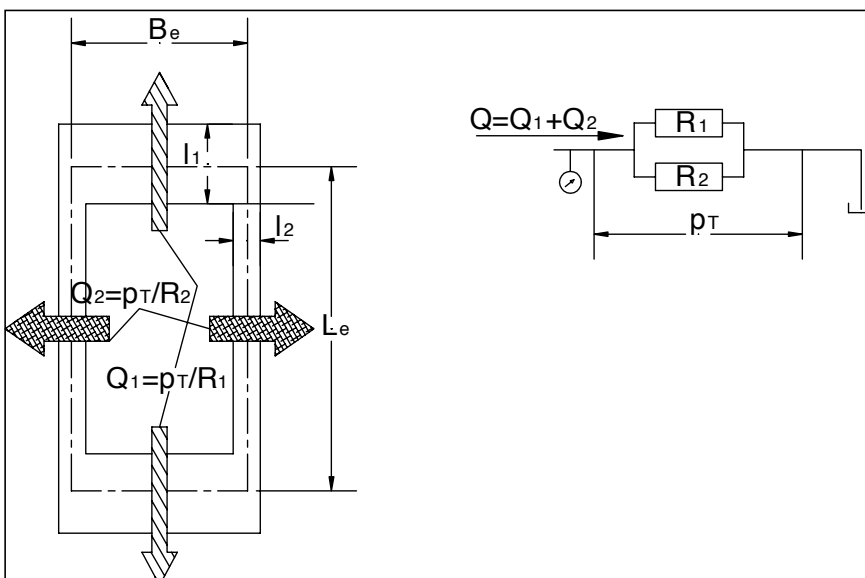
Če se omejimo na popravila oziroma obnovo strojev, potem so ti parametri znani in moramo poskrbeti, da bo novi hidrostatični sistem dovajal v posamezne žepe enake količine olja pod tlakom, ki je bil določen v fazi projektiranja stroja oziroma korigiran pri prvem zagonu. Pri prvem zagonu stroja se tudi izpolni tabela tlakov za posamezne žepe, ki je nujen pripomoček za nadziranje pravilnega delovanja hidrostatičnega sistema vodenja.



Slika 6. Shematski prikaz simetričnega hidrostatičnega žepa

Če pri obnovi stroja nimamo nobene dokumentacije o hidrostatičnem sistemu, potem skušamo ugotoviti pretoke in tlake na osnovi karakteristik vgrajenih delov in meritev, vendar je pri tem potrebno upoštevati, da te zaradi izrabljenosti posameznih komponent stroja niso preveč merodajne.

Tlak, s katerim dovajamo olje v žepu, lahko pri zagonu določimo tudi tako, da povečujemo tlak in s pomočjo merilnih ur, ki jih nastavimo na vodila, ugotovimo, pri katerem tlaku se vodilni površini med seboj ločita. Za ohranjanje določene velikosti reže pa moramo v žep dovajati zadostno



Slika 7. Shematski prikaz žepa z različno dolžino in širino

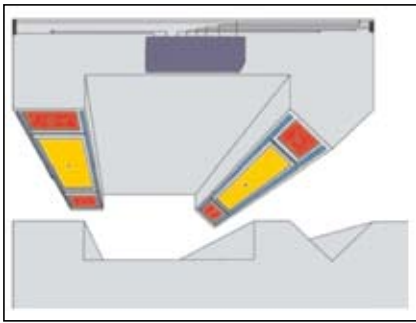
količino olja, da kompenziramo padec tlaka, ki ga povzroča odtekanje olja skozi nastalo režo.

3 Prednosti hidrostatičnih vodil

V sodobni strojearadnji so linearna kroglična vodila v precejšnji meri izpodrinila hidrostatična in drsna. Vendar imajo hidrostatična vodila določene prednosti, zaradi katerih se še vedno uporabljajo in so pri določenih aplikacijah nenadomestljiva.

To so predvsem sledeče lastnosti:

- so neuničljiva in neobrabljiva tudi pod maksimalno obremenitvijo, prav tako ne pride do zmanjšanja natančnosti s povečanjem časa uporabe,
- mazanje je desetkrat boljše in na ta način znatno daljša življenjska doba delovne površine,
- ne pojavlja se spreminjanje vibracij in trenja kot pri kotalnih vodilih zaradi kroženja kotalnih elementov,
- ni preskokov v dovodu tlaka ob spreminjanju položaja gibanja,
- pri nizkih hitrostih gibanja ni praktično nobenega trenja,
- ni zdrsanja,
- možna prečna pot je manjša od $0,1 \mu\text{m}$,
- značilnosti drsnega materiala, nošenje in tir vodila niso bistveni, uporabita se lahko tudi lita plastika, aluminij.



Slika 8. Kombinacija trikotnega in ploščatega vodila

V nadaljevanju si bomo podrobneje pogledali izvedbo in osnovne lastnosti najpogosteje uporabljanih vodil.

3.1 Kombinacija trikotnega in ploščatega vodila

Pogosto srečamo na strojih kombinacijo trikotnega in ploščatega vodila. Takšno vodilo je prikazano na *sliki 8*.

Kombinacija trikotnega in ploščatega vodila ima sledeče lastnosti:

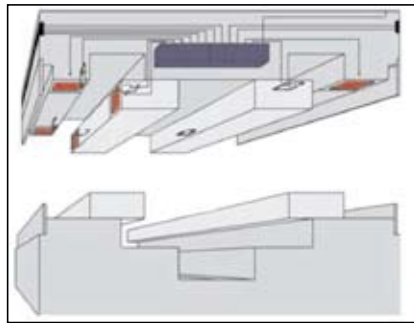
- pri takšni izvedbi ni zvijanja zaradi pritrdjevanja z vijaki, natančnost pa je kljub temu visoka;
- proizvodni stroški so dokaj nizki, saj površine ni potrebno brusiti, pa tudi bočna vodila niso potrebna;
- sila, potrebna za gibanje in pospeševanje v horizontalni smeri, je znatno manjša od sile gravitacije;
- možno je povečanje natančnosti in posledično togosti z uporabo vakuumskih žepov (prikazano rumeno);
- primerno za brusilne stroje za okroglo brušenje, površinske brusilne stroje, merilne in visoko precizne stroje;
- togost vodila se poveča ob obremenitvi na V-tir.

3.2 Hidrostatična vodila s protivodili

Druga izvedba, ki se pogosto pojavlja na strojih, je izvedba hidrostatičnih vodil s protivodili – *slika 9*.

Vodila s protivodili, prikazana na *sliki 9*, imajo sledeče lastnosti:

- primerna so za obremenitve, ki se pojavljajo v vseh smereh, tudi za sile dviganja;



Slika 9. Hidrostatična vodila s protivodili

- so enostavna za izdelavo, čeprav imajo visoko natančne in ekstremno vzporedne navpične hidrostatične reže;
- proizvodni stroški so dokaj nizki, saj nobenega dela ni potrebno brusiti;
- velikost rež je izdelana s postopnim brušenjem ali strganjem na eni strani obeh trakov – to se izvaja pri nastavljanju geometrije stroja;
- primerna so za vodoravno in navpično nošenje pod veliko silo in momenti pri visoki togosti.

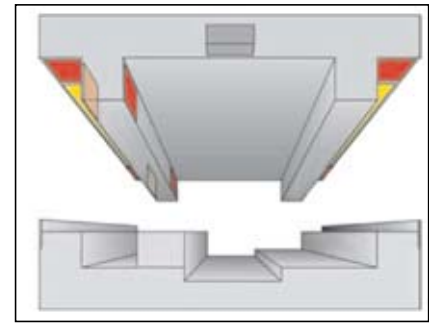
3.3 Hidrostatična vodila brez protivodil

Hidrostatična vodila brez protivodil, prikazana na *sliki 10*, imajo sledeče lastnosti:

- najvišja natančnost in odlična togost;
- sila, potrebna za gibanje in pospeševanje v horizontalni smeri, je znatno manjša od sile gravitacije;
- možno je povečanje natančnosti in posledično togosti z uporabo vakuumskih žepov (prikazano rumeno);
- posebej so primerna za brusilne stroje za okroglo brušenje in brusilne stroje za ploskovno brušenje in za velike rezkalne stroje.

■ 4 Zaključek

Obnove hidrostatičnega sistema na obdelovalnem stroju se lahko lotimo na več načinov. Kateri bo pravi, je odvisno od starosti stroja, stanja stroja in od obstoječe



Slika 10. Hidrostatična vodila brez protivodil

izvedbe in razpoložljive dokumentacije.

Če ne gre za preveč zastarel koncept, je najbolje (gledano s tehnične in finančne plati), da ohranimo enak koncept, pri čemer stare izrabljene elemente zamenjamo z novimi.

Če gre za zastarel koncept (npr. kapilarni sistem doziranja olja v žepe), potem se odločimo za posodobitev. Če imamo potrebno znanje, potem naredimo preračun novih elementov sami, sicer pa lahko prosimo za pomoč proizvajalca na novo predvidenega sistema. Ta bo potreboval geometrijske podatke o žepih in pa funkcionalno shemo s podatki o pretokih in tlakih na starem sistemu.

Če se preračuna sistema ne bomo lotili sami, pa se je vseeno zelo koristno seznaniti z osnovnimi principi delovanja hidrostatičnih vodil, njihovega preračuna in pa načina delovanja sistema, ki ga bomo vgradili, in njegovih lastnosti. To nam bo pri zagonu stroja zelo koristilo.

Literatura

- [1] Weck, M.: Werkzeugmaschinen, Band 2; Konstruktion und Berechnung, 3. Auflage 1985; Düsseldorf; str. 154–188.
- [2] Savić, V., Uljna hidraulika 1 in 2; Zenica 1990.

Modernizacija korčnega rotacijskega bagra na deponiji premoga TE Kakanj

Božidar KERN, Janez LUKANČIČ, Miro PIRNAR, Zdenko SAVŠEK

■ 1 Uvod

Korčni rotacijski bagri (KRB) se uporabljajo na deponijah premoga, železove rude in drugih sipkih materialov. S temi stroji je mogoče tako deponiranje kot odzemanje materiala z deponije, mogoč pa je tudi samo prenos materiala preko (mimo) bagra. Zaradi svoje dokaj enostavne konstrukcije in razmeroma velikih zmogljivosti pretovora materiala so postali standardna oprema na deponijah premoga termoelektrarn in pristanišč.

Strojna tovarna Trbovlje (STT) je v preteklosti izdelala večje število takšnih bagrov, ki so postavljeni na številnih deponijah, predvsem v bivših jugoslovanskih republikah. Stroji obratujejo že vrsto let, tako da so danes nekateri že potrebni obnove in rekonstrukcije, predvsem zaradi izrabljenosti pogonov in zastarelosti krmilnih sistemov.

V nadaljevanju bomo opisali primer rekonstrukcije KRB, ki stoji in obratuje na deponiji premoga termoelektrarne Kakanj. Stroj je bil projektiran

Božidar Kern, STTIM, d. o. o., Trbovlje, Janez Lukančič, Miro Pirnar, mag. Zdenko Savšek, vsi PIRNAR & SAVŠEK, Inženirski biro, d. o. o., Zagorje ob Savi



Slika 1. KRB v TE Kakanj

in izdelan v letih od 1983 do 1985, prikazan je na *sliki 1*. Rekonstrukcija je trenutno v fazi izvedbe na terenu.

■ 2 Rekonstrukcija KRB v Kakanju

V projektu rekonstrukcije KRB v TE Kakanj gre za celovito prenovo bagra. Obnavljajo ali menjajo se skoraj vsi pogoni in komandna kabina, dodaja se nov hidravlični agregat, obnavljajo se mehanizmi zavor, centralni mazalni sistem itd. Dodaja se nov večji hidravlični agregat, saj se bodo nekateri električni pogoni pre-

delali v hidravlične. Največji poseg je prenova (zamenjava) pogona za vrtenje KRB. V sklopu te prenove bo zamenjan glavni ležaj, ki povezuje podvozje in nadvozje bagra in preko katerega z zobatim vencem poteka vrtenje bagra. Obstoječi ležaj je potrebno zaradi izrabljenosti zamenjati, kar prinaša številne zahtevne operacije, saj je potrebno nadvozje bagra (celotna masa nadgradnje tehta okoli 200 t) ločiti od podvozja in ga dvigniti, da se ležaj lahko zamenja. Celoten postopek zamenjave ležaja in novo konstrukcijo pogona vrtenja KRB, vključno s preračuni, so izdelali

strokovnjaki iz STTIM-a, Trbovlje, in inženirskega biroja Pirnar & Savšek, Zagorje ob Savi..

■ 3 Predstavitev zasnove pogona vrtenja KRB

Pri zasnovi novega pogona je bilo potrebno najti načine, da smo se lahko izognili varjenju na terenu, saj so deformacije po varjenju nepredvidljive, težje pa je tudi zagotoviti in nadzorovati ustrezno kakovost varjenih spojev. Glede na obremenitvena stanja je bil za pogon vrtenja KRB izbran večstopenjski planetni reduktor s hidravličnim motorjem. Pogonski agregat je dobavilo podjetje, specializirano za izdelavo takšnih reduktorjev (s prestavnim razmerjem reduktorja 1 : 1000). Konstrukcija novega pogona je prikazana na *sliki 2* (izdelana s programskim paketom SolidWorks).

Nova konstrukcija pogona je zasnovana tako, da je med ležaj (rdeče) in nadvozje (sivo) vstavljen venec (rumeno). Na tem vencu so dodane ustrezne prirobe in dodatni elementi za montažo pogonskega agregata. Tako so zagotovljene tudi ustrezne dimenzije, ki so pomembne pri montaži zobniškega pogona, kot so medosna razdalja in pravokotnost. Na venec je montirana tudi ustrezna konzola (zeleno) za pritrditev pogonskega sklopa (modro). Konzola je preko privarjene pločevine privijačena na nadvozje. S takšno konstrukcijsko zasnovo smo večino zahtevnejše obdelave prenesli na venec in se izognili prekomernemu toleriranju in medsebojni odvisnosti večjega števila obdelovancev. Elementi pogona vrtenja so bili preračunani z MKE (uporabljen je programski paket ANSYS). Na *sliki 3* pa je prikazan detajl MKE-analize nosilne konzole pogonskega agregata.

■ 4 Postopek zamenjave ležaja

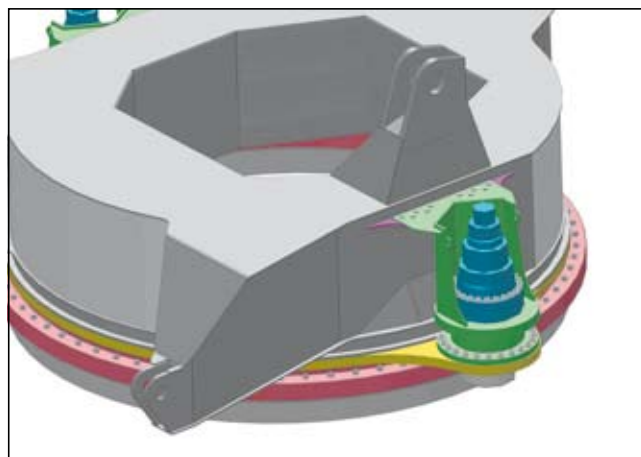
Pri načrtovanju postopka zamenjave ležaja smo namenili posebno pozornost zagotavljanju varnosti ljudi in stabilnosti konstrukcije v vseh fazah rekonstrukcije KRB. Da bi to dosegli, smo za vsako fazo rekonstrukcije raz-

vili in uporabili enostavne ter zanesljive tehnične rešitve. Pri zagotavljanju stabilnosti konstrukcije je bistven podatek lega težišča konstrukcije KRB glede na podporne točke. Pomemben vpliv na položaj težišča ima lahko tudi veter, zato je pomembno, da se dela opravljajo v nevetrovnem »lepem« vrenemu.

Pred dviganjem nadgradnje bagra je potrebno izvesti nekaj priprav, ki delo sploh omogočijo in končno tudi olajšajo. Predpriprava za dviganje nadgradnje bagra je sledeča:

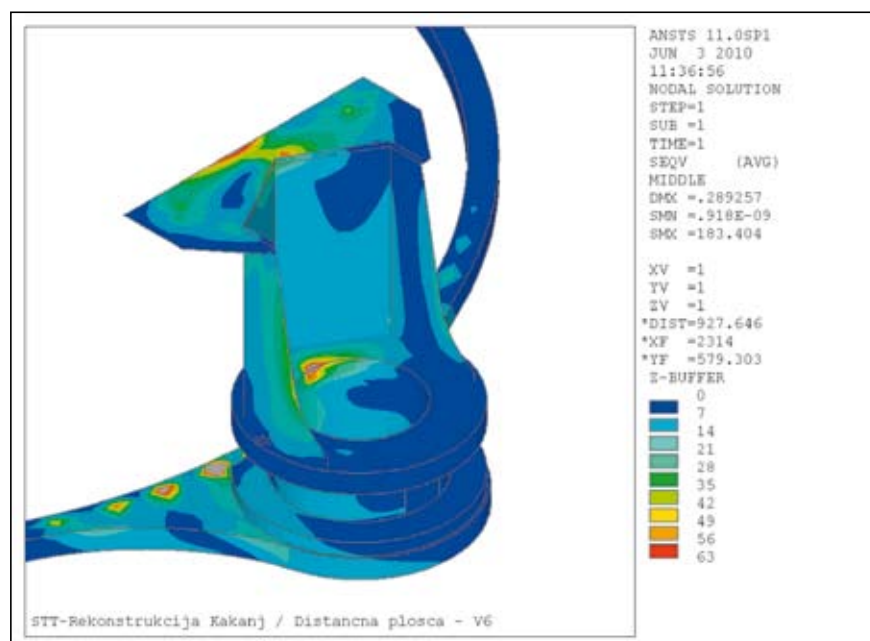
- podprtje ročice KRB,
- priprava podlog za hidravlične dvigalke,
- priprava podesta za montažo ležaja,
- montaža vodila za nadvozje,
- odstranitev starega pogonskega sklopa,
- odstranitev obstoječih podestov in ograj itn.

Nadgradnja bagra se dviga s pomočjo treh hidravličnih dvigalk, ki so



Slika 2. 3D- model rekonstruiranega (novega) pogona vrtenja KRB

nameščene na podvozje. Po dvigu nadgradnje bagra se obstoječi ležaj odstrani, na njegovo mesto pa se podložijo in privijačijo podloge. Tako smo konstrukcijo KRB zavarovali pred vplivom vetra, ki bi nadgradnjo lahko prevrnil. Drugi del dviga se opravi po odstranitvi podlog, takrat se montira nov ležaj skupaj z vmesnim vencem. Najprej se ležaj skupaj z vencem vijači na nadvozje bagra. Nato sledi spust na podvozje in vijačenje ležaja še na podvozje. Zaradi izrabljenosti ležaja in drugih vplivov smo predvideli še možnost vodoravnega pomikanja nadgradnje. Na tri krake podvozja so montažno privarjene konzole, ki omogočajo vpetje hidravlične dvigalke. Z dvigalkami lahko nato vodoravno potiskamo nadvozje po podvozju



Slika 3. Detajl MKE-analize nosilne konzole pogonskega agregata

in tako dokončno montiramo ležaj. Sledijo montaža konzole in pogonskega sklopa, montaža pomožnih sistemov in preskušanje.

V načrtu rekonstrukcije pogona vrtenja je predvidena tudi naprava, ki zaznava preobremenitev pogona pri nepravilni uporabi stroja. Za njeno dokončno aplikacijo pričakujemo še potrditev naročnika.

■ 5 Zaključek

Prvi taki stroji, izdelani v STT, so bili gnani izključno z električnimi pogoni

in klasičnimi reduktorji. Izkušnje so pokazale, da so glede zanesljivosti, krmiljenja in vzdrževanja primernejši hidravlični pogoni s svojimi prednostmi glede krmiljenja in enostavnije vgradnje. Tudi iz vzdrževalnega vidika so primernejši, saj hidravlične pogonske sklope praviloma sestavlja manj podslopov in elementov. Svetovni trend pri gradnji takih strojev je, da delujejo polavtomatsko ali avtomatsko, torej brez posadke na stroju (izvedeni primer take rekonstrukcije je v Luki Koper). Cilj rekonstrukcije KRB v TE Kakanj ni avtomatizacija, ampak prenova obstoječih pogonov

zaradi podaljšanja življenjske dobe stroja in spet zanesljivega in varnega dela z njim.

Viri

- [1] Čibej, J. A., M. Pirnar (ur.): Strojništvo z glavo in srcem, Zbornik ob 20-letnici Inženirskega biroja Pirnar & Savšek, Multima, 2007.
- [2] Anonim: Fördertechnik, Tagebaugrosgeräte und Universalbagger, VEB Verlag Technik Berlin, Oktober 1973.



SPIRING

Za celovitejšo ponudbo inženirskih storitev smo v Trbovljah zgradili Razvojno-preizkusni center SPIRING. V novih prostorih (Žabjek 18a, 1420 Trbovlje) vas z veseljem pričakujemo po 1. septembru 2010.

PIRNAR & SAVŠEK
inženirski biro

Pirnar & Savšek,
inženirski biro, d.o.o.
Cesta 9. avgusta 48
1410 Zagorje ob Savi
p.s.ing.biro@siol.net

www.spiring.si www.pirnar-savsek.si



INDUSTRIJSKA HIDRAVLIKA

- cilindri
- agregati in sistemi
- ventili, krmilni bloki
- proporcionalna tehnika
- namenski stroji in naprave
- filtri
- naprave za ugotavljanje stanja in vzdrževanje hidravličnih tekočin

ULBRICH

**ARGO
HYTOS**

WANDFLUH
Hydraulik + Elektronik

Naprave z zračnim pogonom

- črpalke, agregati
- zviševalniki tlaka zraka
- kompresorji

MAXIMATOR

HIDRAVLIČNA ORODJA

- cilindri, dvigalke
- črpalke
- snemalci, stiskalnice
- hidravlični in pnevmatski stroji za vijačenje

SPX POWER TEAM

HYTORC

INDUSTRIJSKI AMORTIZERJI

- amortizerji
- zračne vzmeti
- izolatorji vibracij

ENIDINE
An IMC Company

KEMIČNO-TEHNIČNI PROIZVODI

- specialna maziva
- industrijska olja
- drsni laki
- tesnilno-lepilne mase
- ločilna sredstva
- mase za kalupe
- kontaktna maziva
- zaščitni laki
- zalivne mase
- čistila
- strukturna lepila
- cianoakrilatna lepila
- anaerobna lepila
- UV lepila, naprave, pribor

M MOLYKOTE
LUBRICANTS

Krytox®

DOW CORNING

Tecnite®
innovative solutions

ELECTROLUBE®

ITW PLEXUS
Structural Adhesives

Permabond®
Engineering Adhesives

hönle
uv technology

Za brezhibno delovanje

ULBRICH
HIDROAVTOMATIKA

www.ulbrich.si

Sestrelitev civilnega letala v letu in zračni terorizem

Aleksander ČIČEROV

V tem prispevku je predstavljena dopolnitev Letalskega kodeksa Ruske federacije, analiza njene najnovejše zakonodaje, ki legalizira sestrelitev civilnega potniškega letala v letu. Prti tem avtor upošteva veljavno mednarodno zakonodajo, ki jo vsebuje Čikaška konvencija in njeni aneksi. Zračni terorizem je mora sodobnega sveta. Vprašanje je ali ga je mogoče izkoreniniti z ukrepi, ki določajo uporabo orožja, kar je lahko celo v nasprotju s civilizacijskimi normami in pravili ICAO.

■ 1 Uvod

Teroristi ugrabijo letalo Adrie Airways na letu med Ljubljano in Moskvo. Pristojne ruske oblasti se odločijo, da letalo sestrelijo v svojem zračnem prostoru. Ali je tak scenarij lahko le dobra zgodba s številnimi zapleti in srečnim koncem ali pa bi se kaj takega lahko tudi v resnici zgodilo? Ruski generali, odgovorni za zračno varnost nad Moskvo, so že večkrat izjavili, da bodo sestrelili letalo, ki bi bilo v rokah teroristov, tudi brez pravne podlage, če bi bilo to potrebno.¹

Zračni terorizem se manifestira kot ugrabitev letal, streljanje na letala z raketami, ki slede toplemu izpuhu (t. i. MANPAD), nastavljanje bomb v potniška letala, ubijanje potnikov na letalih in letališčih, uporabljanje letal kot orožja (primer 11. septembra 2001) ali za pridobivanje premoženjskih koristi in doseganje ciljev, povezanih z verskimi prepričanji, in iz političnih razlogov.²

Na začetku razvoja mednarodnega letalstva se je potnik lahko bal

dveh stvari: neizkušenosti pilota in tehničnih pomanjkljivosti letala. Danes se potnik boji zračnega terorizma in posledično sestrelitve letala.

■ 2 Prepoved uporabe orožja – mednarodno pogodbeno pravo ali mednarodni običaj

Najprej si oglejmo mednarodno ureditev, za katero je v največji meri odgovorna Mednarodna organizacija civilnega letalstva (v nadaljevanju ICAO) kot specializirana organizacija Združenih narodov.

Ni dvoma, da imajo suverene države pravico braniti svoje ozemlje pred nezakonitimi dejanji, vključno z zračnim prostorom. Zračni prostor je del suverena ozemlja vsake države. 1. člen Čikaške konvencije³ govori o tem, da ima vsaka država popolno in izključno suverenost v zračnem prostoru nad svojim ozemljem.

Zaščita zračnega prostora je torej del zaščite državnega ozemlja in pomeni zaščito in varovanje letenja, spoštovanje nacionalne letalske zakonodaje in zaščito življenj in lastnine na zemlji in v zraku. Fizično je zaščita zračnega prostora posamezne države v pristojnosti bodisi policijskih ali vojaških sil. Pri tem je potrebno upoštevati dejstvo, da se Čikaška

konvencija uporablja samo za civilna letala z izjemo določbe odstavka d 3. člena, ki določa: »Države pogodbenice se zavezujejo, da bodo pri izdajanju predpisov, ki bi se nanašali na njihove državne zrakoplove, upoštevale varnost plovbe civilnih zrakoplovov.«

Osnovni način varovanja zračnega prostora po mednarodnem pravu je prestrežanje sumljivih letal (ang.: interception of aircraft). Letalo je sumljivo:

- če se ne identificira,
- če se nenapovedano pojavi v zračnem prostoru druge države v nasprotju z načrtom leta ali voznim redom,
- če ne komunicira z letalsko službo in
- če izvaja neprimerne operacije in manevre.

Pri prestrežanju imamo opraviti z interakcijo med državnim (policijskim ali vojaškim) in civilnim potniškim letalom. Prestrežanje je potencialno zelo tvegana letalska operacija, saj varno letenje zahteva tako minimalno horizontalno kot tudi vertikalno oddaljenost letal, da se prepreči trčenje in zmanjšajo učinki turbulence. Če naj bi bilo prestrežanje učinkovito, teh zahtev ni mogoče upoštevati, saj se mora letalo, ki prestreza, približati civilnemu potniškemu letalu na raz-

Mag. Aleksander Čičerov, univ. dipl. iur., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

daljo, ki omogoča optično identifikacijo in vizualno komuniciranje.

Dodatek 2 k Aneksu 2 Čikaške konvencije se ukvarja s prestrežanjem civilnih letal. Podrobno je razdelan postopek prestrežanja.⁴ Sprejel ga je Svet ICAO leta 1985, neposredno po sestrelitvi korejskega B 747 na poletu 007 in po sprejetju 3. bis člena k Čikaški konvenciji (10. maj 1984). Takrat so bile države članice ICAO in Sveta ICAO še prepričane, da običajno mednarodno pravo prepoveduje uporabo orožja zoper civilna potniška letala v letu. Veliko držav je menilo, da je potrebno to načelo jasno zapisati v obliki kodificiranega prava v Čikaško konvencijo.

Do spremembe Čikaške konvencije je prišlo 10. maja 1984 v obliki Protokola o spremembi Konvencije o mednarodnem civilnem letalstvu,⁵ ki se glasi:

»a) Države pogodbenice priznavajo, da se mora vsaka država vzdržati uporabe orožja proti civilnim letalom med letom in da se ob prestrežanju ne smejo ogrožati življenja oseb v letalu in varnost letala. Ta določba se ne sme razlagati tako, da kakor koli spreminja pravice in obveznosti držav, ki so zapisane v Ustanovni listini Združenih narodov.

b) Države pogodbenice priznavajo, da je vsaka država pri uresničevanju svoje suverenosti upravičena zahtevati pristanek civilnega letala na določenem letališču, če leti nad njenim ozemljem brez dovoljenja ali če obstajajo upravičeni razlogi za sklepanje, da se uporablja v namene, ki niso skladni s cilji te konvencije; takemu letalu sme izdati tudi katera koli druga navodila za prenehanje takih kršitev. V ta namen lahko države pogodbenice uporabijo katero koli primerno sredstvo, ki je v skladu z ustreznimi določbami te konvencije, še posebej s točko a tega člena. Vsaka država pogodbenice soglaša, do bo objavila svoje veljavne predpise o prestrežanju civilnih letal.

c) Vsako civilno letalo mora ravnati v skladu z ukazom, izdanim skladno s točko b tega člena. V ta namen vsaka država pogodbenica uvede vse

potrebne določbe v svojo notranjo zakonodajo ali predpise tako, da je obvezno izpolnjevanje takega ukaza za katero koli letalo, registrirano v tej državi ali ki ga upravlja letalski prevoznik z glavnim poslovnim sedežem oziroma prebivališčem v tej državi. Vsaka država pogodbenica katero koli kršitev veljavnih zakonov ali predpisov strogo kaznuje in preda primer svojim pristojnim organom skladno s svojimi zakoni in predpisi. d) Vsaka država pogodbenica izvaja ustrezne ukrepe za prepoved namerne uporabe civilnih letal, registriranih v tej državi, ali ki jih uporablja letalski prevoznik z glavnim sedežem ali prebivališčem v tej državi v kateri koli namen, ki ni v skladu s cilji te konvencije. Ta določba ne vpliva na točko a in ne odstopa od točke b in c tega člena.«

Najpomembnejši del spremembe je tisti v odstavku a. Ostali odstavki so bili dodani na željo Zveze sovjetskih socialističnih republik, da bi dali odstavku a potrebno moč.

Omeniti moramo še razlago zadnjega stavka v odstavku a, ki ga je prispevala Francija. Ta se glasi: »Ta določba se ne sme razlagati tako, da kakor koli spreminja pravice in obveznosti držav, ki so zapisane v Ustanovni listini Združenih narodov.« Kaj to pravzaprav pomeni? Gre za pravico do samoobrambe (ang.: self defence) po 51. členu Ustanovne listine Združenih narodov, ki s sprejetjem 3. bis člena Čikaške konvencije ni bila modificirana in je celo nepotrebna z vidika mednarodnega prava, saj v primeru spora prevladajo obveznosti držav pogodbenic, ki izhajajo iz 103. člena Ustanovne listine Združenih narodov.⁵

Kot pa je to običajno, nekateri mednarodni pravniki niso bili zadovoljni z večinskim mnenjem, ki je trdilo, da 3. bis člen ni primer progresivnega razvoja mednarodnega letalskega prava, ampak samo potrditev (ang.: confirmation) obstoječega splošnega običajnega mednarodnega prava v kodificirani obliki. S tem se strinja tudi avtor knjige o Mednarodnem zračnem pravu in ICAO profesor Michael Milde, ki je bil prisoten na di-

plomatski konferenci, na kateri je bil sprejet 3. bis člen.⁶

Besedilo 3. bis člena spretno in namerano, sledeč besedam 1. člena Čikaške konvencije,⁷ ne ustvarja koncepta zračne suverenosti, pač pa ta koncept utrjuje kot inštitut, ki že obstaja po splošnem običajnem mednarodnem pravu.

V zadevi Carcia in Garza,⁸ še bolj pa v zadevi Krfski prekop⁹ je sodišče zelo jasno povedalo, to pa bo pomembno za kasnejšo analizo ruske zakonodaje, da je potrebno vedno upoštevati elementarno človečnost tako v vojni in še bolj v miru. Povedano drugače to pomeni, da je civilno potniško letalo na poletu KE007 kršilo sovjetski zračni prostor – kar je nezakonito. Toda reakcija sovjetskih oblasti, ki je imela za posledico uboj 290 nič krivih ljudi, je bila skrajno nesorazmerna in nezakonita.

Kljub velikemu konsenzu glede 3. bis člena Čikaške konvencije pa še vedno obstaja dvom o tem, ali je prepoved uporabe orožja zoper civilno potniško letalo v letu absolutna ali ne. Zakaj je temu tako? Ni čisto jasno, kaj pomeni termin orožje. Ali so to puške, brzostrelke, topovi, rakete ali vodena letala brez pilota, naprave in substance, ki lahko poškodujejo letala v letu? Ni definiran pojem 'civilno letalo', čeprav ni dvoma o tem, da so imeli sestavljalci 3. bis člena v mislih 'tuje letalo'. Prav tako ni jasno, kaj pomeni termin 'letalo v letu'. Ali si je mogoče tu pomagati z Rimsko konvencijo iz leta 1952 (ICAO Doc. 7364), ki določa, da je letalo v letu »od trenutka, ko uporabi svojo pogonsko moč za dejanski vzlet, pa do trenutka, ko se letalo popolnoma ustavi«. Prav tako ostaja nerešeno vprašanje, ali se oborožena sila lahko uporabi zoper letalo na zemlji. Danes se nekateri sprašujejo, ali je treba sestreliti letalo, s katerim tihotapijo droge? Kaj nam govori primer 11/9 2001? Nekateri zagovarjajo stališče, da je nedolžna življenja mogoče žrtvovati, da bi se preprečila še večja škoda. Vendar je odločitev o tem najtežja in hkrati ogromna odgovornost, če se izkaže, da je bila napačna. S tem se lahko samo strinjamo.

■ 3 Sestrelitev letala po zakonodaji Ruske federacije

Preden predstavimo zakonodajo Ruske federacije (v nadaljevanju RF), si oglejmo še nekaj konkretnih primerov sestrelitve civilnih potniških letal. Tako nam bo lažje razumljiva odločitev RF o uzakonjeni sestrelitvi civilnih potniških letal.

Uporaba orožja zoper civilna potniška letala v letu ni nekaj povsem novega. V t. i. hladni vojni v drugi polovici 20. stoletja je bilo kar nekaj primerov sestrelitev. Veliko življenj je bilo izgubljenih in skoraj paranoidnih akcijah za zaščito 'svete domovine'. Oglejmo si jih. 29. aprila 1952 je letalo družbe Air France letelo skozi berlinski koridor, ko sta ga napadla dva ruska prestreznika. Strelili iz strojníc in letalskih topov hudo poškodujejo potnike in posadko. 20. junija 1954 Caty Pacific na letu med Bangkokom in Hongkongom doživi napad kitajskih prestreznikov. Letalo se zruši v morje. Potniki so ubiti ali pa utonejo. 27. julija 1995 izraelski El Al zaide v bolgarski zračni prostor. Sestrelijo ga, čeprav je prestrezno letalo iz neposredne bližine ugotovilo, da gre za civilno potniško letalo. Življenje izgubi 51 potnikov in 7 članov posadke. 21. februarja 1973 izraelske oborožene sile sestrelijo B-727 libijske letalske družbe nad okupiranim Sinajem. 106 mrtvih v letalu, ki je zaradi peščene viharja zašlo s poti. 21. aprila 1978 ruske oborožene sile napadejo korejski B-707 na letu med Seulom in Parizom po t. i. polarni poti. K sreči izstreljeni raketi ne eksplodirata. Ruski pilot, ki je poročal, da je letalo sestrelil, in njegov nadrejeni sta bila obsojena in usmrčena. Med 31. avgustom in 1. septembrom 1983 je prišlo do incidenta v bližini Sahalina. B-747 je na poletu 007 med New Yorkom in Seulom preko Anchoragea vstopil v ruski zračni prostor nad polotokom Kamčatka. Pilot ruskega Su-15 Osipovič dobi povelje generala Kozukova: »Uniči tarčo!« Čeprav pilot opozarja, da gre za civilno potniško letalo, je ruski general neusmiljen: »Prenehajte se zafrkavati! Izstrelite raketo in uničite tarčo 60-65.«¹⁰ Izgubljenih je 269 življenj.¹¹

14. julija 1988 je bojna ladja ZDA Vincennes v Zalivu sestrelila iraški airbus na poletu IR655. Američani so priznali napako in ponudili polno odškodnino. Omenimo še sestrelitev dveh zasebnih letal, registriranih v ZDA. Februarja 1996 so kubanski prestrezniki nad odprtim morjem sestrelili dve ameriški zasebni letali. ICAO je v resoluciji označil dejanje kot nasprotno načelom Čikaške konvencije.¹² 13. oktobra 2001 je ukrajinski obrambni minister Oleksander Kuzmuk priznal, da je ukrajinska vojska pomotoma sestrelila rusko potniško letalo vrste Tu-154 s 76 potniki in člani posadke. Ob tem je izrazil tudi sožalje svojcem žrtev.

Ruska duma je 26. februarja 2006 sprejela zakon o preprečevanju terorizma. Federalni svet je zakon 1. marca 2006 potrdil, ruski predsednik Vladimir V. Putin pa ga je podpisal, tako da je zakon začel veljati 6. marca 2006. Sestrelitev letala (ang.: shooting down) je določena v 7. členu navedenega zakona in se v avtorjevem prevodu iz angleščine glasi:

»1. Oborožene sile Ruske federacije uporabijo svoje orožje in vojaško opremo v postopkih, določenih z zakonskimi predpisi Ruske federacije, da odstranijo grožnjo terorističnih dejanj v zraku ali zaradi njihovega preprečevanja.

2. Če se letalo ne odzove na radijska povelja kontrolnih centrov na zemlji in na radijska povelja in vidne znake letal oboroženih sil Ruske federacije ali ne uboga radijskih povelj ali vidnih znakov in ne pojasni takega ravnanja, oborožene sile Ruske federacije uporabijo svoje orožje in vojaško opremo za preprečitev leta takega letala tako, da ga prisilijo k pristanku.

Če letalo ne uboga in ne pristane in obstaja resna nevarnost za izgubo življenj ali za začetek ekološke katastrofe, se uporabijo orožje in vojaška oprema za preprečitev leta takega letala tako, da se uniči.

3. Če obstaja zanesljiva informacija o verjetni uporabi letala za teroristično dejanje ali o zasedbi letala, storjeni pa so bili vsi ukrepi, potrebni za njegov pristonek, obstaja pa resna nevarnost za izgubo življenj ali začetek ekološke katastrofe, oborožene sile



Su-15 Flagon, prestreznik, ki je sestrelil KAL 007.¹³

Ruske federacije uporabijo orožje in vojaško opremo za preprečitev leta tega letala tako, da ga uničijo.«

■ 4 Analiza 7. člena

RF je v 7. členu zakona o preprečevanju terorizma tako uzakonila sestrelitev letala, ki ga teroristi žele uporabiti kot orožje. Sedmi člen sestavlja trije odstavki: prvi govori o tem, da bodo oborožene sile RF uporabile orožje in vojaško opremo v skladu s predpisanim postopkom z namenom, da odstranijo grožnje terorističnega dejanja v zraku ali da se prepreči tako dejanje. Ruski generali imajo tako pravno podlago za sestrelitev!

V drugem odstavku so navedeni pogoji, ki, če jih letalo ne izpolni, lahko privedejo do sestrelitve civilnega potniškega letala v letu. Letalo v ruskem zračnem prostoru, ki se ne odziva na povelja kontrolnih centrov na zemlji in na radijska povelja ter vidne znake prestreznikov RF ali zavrača izpolnjevanje radijskih navodil oziroma ne uboga vidnih znakov, pa svojega ravnanja ne opraviči, oborožene sile RF prisilijo k pristanku (pri tem ni jasno, za kakšno uporabo orožja in vojaške opreme gre). Če tako letalo ne pristane, obstaja pa resna nevarnost, da bodo izgubljena človeška življenja (domnevamo, da gre za življenja potnikov in posadke ter žrtev na zemlji), ali pa obstaja nevarnost za začetek ekološke katastrofe, oborožene sile RF uporabijo orožje in vojaško opremo in uničijo letalo tako, da ga sestrelijo.

V tretjem odstavku so inkriminirana dejanja uporabe letala za storitev terorističnega dejanja (kot je bilo ti-

sto 9. 11. 2001) ali ugrabitev letala z očitno terorističnimi nameni. Pri tem so bili storjeni vsi potrebni ukrepi, da bi tako letalo prisilili k pristanku, obstaja pa resnična nevarnost za izgubo življenj ali za začetek ekološke katastrofe. Oborožene sile RF uporabijo svoje orožje in vojaško opremo za preprečitev leta takega letala tako, da ga uničijo.

To je notranje pravo RF, ki določa pogoje in dovoljuje sestrelitev civilnega potniškega letala v letu po postopku, ki ga določa zakonodaja RF. Jasno je, da je v tem primeru pravna podlaga zakon in ne nižji pravni akt.

Jezikovna analiza nam pokaže, da 3. bis člen Čikaške konvencije ne uporablja izraza kot *uničenje* ali *sestrelitev letala* (ang.: destroy or shooting down). Ta člen govori o tem, da se morajo države (ne samo pogodbenice Čikaške konvencije) vzdržati uporabe orožja zoper civilna potniška letala v letu. Kot smo omenili, pojem orožje ni določen, prav tako pa tudi ne termin 'med letom'. Ta člen ne pozna izraza 'teroristično dejanje', prav tako ni nikjer omenjen izraz 'ekološka katastrofa'. Tako 3. bis člen Čikaške konvencije kot 7. člen zakona RF poznata izraz 'prestrežanje'.

■ 5 Sklep

Ni dvoma o tem, da ima vsaka država pravico in dolžnost braniti in varovati svojo zračno suverenost. Mednarodno pravo določa, da se mora država pri tem vzdržati uporabe orožja zoper civilno potniško letalo v letu. Celotno več, paziti mora, da pri prestrežanju s svojim ravnanjem ne ogrozi življenja potnikov in posadke in varnost letala. Država pri izvajanju svoje suverenosti lahko zahteva pristanek letala, ki je sumljivo. Določi letališče, kjer lahko posamezno letalo varno pristane. Poleg ukaza o pristanku lahko država sumljivemu letalu da katero koli drugo navodilo za prenehanje kršitve. Država oziroma njeni pristojni organi lahko ukažejo prestrežanje letala, torej ukrep, ki smo ga omenili. Nikakor pa ne sme uporabiti orožja in civilno potniško letalo v letu sestreliti.

Mednarodno pravo nalaga posadki civilnega potniškega letala v letu, da uboga povelja, ki jih dajejo kontrolni centri na zemlji oziroma prestrežna letala. Država je dolžna zagotoviti v svoji zakonodaji ustrezne določbe in stopnje obveznosti, ki bodo zagotavljale spoštovanje in izvajanje ukazov tako z zemlje kot iz zraka za letala, ki so registrirana v njej ali jih uporablja letalski prevoznik z glavnim sedežem oziroma prebivališčem v tej državi. Kršitve veljavnih zakonov in predpisov mora strogo kaznovati. Vsaka država pogodbenica mora izvajati ustrezne ukrepe, ki naj preprečijo namerno uporabo civilnih potniških letal, ki so registrirana v tej državi ali jih uporablja letalski prevoznik z glavnim sedežem ali prebivališčem v tej državi, v kateri koli namen, ki ni v skladu s cilji Čikaške konvencije.

RF je s sprejemom zakona o nevtralizaciji terorizma na svojevrsten način izpolnila obveznosti iz 3. bis člena Čikaške konvencije s tem, da je v skladu s svojim razumevanjem tega člena uzakonila sestrelitev civilnega potniškega letala v letu. S tem je po mojem mnenju uzakonila sankcijo, ki daleč presega uporabo sorazmernih ukrepov za preprečevanje terorističnih dejanj na krovu civilnih potniških letal v letu. Praksa bo pokazala, ali ni morda celo v nasprotju z namenom 3. bis člena Čikaške konvencije.

Če torej pride v sovjetskem zračnem prostoru do neuspešnega prestrežanja civilnega potniškega letala, pri tem pa grozi izguba človeških življenj ali začetek ekološke krize, ima RF na razpolago sestrelitev ali kot temu uradno pravijo uničenje letala. Zakon RF pozna kvalificirano obliko tega dejanja – civilno potniško letalo je uporabljeno v teroristične namene oziroma gre za ugrabitev. Če je to podprto še z zanesljivimi informacijami, je sestrelitev neizbežna. Takrat je sla po krvi močnejša od razuma in povelja kot 'Uniči letalo!' ali 'Streljaj, streljaj!' preglase civilizacijske norme, še posebej tisto, ki je zapisana v 3. bis členu Čikaške konvencije.¹⁴

Drugačno ureditev pozna Zvezna

republika Nemčija. Ta je sicer prvotno v zakon zapisala, da je civilno potniško letalo mogoče sestreliti, toda nemško ustavno sodišče je to določbo razveljavilo kot neustavno, čeprav je nemški notranji minister Schily v zagovor taki normi trdil, da norma nikakor ne pomeni dovoljenja za ubijanje.¹⁵

Opombe

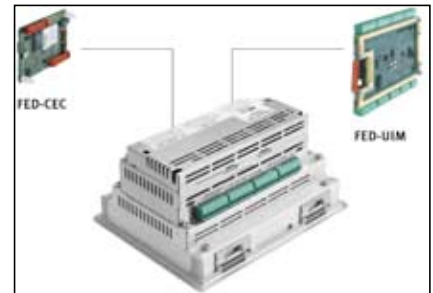
- ¹ H. van Schydel, *Aviation Code of the Russian Federation*, Eleven International Publishing, 2010.
- ² Glej bolj podrobno v A. Čičerov, *Mednarodno letalsko pravo*, Uradni list 2009, str. 231–265.
- ³ Skrajšano ime za Konvencijo o mednarodnem civilnem letalstvu (Doc. ICAO 7300/9).
- ⁴ Glej bolj podrobno v M. Milde, *International Air Law and ICAO*, Eleven International Publication, 2008, str. 50.
- ⁵ Slovenija je Protokol ratificirala z Uredbo o ratifikaciji protokolov o spremembi Konvencije o mednarodnem civilnem letalstvu, glej Ur. l. RS – Mednarodne pogodbe, št. 3/00, Ur. l. RS, št. 17/00.
- ⁶ Glej bolj podrobno pri M. Milde, nav. delo, str. 57.
- ⁷ 1. člen Čikaške konvencije se glasi: »Države pogodbenice priznavajo vsaki državi popolno in izključno suverenost v zračnem prostoru nad njenim ozemljem.« (Doc ICAO No. 7900/9)
- ⁸ UN Report on International Arbitral Awards 119 (1928).
- ⁹ The Cofrú Chanel case (UK v. Albania), Merits, Judgement of 9 April 1949, ICJ Rep.
- ¹⁰ M. Milde, nav. delo, op. cit. str. 53. Natančen opis dogodka je predstavljen v knjigi J. P. Otelli, *Catastrophes Aériennes*, Edition ALTI-PRESSE, str. 263–291.
- ¹¹ <http://24ur.com/novice/svet/ukrajina-priznala-sestrelitev-letala.html>, 13. 5. 2010.
- ¹² Vsi podatki so povzeti po M. Milde, nav. delo, str. 50–53. Glej tudi: <http://www.kamchatkapeninsula.com/shotdown.html>, 28. 5. 2010, http://en.wikipedia.org/wiki/korean_air_lines_flight_007, 28. 5. 2010, http://en.wikipedia.org/wiki/iran_air_flight_655, 28. 5. 2010.
- ¹³ Slika je dostopna na URL: http://www.fas.org/nuke/guide/russia/airdef/su-15-flagn_p2.jpg (31. 5. 2010).
- ¹⁴ Na srečo obstaja v praksi tudi drugačna zakonodaja. Glej več o tem v članku A. Čičerov, *Žrtvovanje ni dovoljeno*, Delo, komentar, 6. 3. 2006. O mednarodnih predpisih s področja boja proti terorizmu glej še P. Dempsey, *Air Law*, McGill University 2009, str. 226–230.
- ¹⁵ <http://24ur.com/novice/svet/nemcija-za-sestrelitev-letal.html?=&> (15. 5. 2010).

Integrirani krmilnik Festo FED-CEC

Firma *Festo* predstavlja integrirani krmilnik FED-CEC, ki omogoča učinkovito in prostorsko varčno izvedbo krmiljenja gibanja s pomočjo Festovih ventilskih otokov in električnih pogonov v komunikaciji z industrijskim omrežjem *Ethernet* ali *CANopen*. Krmilnik se s konstrukcijsko integriranimi krmilnima in prikazovalno-programirnima enotama FED-CEC in FED-UIM odlikuje z izredno prilagodljivostjo, enostavnim programiranjem, strežniškim vmesnikom in preprostim dialogom *človek-stroj*. Primeren je predvsem za izvedbe krmiljenja pogona in pozicioniranja različnih strežnih naprav.

Prednosti nove izvedbe integriranega krmilnika so predvsem:

- strojno neodvisna programska platforma za hitro in enostavno snovanje, programiranje in zagon pnevmatičnih in električnih vezij za avtomatizacijo strojev in naprav;
- obsežne knjižnice in ustrezni modeli za eno- ali večosna gibanja;
- v skladu s standardom IEC 61131-3 zasnovana programska platforma CODESys zagotavlja prilagodljivost različnim nalogam krmiljenja;
- največja prilagodljivost in modularnost – »online« in »offline« funkcionalnost in sestavine za snovanje strojne opreme in vizualizacijo delovanja krmilja;
- ponovna uporabnost obstoječih enot in delov aplikacij.



Podrobnejše informacije in tehnične lastnosti krmilnika dobite v produktni informaciji 805.3.PSI na spodnjem naslovu.

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*

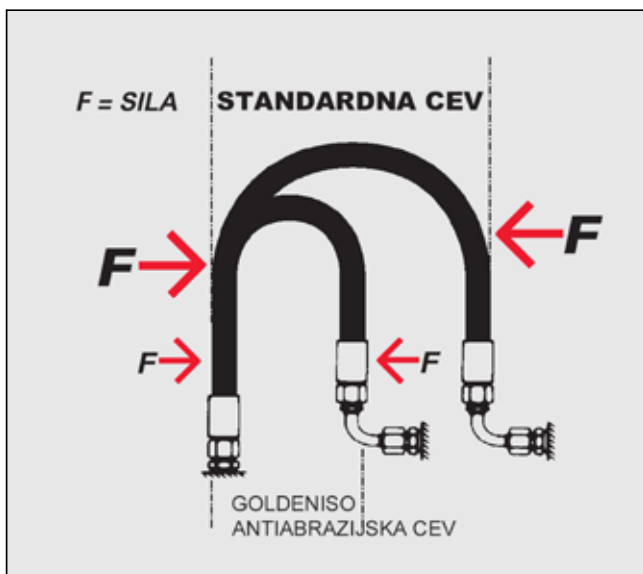
Visokotlačne hidravlične gibke cevi Golden ISO

Novost v prodajnem programu podjetja *Hidex* predstavljajo visokotlačne hidravlične gibke cevi Golden ISO (slika 1), ki se odlikujejo po odlični gibkosti in odpornosti na abrazijo (slika 2). Uporabljajo se predvsem v aplikacijah, ki so prostorsko omejene in izpostavljene nenehnemu gibanju. Cevi Golden

ISO presegajo standarde ISO 18752 grade A, ISO 11237-R17, SAE J517 type 100 R17, SAE 100R4 in SAE J517 type 100R19.

Visokotlačne gibke cevi, ojačane s spiralnimi ovoji iz jeklene žice z imenskimi premeri od 6 do 31 mm, vzdržijo delovne tlake do 460 barov in

več kot 2.000.000 tlačnih pulzov pri 125 % največjega delovnega tlaka in temperaturi 100 °C. Do tlačne porušitve cevi pride šele nad 1840 barov (pri premerih, manjših od 31 mm). Njihove fizikalne lastnosti so konstantne v širokem temperaturnem območju med -40 °C in +120 °C, obenem pa so cevi razen z običajnimi hidravličnimi mineralnimi olji kompati-



Slika 2. Primerjava gibkosti cevi Golden ISO s standardnimi visokotlačnimi hidravličnimi gibkimi cevmi



Slika 1. Odlična gibkosti in odpornosti na abrazijo – visokotlačne hidravlične gibke cevi Golden ISO

bilne tudi z biološko razgradljivimi in sintetičnimi olji, tekočinami na glikolni osnovi in vodo ter drugimi vodnimi emulzijami.

Vir: *HIDEX, d. o. o., Ljubljanska c. 4, 8000 Novo mesto, tel.: 07 33 21 707, faks: 07 33 76 171, internet: www.hidex.si, e-mail: info@hidex.si*

Novosti v podjetju HYDAC

Pri HYDACU se poleg razvoja novih, inovativnih izdelkov lotevamo tudi izboljšav že obstoječih, vedno s poslušom za uporabnike in potrebe iz prakse.

Tako so obvodni filtrirni agregati serije OLF 5/15 od zdaj naprej dobavljivi z integriranim senzorjem za kontaminacijo s trdnimi delci serije CS1320 in senzorjem za vodo AquaSensor 1000, kar omogoča stalen nadzor nad kontaminacijo olja s trdnimi delci in vodo.

Na zaslonu CS 1320 je razred čistosti olja izpisan po standardu ISO, SAE ali NAS. Merilec kontaminacije trdnih delcev CS 1320 pa odlikuje tudi funkcija »Display freeze«, ki shranjuje



OLF 5/15 CM, stacionarni filtrirni agregat s števcem delcev

koncipiran kot »plug & work«, torej se le priključi na napetost in je pripravljen za polnjenje hidravličnih rezervoarjev z novim oljem ali za obvodno filtriranje olja v rezervoarju z 10 l/min. Tudi tu ima CS 1320 funkcijo »Display freeze«, ki shrani in po potrebi prikaže zadnjih 20 izmerjenih vrednosti.

Tretja novost v ponudbi zadeva naš najmanjši in cenovno ugoden prenosni števec delcev FCU 1000. Ta je bil posodobljen z USB-vmesnikom in internim spominom, kot opcija pa je dobavljiv tudi akumulator, ki napravi omogoča ok. 2 uri merjenja brez priklopa na električno omrežje. Naprava med merjenjem shranjuje vrednosti v spomin, po končani meritvi pa si jih enostavno skopiramo na USB-ključek.

Vse ostale funkcije in lastnosti naprave se niso spremenile, tako lahko merimo čistost olja na



OF7 CM, prenosni filtrirni agregat s števcem delcev

zadnjih 20 izmerjenih vrednosti in jih po potrebi izpiše.

Sicer pa se filtrirni agregat ponaša s 15 l/min pretoka in filtrskim elementom s tehnologijo Dimicron, sposobnim zadržati velike količine umazanije iz

Druga novost je ročni prenosni filtrirni agregat OF7, ki je bil prav tako opremljen s senzorjem za kontaminacijo s trdnimi delci CS 1320 in prikazuje ISO, SAE ali NAS razred čistosti olja. Agregat s senzorjem ne potrebuje nobenih nastavitev, saj je



FCU 1000 z USB-vmesnikom

olja. Dobavljivi pa so tudi filtrski elementi Aquamicon za odstranjevanje proste vode iz olja.

priključkih minimess do 345 barov tlaka ali s pomočjo vgrajene črpalke iz steklenič z vzorcem. Rezultate nam izpiše kot ISO oz. SAE razred čistosti, meri pa tudi odstotek nasičenja olja z vodo, saj ima integriran AquaSensor 1000.

Vir: HYDAC, d. o. o., Zagrebška c. 20, 2000 Maribor, tel.: 02 460 15 20; faks: 02 460 15 22, e-mail: info@hydac.si, g. Dejan Glavač

Nov robot Mitsubishi RV-2SDB

Predstavljamo vam 6-osni robot Mitsubishi RV-2SDB, ki bo nadomestil modela RV-1A in RV-2AJ, ki sta bila do sedaj najbolj pogosta med več kot tisoč inštaliranimi roboti firme Mitsubishi. Novi model je bolj zmogljiv in ima nekaj novih lastnosti. Ponaša se z dvakrat večjo hitrostjo tudi pri obremenitvi 2 kg (maksimalna obremenitev 3 kg), povečan je obseg delovnega območja prve osi (J1) (do ± 240), omogoča krajše delovne cikle poberi in postavi (pick and place) in dobro izkorišča prostor za robotom, kar predstavlja prednost pri namestitvi robotske roke na strop. Posebna konstrukcija zgornjega dela robota zagotavlja doseganje točk, ki so v neposredni bližini osnove (podstavka), tako da se radij delovnega območja razširi vse do 380 mm. Pri namestitvi robota na strop pa je uporaben tudi prostor za robotom in premer območja delovanja se razširi vse do 760 mm. Obseg delovanja četrte osi (J4) je $\pm 200^\circ$, kar daje robotu fleksibilnost premikanja okrog obdelovanca brez zaustavitve in predstavlja veliko prednost pri napravah za nanos tesnilne mase ali lepila.

Kaj serijsko vsebuje novi robot?

Robot je serijsko opremljen z zavornimi in absolutnim enkoderjem na vseh oseh in omogoča visoko stopnjo ponovljivosti. Tovrstna zasnova omogoča prilagodljivo namestitvev glede na po-



Mitsubishi RV-2SDB med delom

trebe posameznih primerov uporabe. Vsa potrebna infrastruktura za signalne kable in zrak za prijemalo je v celoti speljana v notranjosti robota. Krmilnik robota CR1D je že izdatno opremljen s servokartico za priklop do 6 dodatnih osi in s kartico za priklop dveh enkoderjev in podporo za sledenje tekočega traku ter vgrajeno mrežno (ethernet) kartico. Z dodatno programsko opremo, ki podpira kamere proizvajalca Cognex, je priključitev strojnega vida resnično enostavna in hitra.

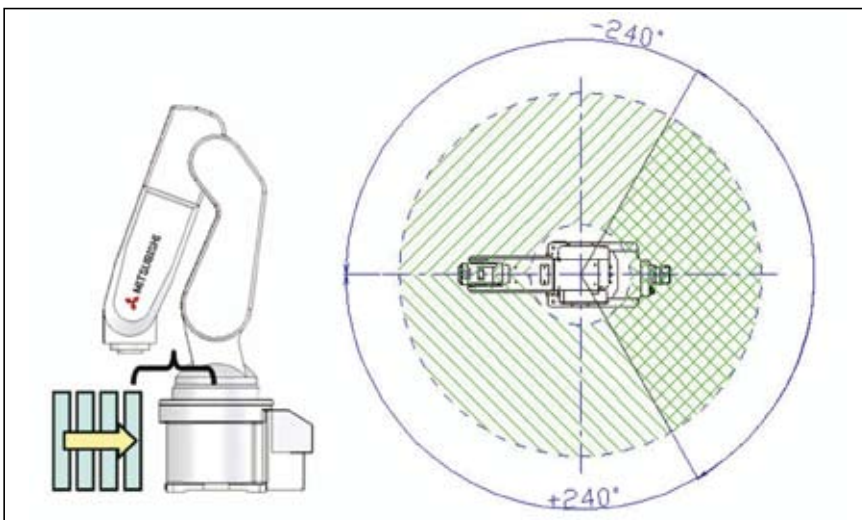
Značilni primeri uporabe

Kompaktna konstrukcija in dimenzije

robota RV-2SDB so prednost pri robotskih celicah z omejenim prostorom, predvsem v montaži. Vse vrste strege manjših predmetov, paletizacije, lepljenja in nanašanja tekočega tesnila so tipični primeri uporabe robota RV-2SDB. Uporabiti ga je mogoče tudi na področju laboratorijske avtomatizacije, še posebej, če se robot namesti na linearno interpolirano os in se na tak način podaljša njegovo delovno območje. Pomembna lastnost, ki jo ima krmilnik, je obdelava podatkov v realnem času in krmiljenje premikanja robota z uporabnikovim lastnim programskim orodjem ali algoritmi. Omogoča krmiljenje gibanja v realnem času glede na izmerjeno pot s senzorji, kot so laserski žarek ali podobno.

Mitsubishi ima veliko let izkušenj pri načrtovanju in izdelavi manjših robotov. Svoje tehnološke prednosti nadgrajuje in jih uspešno vgrajuje v novejšje generacije robotov. Mitsubishi ima na trgu malih robotov vodilni tržni delež in hkrati velja za specialista pri izdelovanju robotov manjših dosegov – do 1,400 mm in teže 18 kg. Roboti so dobavljivi iz zaloge.

Vir: INEA, d. o. o., Stegne 11, 1000 Ljubljana, tel.: 01 513 8130, 513 8100, faks: 01 513 8170, <http://www.inea.si>, Tone Accetto, e-mail: anton.accetto@inea.si



Delovno območje robota

Ročni računalnik, ki sledi trendom in ima čitalnik RFID

Eleganca, sledenje modnim trendom, visoka stopnja robustnosti, vgrajene **najsodobnejše tehnologije s številnimi funkcionalnostmi** in stremenje k ergonomski perfekciji so osnovne značilnosti novega ročnega računalnika NordicID Morphic. Ravno stopnja zaščite, ki ustreza standardu IP54, in širok temperaturni interval (-20 °C + 60 °C) skupaj s funkcionalnostmi najbolj odlikujejo ta terminal. Morphic omogoča številne možnosti prenosa podatkov: brezžično (WLAN, GPRS/EDGE in Bluetooth), preko podstavka (»batch«) in žično (ethernet). Mogoča sta **avtomatska identifikacija in mobilni zajem podatkov** tako v **linearnih** (npr. EAN-

13) in **sestavljenih črtnih kodah** (npr. Datamatrix) kot tudi v odzivnikih UHF RFID. Slednje omogoča v določene izvedbe **vgrajeni RFID-čitalnik UHF-področja (EPC GEN 2)**. S pomočjo NetOp-klienta in spletnega brskalnika je zagotovljen tudi oddaljeni dostop, pa tudi polna kompatibilnost s predhodniki (z uporabo ustreznega emulatorja), kar je najpomembnejše za uporabnike terminalov NordicID.

Vir: *LEOSS, d. o. o., Dunajska c. 106, 1000 Ljubljana, tel.: 01 530 90 20, faks: 01 530 90 40, internet: www.leoss.si, e-mail: leoss@leoss.si, g. Gašper Lukšič*



MiXpoint_1 za dvokomponentne tekočine

Mixpoint_1 je visoko precizna mešalna naprava, idealna za doziranje majhnih in zelo majhnih količin v samo nekaj sekundah. S pritiskom na gumb dobimo iz dozirne igle popolnoma zmešano zmes v želeni količini.

Mixpoint_1 se največ uporablja v medicini, avtomobilski industriji, industriji mikrokomponent in elektronike. Če želimo pripraviti dvokomponentne tekočine za polnjenje kartuš, brizgalk ali ostalih vsebnikov, je Mixpoint_1 idealna rešitev. Idealna je tudi za direktno ročno polnjenje komponent.

Razmerje je določeno preko kalibriranega razmernika. Meša se s patentiranim dinamičnim D-mešalnikom. Po končanem doziranju lahko v mešalnik enostavno dovedemo samo eno komponento, da preprečimo strjevanje medija in

ga ni potrebno dlje časa čistiti. Na voljo je tudi v INOX izvedbi za prehrabno in farmacevtsko industrijo.

Vir: *Vial automation, d. o. o., Gotovlje 57, 3310 Žalec, tel.: 03 713 27 96, faks: 03 713 27 94, internet: www.vial-automation.si, bostjan.pelko@vial-automation.si*



Zvezno zaznavanje položaja bata za daljše pnevmatične valje

SICK razširja ponudbo senzorjev iz serije MPS in predstavlja nov magnetni senzor za zvezno zaznavanje položaja batov pnevmatičnih valjev z gibi tudi do 256 mm. Vsi senzori so visoko zmogljivi, odlikujejo pa jih prilagodljivost, enostavna uporaba, natančnost in hitrost odziva.



Prilagodljivost

Zmožnost zveznega zaznavanja položaja bata v območju od 32 mm do 256 mm s senzori MPS pomeni zelo veliko prilagodljivost. Posledica tega je, da T-utor na valju ni zaseden z večjim številom senzorjev za posamezne preklopne točke, odpravljen je tudi mehansko nastavljanje posameznih nezveznih senzorjev. Senzorji MPS omogočajo prosto izbiro pri smeri vgradnje, kar zagotavlja optimalno razporeditev ožičenja.

Uporabniku prijazen zagon

SICK-ov senzor MPS je uporaben in prepričljiv tudi zaradi hitrosti vgradnje in nastavljanja, saj trajata skupaj le nekaj minut. Senzorji omogočajo namestitve z vrha v vse široko uporabljene T-utore. Po namestitvi se pritr-

dijo le z dvema vijakoma. Ničelni in končni položaj se nastavi s pritiskom na gumb. Podporo pri zagonu predstavlja LED-prikazovalnik, ki prikazuje trenutni položaj bata. Pri spremembi pogojev dela se nove preklopne točke nastavijo kar preko krmilnika, zato ni potrebno nikakršno mehansko resetiranje pozicijskih stikal.

Natančno zaznavanje položaja

Električno nastavljanje merilnega območja dosega optimalno ločljivost in linearnost ne glede na dolžino izvedbe sensorja.

Neprimerljive hitrosti

Vsi senzori MPS imajo odzivni čas do 0,5 ms in so na ta način zelo učinkoviti. Odzivni čas je mnogo krajši kot pri drugih primerljivih senzorjih. Tako je mogoče uporabiti analogno merjenje položaja valjev tudi pri strojih z zelo kratkimi delovnimi cikli.

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



Cevni navijalec za vodo ali zrak
Kapaciteta 20 m, cevi premera 1/2"
Tlak do 20 barov

AKCIJA 139⁹⁹€

Cena je brez DDV in ne vključuje cevi.
Akcija velja od 15.6.2010 do 15.8.2010

HIDEX d.o.o., tel.: 07/ 33 21 707, e-mail: info@hidex.si



Skupaj poženimo stvari v tek. Hitreje in hitreje.

Parker s svojim neprimerljivo širokim obsegom vrhunskih izdelkov že desetletja predano služi potrebam industrije. Toda to še ni vse. Pridružujejo se napredne logistične storitve, celostna inženirska podpora in resnično globalna prisotnost. Partnerstvo s podjetjem Parker Hannifin Corporation je prava pot za povečanje prihodka za vas in vaše stranke!

aerospace
climate control
electromechanical
filtration
fluid & gas handling
hydraulics
pneumatics
process control
sealing & shielding



Ventil 16 /2010/ 3

ENGINEERING YOUR SUCCESS.

www.parker.com

289

Energetska učinkovitost v hidravliki

Varčevanje z energijo ob uporabi diferencialnega hidravličnega valja

Gerd SCHEFFEL

Hidravlični valji so običajno zasnovani sočasno s konstruiranjem stroja, kompaktni hidravlični valji z eno batnico pa so pogosto prva izbira. Površina bata je izbrana na osnovi zahtevanih sil in razpoložljivega tlaka v hidravličnem sistemu, ravno tako pa lahko na sile vplivamo tudi s samim tokokrogom hidravličnega sistema. V običajnem tokokrogu sta obe strani hidravličnega valja izmenično povezani z napajalnim in povratnim vodom. Regenerativni tokokrog pa med iztegovanjem hidravličnega valja vrača olje s strani z batnico na stran bata, s čimer se hidravličnemu valju zmanjša sila, hkrati pa se zmanjša tudi zahtevan dotok olja v hidravlični valj. Zato ta tokokrog imenujemo tudi varčevalni tokokrog.

z ventilom. Pri krmiljenju s črpalko potrebujemo določen sestav črpalke in motorja, ki je namenjen vsakemu posameznemu hidravličnemu valju posebej. Pri krmiljenju z ventili pa imamo en tlačni izvor, ki je razdeljen med več aktuatorjev, s tem je razdeljen tudi njegov strošek – tako lahko že govorimo o prihranku. Kadar vsak posamezni aktuator poganjamo z lastno črpalko, lahko zagotavljamo točno tako kombinacijo toka in tlaka, kot jo zahteva aktuator. Tako ta rešitev omogoča energetske prihranke, zanemarljivo pa višje stroške investicije v lastno črpalko in motor. Tudi pri krmiljenju z ventilom hidravlični valj oskrbujemo s točno takšno količino energije, kot je zahtevana. Vendar pa vse energije, ki jo dobavlja tokokrog s konstantnim tlakom, hidravlični valj ne potrebuje in se s pomočjo dušenja pretvori v toploto, ki jo nato odstrani tok olja. Tudi tu je možno doseči energetske prihranke, vendar mora biti sistem primerno zasnovan.

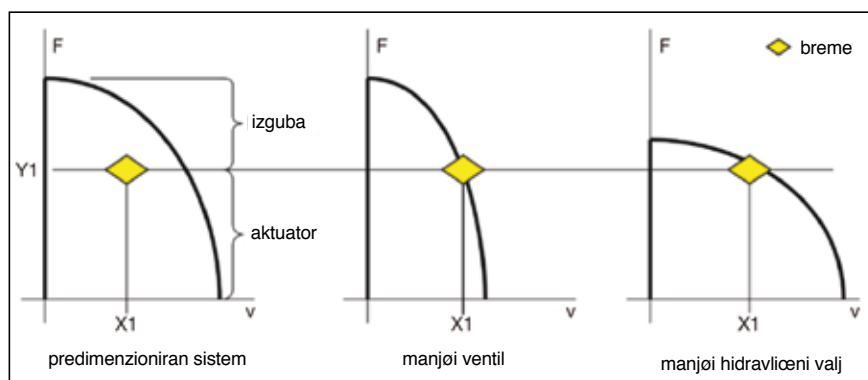
Hidravlični valj doseže največjo silo, ki je produkt tlaka na izvoru in delovne površine njegovega bata, v mirujočem stanju. Takoj, ko se bat hidravličnega valja prične premikati, se sila hidravličnega valja zmanjša sorazmerno s padcem izvornega tlaka, ki je posledica dušenja na ventilu. Pri popolnoma razbremenjenem hidravličnem valju, ki se giblje z maksimalno hitrostjo, se praktično vsa energija na vstopu v ventil zaradi dušenja pretvori v toploto. »Krmiljenje z ventili oziroma z dušenjem« deluje na osnovi regulacije dotoka energije s pomočjo dušenja, in to je točno tista lastnost, ki nudi velik potencial za izboljšanje energetske učinkovitosti.

Hidravlični valj in njegov ventil naj bosta čim bolj prilagojena svojemu bremenu. Energijo prihranimo takrat, ko dušenje znižamo na najnižji možni nivo. Z manj dušenja lahko tudi silo, ki jo omogoča hidravlični

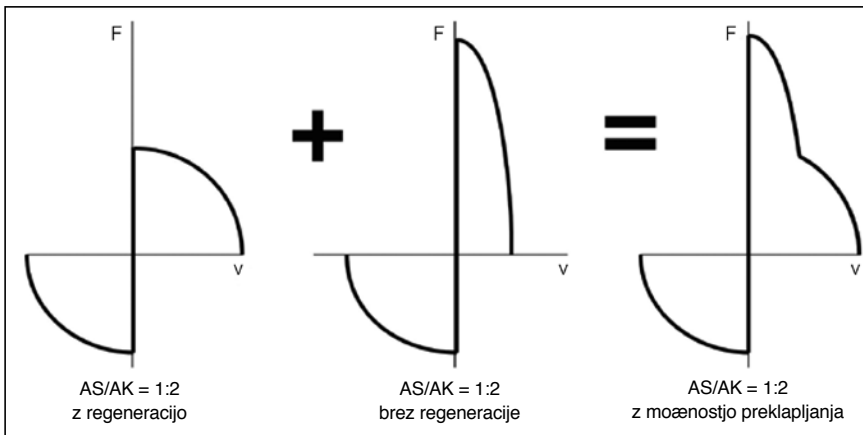
Preden prično govoriti o varčevanju, pa se moramo jasno odločiti, na kakšen način bi radi te prihranke dosegli. Hidravlični valj lahko krmilimo neposredno s črpalko ali

Dr.-Ing. Gerd Scheffel, Parker Hannifin Germany, Hydraulic Controls Division

Prevedel: Aleš Bizjak, Kladivar, d. o. o., Žiri



Slika 1. Prilaganje hidravličnega valja in ventila bremenu



Slika 2. Vpliv tokokroga na silo

valj, približamo sili, ki jo dejansko zahteva stroj. Obstaja razlika med prilagajanjem sile in prilagajanjem hitrosti. Silo lahko prilagodimo s spreminjanjem premera bata in batnice, medtem ko lahko hitrost prilagodimo z izborom ustrezne velikosti ventila. Če izberemo prevelik hidravlični valj, dobimo prekomerno porabo energije, saj moramo dovajati preveliko količino olja. Po drugi strani pa imamo lahko v sistemu prevelik ventil in s tem možnost doseganja nepotrebno visoke hitrosti. Tu pa ne nastane prekomerna poraba energije, ampak dobimo prevelik obseg možnih hitrosti. Čeprav bo zmanjšanje hoda bata hidravličnega ventila omejilo hitrost

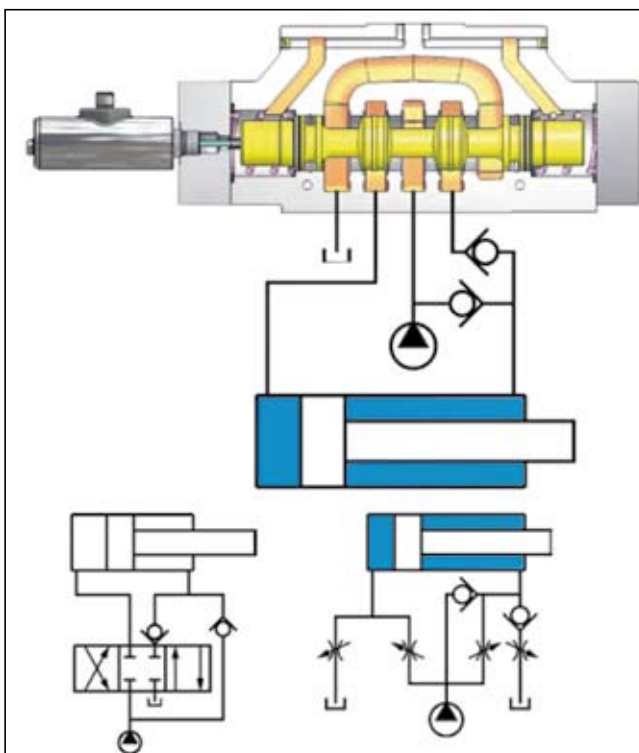
na želeno območje, pa bomo tako dobili tudi manjšo natančnost krmiljenja. Ob nespremenjenem bremenu zahteva manjši hidravlični valj tudi manjši tlačni padec za premagovanje upora. Za hidravlične valje tudi velja, da je njihovo delovanje ob polnem bremenu tudi bolj učinkovito kot ob delnem bremenu.

Silo in hitrost hidravličnega valja krmilimo z dotokom energije z ventila. Na splošno je znano, da lahko zagotovimo dobro krmiljenje, če pri največji hitrosti izgubimo približno tretjino moči. Tako se nazivni tok tokokroga s tlačnim izvorom 210 bar navaja pri tlačnem padcu 70 bar.

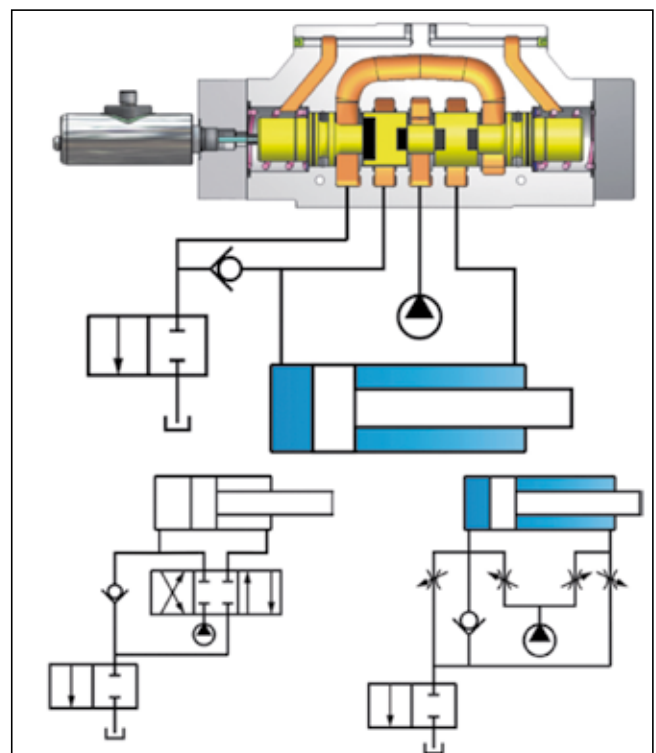
Takšno izhodišče je pri snovanju hidravličnega sistema še vedno široko uporabljeno ne glede na to, da lahko sodobna krmilna tehnologija, visoko učinkoviti ventili in varčevalni tokokrogi znatno zmanjšajo nastale izgube.

Ker ima vsak hidravlični valj dve delovni površini, tudi smer gibanja njegovega bata vpliva na način prilagoditve sil obremenitvam in hitrosti velikostim ventilov. Projektant hidravličnega sistema mora imeti možnost, da sam izbere dimenzijo hidravličnega valja ter hkrati tudi velikost ventila v krmilju, kar je tudi prvi pogoj za zagotavljanje učinkovitega in energetskega varčnega ventilskega upravljanja hidravličnega valja.

Po izboru hidravličnega valja in ventila sledi zasnova tokokroga, ki zagotavlja optimalno prilagojenost danemu bremenu. V običajnem tokokrogu sta delovna voda hidravličnega valja izmenično povezana z napajalnim ter povratnim vodom, hidravlični valj pa lahko deluje s polno silo. Regeneracijski tokokrog vrača olje iztezajočega se hidravličnega valja s strani z batnico nazaj na stran bata in hkrati zmanjša njegovo silo. To pa daje novo možnost prilagoditve sile



Slika 3. P-povratek z dodatnimi zunanji ventili



Slika 4. A-povratek z dodatnimi zunanji ventili

dejanskim potrebam. Na primer: če imamo obremenitve enake v obeh smereh gibanja, potem je uporaba hidravličnega valja z razmerjem 2 : 1 v kombinaciji z regenerativnim tokokrogom smiselna. Nesimetrični diferencialni hidravlični valj deluje tako skoraj simetrično v smislu zagotavljanja sile, hitrosti in porabe energije. Če potrebujemo polno silo hidravličnega valja, na primer proti koncu hoda v iztegnjenem položaju, enostavno spremenimo tokokrog iz regeneracijskega v običajnega.

Z različnimi kombinacijami delovnih površin hidravličnega valja, dušenja na krmilnih robovih ventila ter izbranega tokokroga dobimo velik nabor možnosti za prilagajanje sile in hitrosti hidravličnega valja. Vredno je ponoviti: bolje kot je delovanje hidravličnega valja prilagojeno bremenu, nižja je poraba energije.

Običajni tokokrog je že dovolj dobro poznan. Omeniti je treba, da moramo ob večjih razmerjih delovnih površin hidravličnega valja ustrezno ventilu prilagoditi tudi dušenje na krmilnih robovih ventila ter tako zagotoviti ustrezno natančno upravljanje.

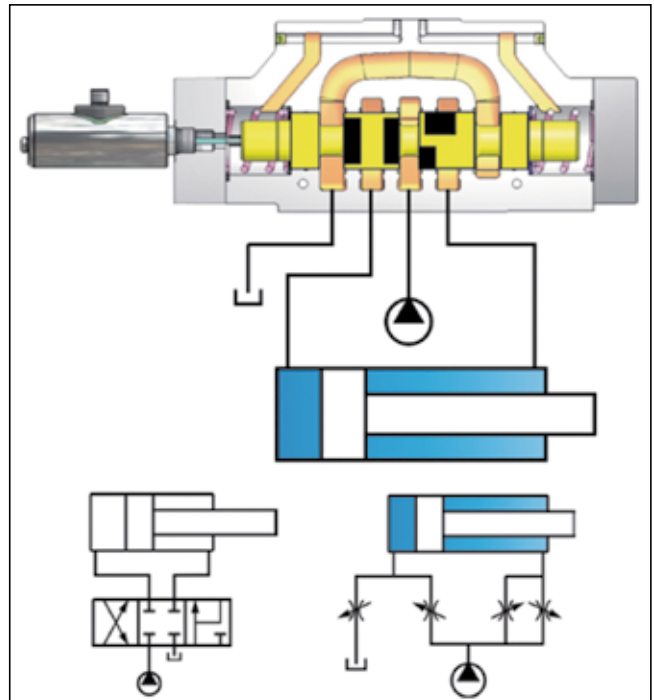
Osnova regenerativnega tokokroga je kombinacija standardnega potnega ventila z dvema protipovratnima ventiloma, ki omogočata vračanje olja s strani hidravličnega valja z batnico skozi dovodni vod ventila (P-povratak) na batno stran. S tem se izognemo toku olja mimo enega krmilnega roba ventila ter tako krmilimo preko treh namesto preko štirih krmilnih robov, kar pa ima negativen vpliv na samo krmiljenje. S takšnim regenerativnim tokokrogom lahko zelo učinkovito blokiramo vlečne sile s tem, da lahko na tok vplivamo le na eni strani hidravličnega valja. Regeneracija je vedno aktivna.

Regeneracija mimo dovoda črpalke je možna s kombinacijo standardnega potnega ventila, zunanje protipovratnega ventila v povratnem vodu in zunanje protipovratnega ventila, ki vrača olje z batnične strani hidravličnega valja neposredno na batno stran (A-povratak) namesto v povratni vod. Tak tokokrog ima omejitve glede uporab-

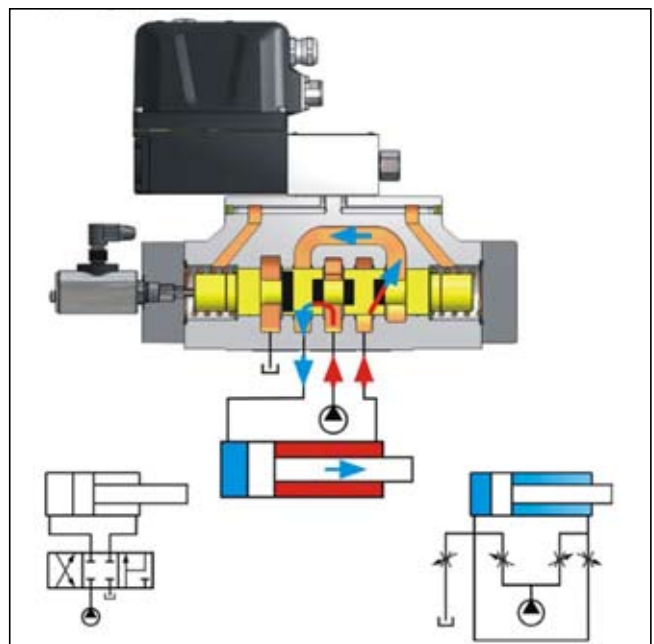
nosti, saj moramo z vsako spremembo smeri gibanja hidravličnega valja preklopiti tudi protipovratni ventil. Olje se ne bo vračalo v hidravlični valj, če bo povratni vod odprt.

Posebna oblika krmilnega bata v potnem ventilu omogoča stalno regeneracijo brez zunanje protipovratnega ventila. Olje z batnične strani se vrača na batno stran znotraj ventila skozi dovodni vod (P-povratak). Zaradi dušenja na krmilnem robu ventila, ki povezuje dovod črpalke in hidravlični valj, je tlak na batnični strani hidravličnega valja vedno večji kot tlak črpalke. Kot posledico pomnoževanja tlaka, ki nastane zaradi takšnega bremena, lahko izpostavimo potni ventil in batnično stran hidravličnega valja do dvakrat večjemu tlaku od tlaka črpalke. V praksi tako dobimo omejitve, ki onemogočajo uporabo polnega tlačnega območja sestavin.

Takšen način regeneracije lahko dobimo tudi s štiripoložajnim potnim ventilm. V fazi iztezanja hidravličnega valja en položaj ventila predstavlja standardni, drugi pa regenerativni tokokrog. Preklapljanje med obema funkcijama je odvisno od položaja krmilnega bata ali od hitrosti, kar pomeni, da so prihranki možni le v določenih hitrostnih območjih. Prehod



Slika 5. P-povratak s posebnim krmilnim batom



Slika 6. Novi A-regenerativni tokokrog

med obema simboloma je kritičen tudi zaradi možnosti pojava pomnoževanja tlaka v hidravličnem valju.

Nova zasnova standardnega potnega ventila omogoča vračanje olja v ventilu neposredno na stran bata hidravličnega valja (A-priključek), tako da se tok olja izogne dovodnemu vodu P. Vsi štirje krmilni robovi potnega ventila so kot pri standardnem tokokrogom stalno v funkciji. Tak tokokrog je idealen za krmilne

sisteme. Zmanjšuje tlak na batnični strani hidravličnega valja (največji tlak = tlak črpalke) in zmanjšuje tlačne izgube zaradi pretoka med batno in batnično stranjo hidravličnega valja. S tem se zmanjšuje tudi tlačna obremenitev hidravličnega valja ter ventila in tako izboljšuje energetska učinkovitost.

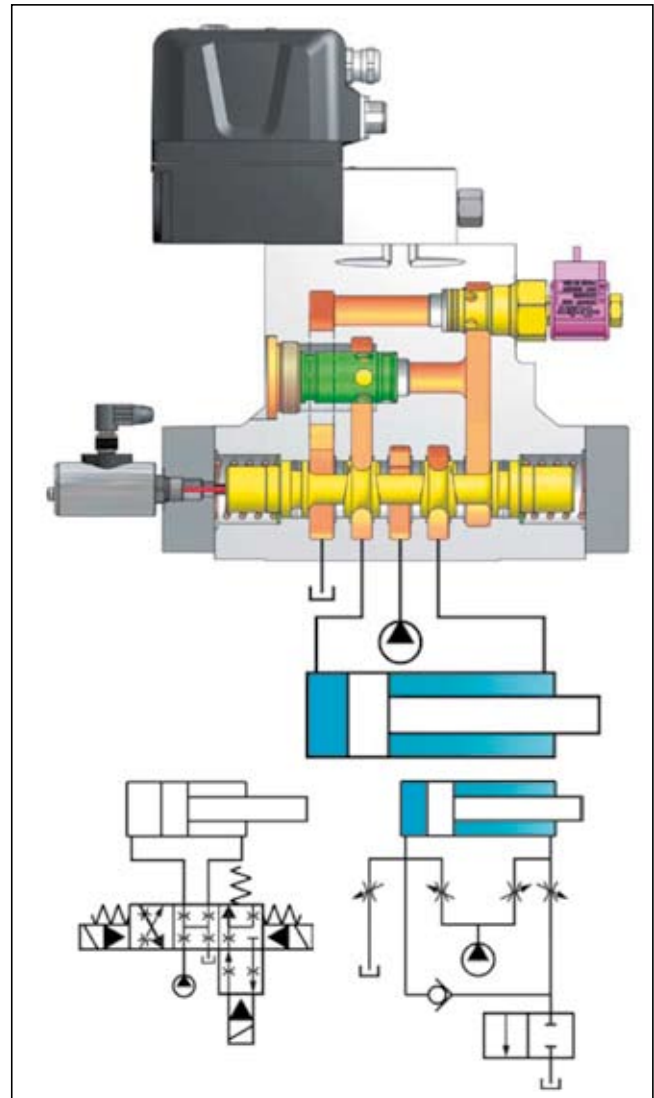
Dva dodatna ventila, integrirana v standardni potni ventil, omogočata da lahko tak A-regenerativni tokokrog preklapimo v standardni tokokrog (A-hibridni tokokrog). Ker preklapljanje ni več odvisno od položaja krmilnega bata, lahko uporabimo katero koli hitrost v obeh možnostih tokokroga. Preklapljanje lahko, na primer, izvajamo glede na želeni tlak – če sila regenerativnega tokokroga ne zadostuje, preklapimo na standardni tokokrog. Povratni vod z nizkimi tlačnimi izgubami omogoča, da je tak tokokrog združljiv s hidravličnimi valji z različnimi razmerji površin.

Preklapljanje lahko izvedemo pri različnih hitrostih, ne da tvegamo pojav tlačnega pomnoževanja na hidravličnem valju. Preklapljanje med obema tokokrogoma je ravno tako brez tveganja v obeh smereh: iz standardnega v regenerativni tokokrog in iz regenerativnega v standardni tokokrog. Možnost prostega preklapljanja v vsakem trenutku omogoča energetske prihranke brez omejitev pri delovanju.

Ker so dodatni ventili vgrajeni v zgornjem delu standardnega potnega ventila, se spodnji del ne spreminja in ohranja priključno sliko, s tem pa je omogočena zamenljivost z drugimi standardnimi ventili.

Konkurenčni tehnologiji obsegata elektromehanske aktuatorje in aktuatorje s črpalko, obe pa zagotavljata silo in hitrost neodvisno od smeri gibanja. Diferencialni hidravlični valji v povezavi z A-hibridnim tokokrogom lahko sedaj – v eni smeri – zagotavljajo takojšnji porast sile s poljubnim preklapljanjem na polno delovno površino hidravličnega valja. To pa jim bo v prihodnosti zagotavljalo posebno mesto med linearnimi aktuatorji.

Zagotavljanje prihrankov z linearnimi hidravličnimi aktuatorjem, ki je krmiljen z ventilom, še nikoli ni bilo tako preprosto. Potni ventil s standardno priključno sliko in integriranim varčevalnim tokokrogom na A-povratku – z možnostjo izklopa – zmanjšuje potrebni tok na dovodu olja ob delno razbremenjenem hidravličnem valju. Preklop med energetske varčnim režimom ob delni obremenitvi in polno porabo energije pri polni obremenitvi z aktiviranjem standardnega tokokroga



Slika 7. Novi A-hibridni tokokrog

lahko izvedemo kadarkoli neodvisno od položaja krmilnega bata.

Vir

- [1] Prevod po HY11-3339UK, Energy efficiency in Hydraulics, Parker Hannifin Corporation, maj 2009.



Zgodovina strojništva in tehniške kulture na Slovenskem

Knjiga o tehniki in strojništvu

Slovenci imamo »zgodovino, ki obeta razvoj«, saj smo kljub težavnim razmeram v zgodovini, večkrat dosegli svetovno raven in dali v svetovno zakladnico kar nekaj inženirskih presežkov. V strojništvu smo imeli tudi zadnje stoletje vrhunske posameznike, ki jih je cenila tudi Evropa ter so v slovenski prostor in širše prispevali vizijo in novo znanje o strojih in fizikalnih pojavih, povezanih z njimi.

Danes lahko le s ponosom rečemo, da se tehnika in strojništvo na Slovenskem kakovostno razvijata. Spet imamo elitne posameznike in podjetja, ki edini lahko zagotavljajo razvoj najboljših v svetovnem merilu. Zato smo še posebno veseli, da lahko v knjigi *Zgodovina strojništva in tehniške kulture na Slovenskem* predstavljamo nekatera vrhunska, odlična in vsem znana podjetja iz različnih strok, ki vsa tako ali drugače odločilno temeljijo tudi na razvoju in znanju strojništva ter so hkrati pravo gonilo slovenskega razvoja.

V Sloveniji je največji vir znanja, spodbud in razvoja na širšem strojniškem področju Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani. Smo prva in največja fakulteta za strojništvo, ki izobražuje največ inženirjev, strokovnjakov, razvijalcev in znanstvenikov.

V letu 2010 častimo dva izjemno pomembna dogodka. Leta 1955 je

namreč izšel prvi *Strojniški vestnik*, leta 1960 pa je bila ustanovljena samostojna Fakulteta za strojništvo, ki se je izločila iz Fakultete za elektrotehniko in strojništvo. Obe obletnici sta pomembni za razvoj strojništva ter širše tehniške besede in tehniške kulture na Slovenskem. Ob tej priložnosti smo se odločili, da skozi čas povzamemo in orišemo razvoj strojev in naprav v tem prostoru. Nastala je zamisel o knjigi, ki naj povzame sporočilo o tehniški in splošni kulturi na našem prostoru. Vzporedno s tem smo zapisali še nekaj pomnikov in mož, ki so zaznamovali svoj čas. Zaradi spomina in časti, ki

Format: A4
Obseg: 540 strani
Vezava: trda, šivano
Informacije glede naročila na telefon: (01) 47 71 114, e-pošta: knjiznica@fs.uni-lj.si



jim pripada. Dela, ki so jih ustvarili, so zaznamovala razvojne korake, ki so nam omogočili dobre temelje za naš skupni razvoj. Vse vrste držav, ideologij in norosti vsakdanjnikov so pustili ob strani in živeli ter ustvarjali za stroko. Ta knjiga naj bo eden od pomnikov njihovih del, v slovenski prostor pa naj ponese besedo o tehniki in strojništvu.

*Prof. dr. Jože Duhovnik,
dekan Fakultete za strojništvo
v Ljubljani*

Nove knjige

[1] Anonim: *Handbuch der Elektrohydraulik* – Priročnik v angleškem jeziku je zasnovan tako, da omogoča strnjen pregled sodobne digitalne elektrohidravlike. Med drugim obsega osnove, kot so informacijska tehnika,

merilna tehnika, simboli za risanje shem in funkcionalnih diagramov ter skice značilnih primerov uporabe. Med podrobnejšimi predstavitevami značilnih sestavin so: servoventili, proporcionalni ventili in proporcionalni vložni ventili, digitalna krmilna vezja in elektronski ojačevalniki.

Pregledno pa so prikazane tudi vse standardne hidravlične sestavine. – *Zal*: ATOS; *obseg*: 28 str.; knjiga je brezplačno na voljo na spletnem naslovu: www.atos.com, Bestreilcode TH10.

Cilji in namen priročnika o sodobnem proizvodnem inženirstvu

Živimo v času vedno hitrejših sprememb, kar vsi tisti, ki sodelujemo v procesih izdelave različnih gospodarskih dobrin, močno občutimo. Če pa smo hkrati še del globalnega trga z velikimi cenovnimi in časovnimi pritiski, tedaj smo še bolj prisiljeni slediti dogajanjem, uvajanju novih tehnologij in sistemov širom po svetu.

Za preživetje v tej globalni tekmi ni dovolj le pridnost, veliko pomembnejša je uporaba novih znanj in inovacij. Tako kot je vedno več sprememb, tako je tudi vedno več novih dosežkov znanstvenih in raziskovalnih institucij, ki vedno hitreje zaživijo v proizvodnih okoljih in uporabnikom prinašajo prednosti v primerjavi z njihovimi tekmeci.

Priročnik o sodobnem proizvodnem inženirstvu naj bi tako po svoje pomagal strokovnjakom v neposrednem industrijskem okolju, da ne bi začeli izgubljeni v tej večni globalni tekmi. Prav tako naj bi bil v pomoč študirajočim, da z njim dobijo dodatne informacije k temam, ki jih študirajo, ali da potešijo svojo tehnično radovednost. Priročnik na zgoščen način podaja osnovne informacije o določenih področjih proizvodnega inženirstva, za poglobljena znanja in več informacij pa avtorji prilagajajo sezname ustreznih virov. Delo je potreben in koristen priročnik tudi vsem iskalcem novih rešitev, da bodo z njim lahko snovali izdelovanju primerne in tržnikom ugodne izdelke.

Priročnik obsega področja materialov, s katerimi se srečujemo v proizvodnji, in to od kovin, keramike do polimerov in slojev, s katerimi plemenitimo površine visoko obremenjenih izdelkov, ter potrebna znanja iz njihovih preizkušanj. Tehnološka poglavja obravnavajo procese odnašanja, oblikovanja, spajanja in rezanja, nanašanja slojev, nekonvencionalnih

tehnologij ter toplotnih obdelav materialov. Nadaljnja poglavja vsebujejo predstavitev obdelovalnih strojev, strego in montažo, izdelovalne sisteme ter znanja za uspešno snovanje in vodenje proizvodnje.

Izbor avtorjev posameznih poglavij je zelo pester in brez pretirane samohvale lahko rečemo, da je uredniku in založbi uspelo k delu povabiti res eminentne strokovnjake. Vsi imajo v realnem industrijskem okolju potrjeno znanje in so dovolj široki, da vedo, katera znanja so potrebna sedaj in v časih, ki se bližajo. Največ avtorjev je z obeh najstarejših slovenskih univerz, preostali pa so iz razvojnoroziškovnega okolja in centrov za prenos tehnologij.

Predpogoj, da je delo avtorjev posameznih poglavij predstavljeno v slovenskem jeziku – jeziku majhne države Slovenije, da je besedilno in slikovno gradivo oblikovano na za bralce jasen in prijazen način, je, da pri tem delu sodelujeta lektor in oblikovalec. Tako smo vsi dolžni zahvale gospodoma Ludviku Kaluži in Stanislavu Oražmu za profesionalno delo ter dobronamernost in včasih tudi potrpežljivost pri sodelovanju z avtorji. Prav tako se moramo zahvaliti predstavnikoma založnika, gospodoma Svetozarju Pancetu ter Iztoku Bohincu, najprej za dobro idejo, nato pa za tolerantnost pri zamudah ter sprejemanju razlogov zanje.

Gospodarstvo živi od sprememb, spremembe se vedno zgodijo veliko prej, kot smo to predvidevali! Tako je



tudi z znanjem, ki postaja vedno bolj časovno odvisno, stalno ga je potrebno osveževati in nadgrajevati!

Vsi ti razlogi pa so tako močni, da je celotna ekipa morala uresničiti projekt Priročnik!

*Prof. dr. Karl Kuzman, urednik
UL, Fakulteta za strojništvo*

Format: 17 x 24 cm
Obseg: 1288 strani
Vezava: trda, šivano
Cena: 175,00 EUR
Naročila na:
GRAFIS TRADE, d. o. o.
Spodnje blato 29, 1290 Gropusplje
Tel.: 01 7865 409,
GSM: 031 431 875

Ključ k izboljšanju skupne učinkovitosti – Intervju z Jonom Aldredom, produktivnim vodjem programske opreme nCode Designlife™ pri HBM

V.: Povečanje učinkovitosti preskusnih meritev in načrtovanja izdelkov je ena od najpomembnejših nalog v mnogih industrijskih panogah in podjetjih. Kako lahko programska oprema nCode pomaga tehničnim strokovnjakom pri doseganju njihovih ciljev?

Jon Aldred: Programska oprema nCode lahko v več pogledih pomaga pri povečanju učinkovitosti delovanja in vrednotenja izdelkov. V osnovi to pomeni, da inženirjem omogoča opraviti več dela v krajšem času, t.j. na primer: hitreje analizirati večje količine podatkov, hitreje poiskati prave podatke, učinkovito in zanesljivo večkratno uporabljati rezultate merjenja brez potrebe po ponovnem preskušanju, ponovno uporabiti kompletne procese pri zagotavljanju standardizacije in ponovljivosti, predvideti probleme v trajnosti življenjske dobe produkta in jih odpraviti že v fazi načrtovanja in se s tem izogniti stroškom in izgubi časa pri odpravljanju napak v kasnejših fazah.

V.: Pri meritvah in preskusih je vse težje ravnati z neverjetno velikim številom podatkov. Kako lahko programski paket nCode GlyphXETM pomaga pri iskanju resnično potrebnih podatkov?

Jon Aldred: nCode GlyphXETM omogoča hitro obdelavo velikega števila podatkov. Večkratni preskusi, vsak z milijoni merilnih točk, se lah-

ko enostavno procesirajo v končno poročilo. Uporabnik z GlyphXETM lahko enostavno grafično predstavi procese od začetka do konca z vsemi potrebnimi vmesnimi analizami ter ustrezno oblikuje dokumente z vsemi pomembnimi rezultati in sklepnimi informacijami. Tako se lahko velika količina merilnih podatkov zreducira v informacije, ki so najpomembnejše in nazorno predstavljive inženirju in njegovim predpostavljenim. Procesno usmerjen pristop je ključ k izboljšavam skupne učinkovitosti.

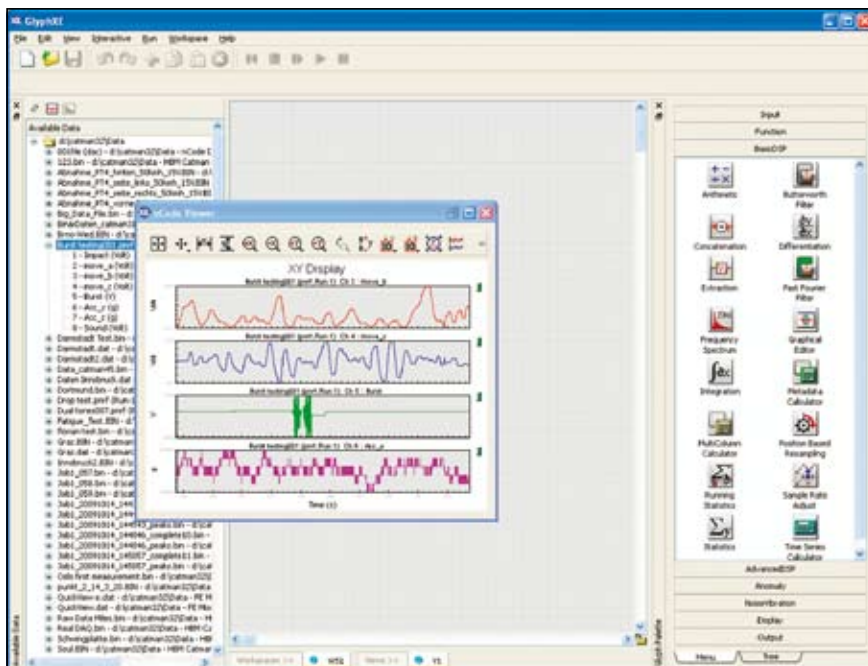
V.: Ali lahko predstavite tipičen potek dela?

Jon Aldred: Na nek način tipičnega poteka dela z GlyphXETM ni, in to je njegova velika prednost. Po zbiranju se GlyphXETM lahko uporabi za urejanje merilnih podatkov, ustrezna izračunavanja in oblikovanje poročila o projektu. Drug primer npr. lahko predstavlja analizo vibracij na več mestih vrtečega se dela stroja. Spet v naslednjem primeru pa se zahteva prikaz konice vibracij na preskusnem polju. Vse različne možnosti uporabe GlyphXETM zahtevajo oblikovanje ustreznih procesov, ki pa se potem lahko shranijo za ponovno uporabo.

V.: nCode DesignLife™ je vodilna programska oprema za trdnostne preskuse materiala. Ali nam lahko predstavite primer ali dva, kako je

ta programska oprema delovno in stroškovno učinkovita pri analizi trdnostnih in certifikacijskih preskusov, še pred začetkom izdelave samega prototipa?

Jon Aldred: Razvojni cikel je običajno dovolj dolg, da se omogoča vsa potrebna preskušanja prototipa, ki s povratnimi informacijami omogočajo dokončno oblikovanje in vrednotenje izdelkov. To so navadno dragi in časovno zahtevni postopki. Zaradi skrajšanja razvojnih ciklov, npr. v avtomobilski industriji, je potrebno zagotoviti draga orodja, še predno so fizična preskušanja dokončna. To pomeni, da so ta le potrditev korektnosti konstrukcije, ne pa tudi njene optimalnosti. Zato so veliki pritiski po računalniškem modeliranju v zgodnji fazi procesa konstruiranja, ki lahko vnaprej ocenijo značilnosti izdelkov, kot je npr. trajnost, življenjska doba. Takšna opravila se lahko uspešno simulirajo z uporabo nCode DesignLife™, s katerim se problemi v trajnosti življenjske dobe izdelka, npr. šasije ali karoserije, lahko identificirajo, še preden so prototipi sploh izdelani. Podobno tudi v drugih vejah industrije, kot so npr. vetrne elektrarne, DesignLife™ omogoča mnogo cenejšo simulacijo širokega območja različnih obremenitev, kot bi jo lahko zagotavljala draga fizična preskušanja – in kljub temu zagotavlja ustrezno robustnost konstrukcij-



Rezultati porušitvenega poskusa, obdelanega in prikazanega z uporabo programske opreme HBM: nCode GlyphXET™

V.: Ali obstajajo industrije, ki so posebno primerne za uporabo nCode programske opreme?

Jon Aldred: Programsko opremo nCode smo pričeli uporabljati leta 1982 za trdnostne analize materiala v industriji železniških vozil. Vse od takrat je nCode vodilno orodje za simulacije in preskušanje v industriji transportnih sredstev, avtomobilski industriji, v letalstvu in astronautiki, industriji terenskih vozil, oborožitveni industriji ipd. V zadnjih letih je opazna izrazita rast uporabe v energetiki, še posebej na področju vetrnih elektrarn. Programska oprema nCode je izredno primerna za analize ogromnega števila podatkov in pri zahtevnih trdnostnih ekspertizah.

V.: Učinkovitost ni pomembna samo pri konstruiranju izdelkov. Tudi ravnanje s programsko opremo samo mora biti učinkovito in časovno varčno. Kako pomembna je enostavnost uporabe nCode?

Jon Aldred: Vse pomembnejša je hitrost odgovorov na vprašanja, ki jih zastavljajo inženirji. Z DesignLife™ imajo sedaj na voljo učinkovito orodje za modeliranje, uporabo MKE (metode končnih elementov) z nekaj milijoni stopenj prostosti. To so modeli, ki za reševanje zahtevajo veliko

časa. Obstaja več načinov za njegovo skrajšanje. DesignLife™ npr. oz. omogoča več paralelnih analiz v istem postopku in tako zagotavlja enostavno in hitro analizo celotnega modela in dodatno še bolj natančno analizo pomembnih področij. Uporabljamo tudi možnost večkratnih izračunov z uporabo sodobnih računalnikov z večjedrnimi procesorji. Dodatno nCode omogoča tudi enostavno ponovno uporabo kompletnih procesov. Uporaba je enostavna. Inženirju omogoča da hitro pride od podatkov do rezultatov, z minimalnim številom vhodov, brez nepotrebnih opisov in vprašanj.

Vir: www.hbm.com; www.trc-hbm.si



Merilna tehnika za profesionalce...

... od senzorja do programske opreme



Zahtevate za vaše meritve in testiranja najvišje standarde, točnost in zanesljivost?

Stavite na zanesljivost vodilnega na tem področju. HBM ponuja vse komponente merilne verige iz lastne proizvodnje, vse v popolnem skladu z vašimi zahtevami.

- merilni lističi
- senzorji: sile, mase, momenta, tlaka, pomika, vibracij
- ojačevalniki: industrijski, laboratorijski, kalibrirani
- programska oprema za akvizicijo, vizualizacijo in obdelavo podatkov

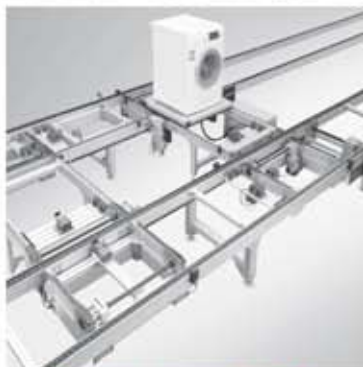
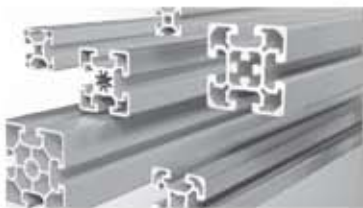
www.hbm.com



Zastopnik za SLO: TRC, Vrečkova 2, SI - 4000 Kranj, tel: + 386 4 2358310, fax: + 386 4 2358311, GSM: + 386 41 344071, ljudmila.licen@siol.net, www.trc-hbm.si

Rexroth

Bosch Group



OPL

automation

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

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

Računalniško oblikovanje gibkih cevodov

EPLAN ponuja možnost računalniškega konfiguriranja in dokumentiranja standardnih gibkih cevodov z njihovim programskim paketom *EPLAN Fluid Schlauchleitungs-Konfigurator*. Projektanti, konstruktorji in monterji z njim dobivajo učinkovito podporno orodje za uporabo gibkih cevodov. Sistem ni uporaben samo pri projektiranju, ampak pospešuje in poenostavlja celoten proces od izbire in oblikovanja do izdelave in vgradnje.

Programski paket povsem pokriva zahteve praktične hidravlike, kot so enostavnost, hitrost in zanesljivost. EPLAN konfigurator povsem ustreza tudi zahtevam direktive EN za stroje in omogoča snovanje in pripravo dokumentacije za gibke cevodove v skladu s standardom DIN 20066. S tem je v vsakem primeru zagotovljena enoznačno tolmačenje dokumen-

tacije in tudi pri vzdrževalnih delih ni nevarnosti napačnega opisovanja in označevanja tipov standardnih gibkih cevodov pri njihovem ponovnem naročanju. Sistem je enoznačno uporaben pri izdelovanju in monterjem pri delu neposredno zagotavlja potrebne informacije. Za njegovo uporabo niso potrebne posebne izkušnje z EPLAN-om. Grafična orientacija podpira intuitivno in enostavno oblikovanje, ki je potem v EPLAN Fluid-u lahko standardno ovrednoteno in dokumentirano. Plastični prikazi armature lajšajo delo monterjev. Sistem avtomatično zagotavlja kompletno označevanje tipov izvedbe in projektantom omogoča neposreden vnos podatkov v ustrezno projektno dokumentacijo oziroma njihovo vrednotenje.

EPLAN Fluid Schlauchleitung Konfigurator je na voljo pri *EPLAN Online Shop* na spletnem naslovu: www.eplan-shop.de.

Po O + P 54(2010)1–2, str. 40
pripravil A. Stušek

Seznam oglaševalcev

CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	219
CINKARNA CELJE, d. d., Celje	259
DANFOSS TRATA, d. o. o., Ljubljana Šentvid	195, 251
DOMEL, d. d., Železniki	209
DVS, Ljubljana	227
ENERPAC GmbH, Düsseldorf, ZRN	225
FESTO, d. o. o., Trzin	195, 251
HAWE HIDRAVLIKA, d. o. o., Petrovče	198
HIDEX, d. o. o., Novo Mesto	288
HPE, d. o. o. o., Ljubljana	270
HYDAC, d. o. o., Maribor	195, 299
HYPEX, d. o. o., Lesce	271
ICM, d. o. o., Celje	270, 271
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.) NORGRN, Lesce	195
ISKRA AMESI, d. o. o., Kranj	231
JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	213
KLADIVAR, d. d., Žiri	196
LE-TEHNIKA, d. o. o., Kranj	270
LOTRIČ, d. o. o., Selca	195, 224

MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	195
MOTOMAN ROBOTEC, d. o. o., Ribnica	207
OLMA, d. d., Ljubljana	195
OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin	195, 298
PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	195, 289
PIRNAR & SAVŠEK inženirski biro, d. o. o., Zagorje ob Savi	195, 278
PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	215
PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	216
SICK, d. o. o., Ljubljana	195
SMM, d. o. o., Maribor	275
STROJNISTVO.COM	215
TEHNOLOŠKI PARK Ljubljana	221
TRC, d. o. o., Kranj	297
UL, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana	206
ULBRICH HIDROAVTOMATIKA, d. o. o., Vuzenica	279
VIAL, d. o. o., Žalec	243
Založba PASADENA, d. o. o., Ljubljana	245



Komponente

Sistemi

**Fluidni
inženiring
in servis**



NOVO !

Program Industrijski ventili
Program Industrijske črpalke
Program Hladilniki

HYDAC d.o.o.

Zagrebska c. 20

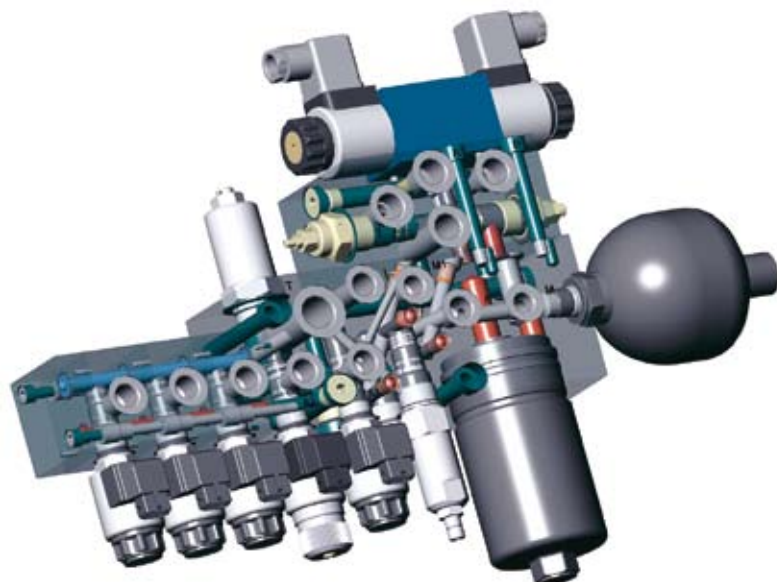
2000 Maribor

Tel.: +386 2 460 15 20

Fax: +386 2 460 15 22

Email: info@hydac.si

www.hydac.com





FESTO

15 % hitreje!

Posnetek novega ventilskega sestava VUVG je enkraten. Ima enake izmere kot konkurenčni ventili, toda imenski tok, ki je 100 % višji. In s 15 % hitrejšim delovnim ciklom – za izjemno povečanje produktivnosti.

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