

Impresum	483	■ INTERVJU	
Beseda uredništva	483	Kontaminacija, filtracija in standardizacija na področju fluidne tehnike	484
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	490	Pogovor z novim predsednikom SDFT g. Kristianom Lesom	488
■ NOVICE – ZANIMIVOSTI	504	■ VENTIL NA OBISKU	
■ ALI STE VEDELI	552	Predstavitev podjetja ENERPAC – intervju s predstavnico oddelka tržnih komunikacij gospo Irene Kremer	508
Seznam oglaševalcev	570	■ ROBOTIKA V MEDICINI	
Znanstvene in strokovne prireditve	487	Marian <i>POBORONIUC</i> , Marian <i>PETRESCU</i> , Marius-Ciprian <i>STEFAN</i> , Gheorghe <i>LIVINT</i> : Different Robotic Structures Aiming To Help In Testing Neuroprosthesis Control Strategies	510

Naslovna stran:

INEA, d. o. o. Stegne 11, 1000 Ljubljana Tel.: 01 5138 100 Fax: 01 5138 170 info@inea.si www.inea.si	HYDAC, d. o. o. Zagrebska c. 20 2000 Maribor Tel.: + (0)2 460 15 20 Fax: + (0)2 460 15 22
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	PARKER HANNIFIN Corporation Podružnica v Novem mestu Velika Bučna vas 7 8000 Novo mesto Tel.: + (0)7 337 66 50 Fax: + (0)7 337 66 51
FESTO, d. o. o. IOC Trzin, Blatnica 8 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)1 530 21 10 Fax: + (0)1 530 21 25	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
LOTRIČ, d. o. o. Selca 163, 4227 Selca Tel.: + (0)4 517 07 00 Fax: + (0)4 517 07 07 internet: www.lotric.si	SICK, d. o. o. Cesta dveh cesarjev 40 30000 Maribor Tel.: + (0)1 47 69 990 Fax: + (0)1 47 69 946 e-mail: office@sick.si http://www.sick.si
OLMA, d. d., Ljubljana Poljska pot 2, 1000 Ljubljana Tel.: + (0)1 58 73 600 Fax: + (0)1 54 63 200 e-mail: komerciala@olma.si	MIEL Elektronika, d. o. o. Efenkova cesta 61, 3320 Velenje Tel.: +386 3 898 57 50 Fax: +386 3 898 57 60 www.miel.si www.omron-automation.com

■ VODNA HIDRAVLIKA

Franc *MAJDIČ*, Jožef *PEZDIRNIK*, Mitjan *KALIN*: Razvojno preizkušanje vodnega zvezno delujočega drsniškega potnega ventila 516

■ TERMODINAMIKA – PROCESNA TEHNIKA

Andrej *BOMBAČ*, Dečan *BEADER*, Izток *ŽUN*: Temperaturni odziv kot čas pomešanja pri raziskavi v mešalni posodi 526

■ PRENOS ZNANJA

Franc *GIDER*, Alenka *MUBI ZALAZNIK*, Margareta *PEČAVER VIDAKOVIČ*: Valor – program za spodbujanje rasti visokotehnoloških podjetij 536

■ HIDRAVLICNE TEKOČINE

Ronald *KNECHT*: HFC-E: Super glikol – 2. del 540

■ IZ PRAKSE ZA PRAKSO

Aleš *BIZJAK*, Robert *JURCA*: Projektiranje in izdelava hidravličnega sistema za regulacijo turbine črpalne elektrarne 544
Klemen *BOHINC*: Vpliv okolice na točnost meril 549

■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Tehnologija brezkontaktnih senzorjev vrtenja za množične aplikacije, 1. del (*ADEPT PLUS*) 554
STÄUBLI predstavlja novosti na področju robotike (*DOMEL*) 556
Novi tihi hladilniki serije *OSCA/OSCAF (HYDAC)* 558

■ NOVOSTI NA TRGU

“Easy Fit” – breznovojni priključki za enostavne prikllope v prostorsko omejenih okoljih (*HIDEX*) 559
Gibljive cevi podjetja *LA & Co (LA & Co)* 559

■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO

Zmogljiva rešitev za manjše avtomatizacijske aplikacije (*INEA*) 560
Nove rešitve za interpretacije in predstavitve (*XLAB*) 564

■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA

Nove knjige 567
Nov standard *SAE* za priključke gibkih cevovodov 567

■ PROGRAMSKA OPREMA – SPLETNE STRANI

Pantheon™ dopolnjuje zmogljivosti planiranja proizvodnje s *Preactorjem* 568
Zanimivosti na spletnih straneh 569

VENTIL
REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO
ISSN 1318-1219 | DECEMBER, 15 / 2009 / 6

- Intervju
- Ventil na obisku
- Robotsko vodenje ortotičnih sistemov FES
- Drsniški potni ventil
- Temperaturni odziv v mešalni posodi
- Spodbujanje rasti tehnoloških podjetij
- Super glikoli
- Iz prakse za prakso

Sledite vodilnemu!
Vse odlike je Mitsubishi Electric izdelal prvi kompaktni serijski FPG serija visokozmogljive rešitve, kot sta npr. FPG za avtomatizacijo vodilnih sistemov in FPG za avtomatizacijo vodilnih sistemov. Funkcija kalibracije in samodiagnostika omogočata enostavno in varno integracijo v obstoječe sisteme. Če želite izvedeti, katere so vse možnosti tega inovativnega rešitve, kot tudi preostala naša in Mitsubishi rešitve, vam svetujemo, da obiščete spletno stran: www.mitsubishi-automation-si.com



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 15(2009)6. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.
© Ventil 15(2009)6. 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	15	Volume
Letnica	2009	Year
Številka	6	Number

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

Ustanovitelj:
SDFIT 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 MURRENHOF, RWTH Aachen, ZR Nemčija
prof. dr. Takayoshi MUTO, Gifu University, Japonska
prof. dr. Gorko 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 SIROK, FS Ljubljana
prof. dr. Janez TUŠEK, FS Ljubljana
prof. dr. Hironao YAMADA, Gifu University, Japonska

Oblikovanje naslovnice:
Miloš NAROBÉ

Oblikovanje oglasov:
Barbara KODRÚN

Lektoriranje:
Marjeta HUMAR, prof.; Paul McGuinness

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

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

Marketing in distribucija:
Roman PUTRIH

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

Naklada:
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.

Plačilni sistemi in redni profesorji na univerzah v Sloveniji

V zadnjem času se pri nas, v politiki in drugje, zelo veliko govori o plačah zaposlenih v najbolj odgovornih državnih službah. Vsi govorijo o uravnoveženi plačni politiki. Primerjati se hočejo sodniki s poslanci, zdravniki s sodniki, učitelji z zdravniki in treji spet s četrtimi itd. O rednih profesorjih na univerzah pa se sploh ne govori. Nihče jih ne primerja z drugimi poklici, nihče jih ne omenja, o njih nihče ne misli, da so podplačani, tudi sami se v plačno politiko ne vtikujejo in videti je, kot da so najbolj zadovoljni in dobro plačani.

Pa ni tako!

Pa si oglejmo tri zelo preproste kriterije, ki so odločilno merilo plačila za opravljanje vsake službe. Prvi kriterij je potrebna izobrazba in pogoji, da lahko nek poklic sploh opravljaš. Drugi je odgovornost pri opravljanju poklica, tretji pa nevarnost pri opravljanju poklica.

Pa naredimo primerjavo med zdravniki, sodniki in rednimi profesorji. Vsi morajo končati ustrežno fakulteto, zdravnik še specializacijo, sodnik sodniški izpit in redni profesor magisterij in doktorat. Po mednarodnih kriterijih je znano, da mora imeti redni profesor na kateri koli univerzi višjo formalno izobrazbo kot sodnik ali zdravnik. Drugi kriterij, ki ga mora izpolnjevati sodnik, je izvolitev v naziv in redno sprotno izobraževanje. Sodniki se v pretežni meri izobražujejo v slovenskem jeziku in pretežno na državne stroške. Pri zdravnikih je prav tako treba opraviti specializacijo in se redno izobraževati v domačem in pogosto tudi v tujem jeziku. Pri rednih profesorjih pa je teh zahtev mnogo več. Če želi nekdo postati redni profesor, mora biti izvoljen vsaj trikrat (praksa pa je, da še večkrat). Prvič v docenta, drugič v izrednega profesorja in šele nato v rednega. Poleg formalne izobrazbe mora izpolnjevati še znanstvene reference, kot so objave v priznanih in recenziranih tujih revijah, imeti mora strokovne reference, kot so patenti in sodelovanje z industrijo, biti mora primerno pedagoško usposobljen, kar dokazuje z izdajo učbenikov, z dodatnim izobraževanjem in s pozitivnim mnenjem študentov.

Iz povedanega sledi, da so pogoji za rednega profesorja neprimerno strožji kot pa za sodnike ali zdravnike.

Kot drugi kriterij smo zapisali odgovornost pri opravljanju poklica. Zdravniki se sklicujejo, da so odgovorni za življenje ljudi in za njihovo počutje. To je res. Sodniki se sklicujejo, da odgovarjajo za svobodo ljudi. Tudi to je res. Kaj pa redni profesorji? Ali oni niso odgovorni za študente, za njihovo kariero, ki je lahko takšna ali drugačna, in to za celotno njihovo življenje? Ali življenjska kariera ni bolj pomembna kot manj ali bolj stroga kazen pri sodniku?

Kaj pa pravijo izkušnje? Koliko sodnikov je že odgovarjalo za svoje napake? Na tiste najbolj očitne nas opozori »Evropa«, posledice pa nosimo državljani. Zdravnike, ki bi odgovarjali za svoje napake, lahko v naši državi preštejemo na prste ene roke. Tudi profesorji na univerzi za prav veliko napak – do sedaj – še niso odgovarjali. Ali pa še bolj nazorna primerjava: Če bi inženirji in drugi, ki delamo na tehničnem področju, tako slabo delali kot nekateri sodniki ali drugi državni uradniki, ne bi imeli Revoza, Gorenja, ne Litostroja in ne številnih drugih podjetij.

Od kod pa imamo državni uslužbenci plače?

Zelo pogosto slišimo, da lahko profesorji in zdravniki zraven redne službe zaslužijo še popoldne in da je sodnikom to onemogočeno. Vsi pa vemo, da sodniki pišejo knjige in predavajo na številnih seminarjih. Verjetno pa jih ne bi nihče preganjal, če doma obdelujejo kmetijo in si pridelajo hrano. Tudi zdravniki in profesorji imamo konkurenčno klavzulo. Kar pomeni, da tistih del, za katera smo zadolženi v redni službi, popoldne ne smemo opravljati.

Kaj pa nevarnost pri opravljanju poklica? Sodniki vedno zatrjujejo, da je njihovo delo nevarno. Pred nedavnim je neznanec z eksplozivom napadel hišo neke sodnice. Pri eksploziji ni bil nihče resno poškodovan. Več dni smo v sredstvih javnega obveščanja poslušali ta poročila. Celotno ministarstvo za pravosodje se je resno odzvalo na ta incident. To je dobro.

Ko pa je pred dnevi študent z nožem zabodel profesorja na ljubljanski univerzi, da je ta komaj preživel, je bila novica mnogo manj izpostavljena. Tudi zdravnike so pacienti že fizično napadli.

Iz povedanega sledi, da so sodniki najbolj »negovani« v tej družbi, za njimi zdravniki, daleč za njimi pa redni profesorji na univerzah.

Janez Tušek

Kontaminacija, filtracija in standardizacija na področju fluidne tehnike

Gospod Cristoph Peuchot je direktor Inštituta za filtracijo in tehnike separacije (Institute of Filtration and Techniques of Separation) v Agenu, Francija. Njihova glavna dejavnost je testiranje filtrov za tekočine in kontrola kontaminacije sistemov. Več o tem smo se z njim pogovarjali v intervjuju za revijo Ventil.



g. Christophe Peuchot

Ventil: Prosil bi vas, da na kratko opišete glavne dejavnosti vašega podjetja.

C. Peuchot: IFTS je ekipa 30 inženirjev in tehnikov, specializiranih za tehnike separacije trdnih delcev in tekočin SLS (solid-liquid separation), kot so filtriranje, usedanje, centrifugiranje, flotacija in membranska separacija ter za predobdelavo suspenzij in kontrolo kontaminacije s trdnimi delci. Industriji ponuja verodostojne storitve analiziranja tekočin in delcev, testiranja filtrov, validacijo in kalibracijo instrumentov za merjenje kontaminacije, tehnične študije, raziskave in razvoj, izobraževanje in svetovanje. Izdeluje in prodaja tudi opremo za testiranje. IFTS je neprofitna organizacija, ki poleg pogodbenih storitev razvija tehnološke aktivnosti, opravlja znanstvene ekspertize, širi znanje, raziskuje in razvija nove testne metode in standarde.

Ventil: Kakšne so vaše osebne zadolžitve?

C. Peuchot: Sem generalni direktor testnega in raziskovalnega središča, ki se letno povečuje za približno 10 % ter ima več kot 300 strank v 25 državah po vsem svetu. Poleg tega sem sekretar pred kratkim ustanovljenega francoskega združenja za separacijo delcev iz tekočin, profesionalne organizacije znanstvenikov, proizvajalcev, dobaviteljev in uporabnikov opreme in izdelkov za separacijo trdnih delcev in tekočin. Sem tudi podpredsednik agencije za inovacije v regiji Aquitaine in član upravnega in znanstvenega odbora ameriškega združenja za filtriranje (American Filtration Society).

Ventil: Ali ste vključeni tudi v standardizacijo s področja vaše dejavnosti?

C. Peuchot: Osnovel in vodil sem več skupin za standardizacijo na nacionalnem (6 AFNOR komitejev) in evropskem (CEN TC 164/WG9&13) nivoju. Na svetovnem nivoju pa sem trenutno projektni vodja za revizijo ali načrtovanje desetih ISO-standardov, ki se nanašajo na kontrolo kontaminacije fluidov in fluidnih sistemov kot tudi na metode testiranja filtrov za fluidno tehniko (ISO TC131/SC6), avtomobilsko (ISO TC22/SC5&7, TC70/SC7) in letalsko industrijo (TC20/SC10).

Ventil: Na mednarodni konferenci Fluidna tehnika 2009 v Mariboru ste predstavili zanimiv prispevek o novih

standardih s področja kontaminacije fluidnotehničnih sistemov. Kakšno je glavno sporočilo?

C. Peuchot: Spodbujam načrtovanje industrijskih standardov kot orodja za poenostavitev in razjasnitev dialoga in tehničnih izmenjav med partnerji na določenem področju, sredstev za izboljšano varnost, zanesljivost in lastnosti izdelkov ter načina za hitrejši ekonomski razvoj in pridobivanje novih poslov. Na vedno bolj odprtem tržišču potrebujejo potrošniki, tako posamezniki kot industrijski, splošno priznane reference, ki jim omogočajo primerjavo izdelkov in potrditev, da ti resnično izpolnjujejo njihove potrebe. Ker sem več kot 20 let vključen v testiranja filtrov, vem, da v odsotnosti standardnih metod lahko uporabim določene testne pogoje, tako da bo določen filter na videz dvakrat bolj učinkovit kot pri drugačnih pogojih.

Poznano je, da so kontaminanti odgovorni za številne okvare ali krajšo življenjsko dobo vseh hidravličnih in na splošno vseh fluidnih sistemov. Delci se prenašajo z ene na drugo komponento, pri čemer so nekatere zelo občutljive na prisotnost delcev v fluidu. Seveda je današnje tržišče mesto protislovnih interesov: končni uporabniki želijo čim bolj zanesljive in ekonomične sisteme, medtem ko si proizvajalci komponent želijo, da bi te redno menjali. Če se tržišče zanima za kontaminacijo, nastaja potre-

ba po dobri praksi vzorčenja, analiz, izražanju stopnje kontaminacije ali metodah za merjenje lastnosti filtrov. V nasprotnem primeru so standardi nekoristni, saj v nobenem primeru niso obvezujoči.

Revizija obstoječih standardov je smotrna, kadar se razvijajo bodisi tehnologija testiranih izdelkov ali pa testne metode in oprema. Ustvarjanje novih standardov pa je običajno posledica izražanja novih zahtev tržišča. Primer je osnutek nove serije standardov, ki se nanašajo na čistost komponent in sistemov. Veliki končni uporabniki so spoznali, da samo dobra filtracija ni dovolj za zagotovitev zanesljivega obratovanja in dolge življenjske dobe. Kadar trdi in veliki delci izvirajo iz postopka obdelave, sestave, transporta in skladiščenja, potem bodo ti kontaminanti pri montaži komponente, na primer cevi, ki je vgrajena za filtrom (celo najbolj učinkovitim) in pred proporcionalnim ventilom, poškodovali ventil. Zaradi tega so se zahteve po začetni čistosti pojavile v vedno več specifikacijah. Pokazala se je potreba po izdelavi standardov za uskladitev besednjaka, merilnih metod in izražanja stopnje čistosti komponent, tako da lahko vsak izrazi svoje potrebe na način, razumljiv vsem ostalim.

Ventil: Ali poteka revizija ali dopolnitev kakega starejšega standarda na področju kontaminacije sistemov fluidne tehnike? Pogrešate kak standard s tega področja?

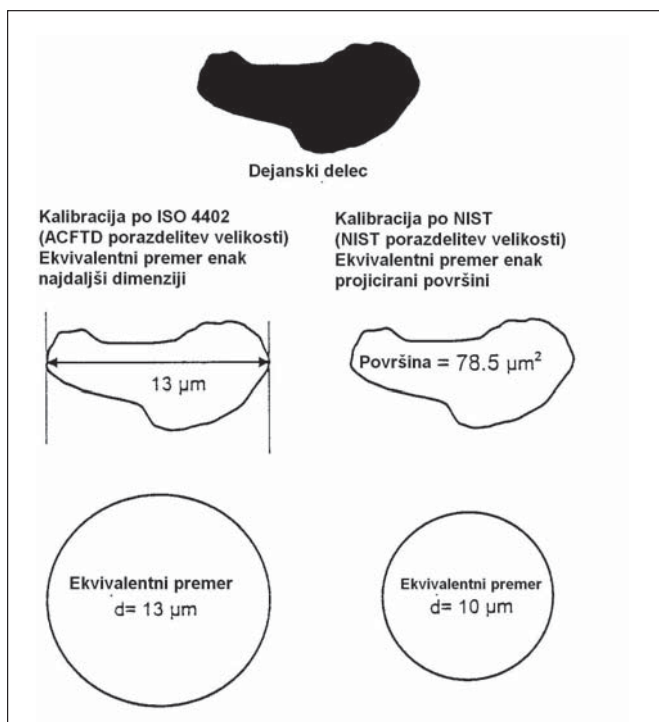
C. Peuchot: Da, resnično poteka revizija mnogih standardov in ustvarjanje novih. ISO TC131/SC6 vodi delo treh delovnih skupin, ki pokrivajo "vzorčenje in analizo kontaminacije ter poročanje" (WG1 – delovna skupina 1), "oceno filtrov in separatorjev" (WG2 – delovna skupina 2) in "čistost komponent in sistemov" (WG3 – delovna skupina 3). Bilo bi preobsežno in dolgočasno, če bi opisal ali celo samo navedel seznam vseh trenutno nastajajočih ali revidiranih standardov. Omenjene delovne skupine so zelo aktivne in vzporedno izvajajo več projektov. V nadaljevanju opozarjam samo na glavne.

Delovna skupina 1 dela na osmih projektih, pri čemer je glavni povezan z nadzorom kontaminacije (ISO 21018), uporabo (ISO 11500) in kalibracijo (ISO 11171, ISO 11943) števec delcev in vzorčenjem fluidov (ISO 4021). Števci delcev omogočajo analize kontaminacije fluidov, vendar tudi testiranje učinkovitosti filtrov. Delovna skupina 2 ima odprtih šest analog, večinoma na področju

ocene lastnosti filtrov (učinkovitost in kapaciteta po ISO 16889, ISO 23369) in njihova mehanska odpornost (ISO 2941, ISO 12829). Delovna skupina 3 snuje ali revidira dokumente, povezane z metodami meritve čistosti komponent (ISO 18413, ISO 18409) in sistemov (ISO 16431), izražanjem stopnje čistosti komponent (ISO 21017) in teoretično povezavo med stopnjo čistosti delov, komponent, podsestavov, sistemov in vgrajenim fluidom (ISO TR 10686).

Ventil: V preteklih letih je bilo nekaj sprememb standardov za določanje stopnje čistosti olja (novi standard SAE AS 4059, nova metoda kalibracije avtomatskih števec delcev). Kaj lahko pričakujemo v bližnji prihodnosti? Še več sprememb?

C. Peuchot: Metode za določanje stopnje čistosti fluidov se v resnici niso spremenile, temveč le izboljšale na osnovi nove opreme in znanja. Gre za mikroskopsko štetje delcev po usedanju na filtrsko membrano. Uporaba programske opreme za analize slike je znatno izboljšala in poenostavila to metodo. Na ta način je bil ustrežno revidiran standard ISO 4407. Tudi standard ISO 11500, ki se nanaša na uporabo APC (automatic



Slika 2. Razlika med staro in novo metodo kalibriranja avtomatskih števec delcev

particle counter – avtomatski števec delcev), je bil revidiran, tako da vključuje nova priporočila o redčenju in pripravi vzorca. Standardi za podajanje stopnje čistosti fluidov so se razvili zaradi nove metode kalibracije APC, definirane v ISO 11171. Če povzamem: pred štiridesetimi leti je bila edina tehnika analize kontaminacije tekočine mikroskopsko štetje, ki ga je opravljal laboratorijski tehnik. Tedaj je bila kot velikost delca upoštevana njegova najdaljša dimenzija. Ko so se na trgu pojavili APC na osnovi blokade svetlobe, je bila metoda njihove kalibracije določena v ISO 4402. Zajemala je pripravo suspenzije kremenovega prahu (ACFTD – Air Cleaner Fine Test Dust) v koncentraciji 1 mg/L, ki je tekla skozi senzor števca delcev, in določitev praga, tako da je za vsako velikost kazal število, podano v ISO 4402. Števila je določal laboratorijski tehnik z uporabo mikroskopa, tako da je preštel in razvrstil delce večje od 10 µm po njihovi najdaljši dimenziji ter opravil ekstrapolacijo navzdol do 1 µm. Ni potrebno omeniti, da so bila ta števila napačna in da niso bila reprezentativna za vsako serijo ACFTD prahu, razen za uporabljeno. Kakorkoli že, vsi laboratoriji so pri uporabi APC ravnali po tem vzorcu. V 90-ih



Slika 3. Inštitut za filtracijo in tehnike separacije, Agen, Francija

letih je dobavitelj prahu ACFTD prenehal z njegovo izdelavo, drug dobavitelj pa je ponudil drugačen kremenov prah, izdelan po drugačnem proizvodnem procesu ter novo metodo merjenja velikosti delcev: razlika prevodnosti namesto loma laserskih žarkov. Specifikacija tega prahu je bila zapisana v ISO 12103-1 stopnja A1. Druga sprememba je bila izdelava nove suspenzije (ne več prahu) za kalibracijo APC. To je na prošnjo organizacije ISO opravila ameriška nacionalna organizacija NIST (National Institute for Standards and Technology). V tem primeru uporabljajo elektronski mikroskop za štetje delcev in njihovo razvrstitev glede na ekvivalentno projicirano površino (to pomeni, da je površina kroga, ki nastane s projekcijo krogle določenega premera na ravnino, enaka površini sence, ki nastane s projekcijo delca na ravnino pri osvetlitvi s svetlobnim žarkom), kar prikazuje *slika 2*.

NIST poleg tega potrjuje število delcev posamezne velikosti v enoti volumna za vsako serijo suspenzije.

Vse te spremembe pojasnjujejo, zakaj izmerjena porazdelitev delcev po velikosti v isti tekočini pred in po spremembi načina kalibriranja ni bila enaka, kar je pomenilo, da so bile odgovarjajoče stopnje čistosti po ISO 4406 in NAS 1638 različne. Da bi premostili spremembo načina kalibriranja in dosegli enako stopnjo čistosti iste tekočine, so se eksperti ISO po dolgih in globokih diskusijah odločili za sprejem novih velikostnih razredov v standardih ISO 4406 in NAS 1638. Ameriška letalska industrija je to priložnost leta 2000 izkoristila za opustitev standarda NAS 1638 in zasnovo novega, označenega SAE AS 4059. Ta standard se nanaša tako

na velikosti starega standarda NAS (to je 5, 15, 25, 50, 100 in >100) kot na velikosti novega (to je 6, 14, 21, 38, 70 in >70). Ker so te nove velikosti izmerili z uporabo APC, kalibriranih po novi metodi in z novimi certificiranimi suspenzijami SRM2806, so se v ISO odločili za uporabo simbola $\mu\text{m}(\text{c})$ in ohranitev simbola μm , ko so delci določeni z mikroskopom.

Seveda so te resnično kompleksne spremembe zmedle celotno svetovno skupnost, ki se ukvarja s kontrolo kontaminacije. Toda spremembe so bile neizogibne in potrebne. Kolikor poznam delo organizacije ISO in razprave ekspertov, naj v naslednjih letih ne bi bilo drugih sprememb. Izjema je morda letalska industrija, kjer bo novi standard ISO 11218 nadomestil nacionalni ameriški standard AS 4059 in poleg tradicionalne stopnje NAS dopuščal podajanje celotne kode za stopnjo čistosti.

Ventil: Je bila sprememba metode kalibracije avtomatskih števec delcev resnično potrebna ali je v ozadju le interes proizvajalcev instrumentov za povečanje prodaje? Kljub zadnjim standardom za določanje stopnje čistosti se še vedno najpogosteje navaja prejšnji NAS 1638. Kaj je po vašem mnenju razlog za to?

C. Peuchot: Morda kak proizvajalec vidi svojo priložnost v novih standardih. Toda sam sem, kot neodvisen strokovnjak, specializiran za štetje in analizo velikosti delcev za potrebe številnih strank, pri delu z velikimi končnimi uporabniki in vsakodnevnimi multipasovnimi testi učinkovitosti filtrov vedno močno kritiziral metodo ISO 4402. Ne morem se proglašati za strokovnjaka in je brez sramu podpirati. Menim, da danes delamo kot profesionalci. Razlog

za sklicevanje na NAS 1638 je verjetno v tem, da novi standardi niso dovolj pojasnjeni, njihova uporaba pa zadosti pospeševana. Premalo člankov in predavanj je bilo objavljenih in predstavljenih v strokovnih revijah in na konferencah. Drugi razlog bi bil lahko, da specialisti za fluidno tehniko in kontrolo kontaminacije želijo poznati porazdelitev kontaminantov po velikosti, se pravi vedeti, koliko delcev je prisotnih v posameznem območju velikosti. To pa je prav tisto, kar je v primeru standarda NAS 1638 potrebno izmeriti, pa tudi če kot rezultat podamo samo najslabšo izmerjeno stopnjo čistosti. Standard ISO 4406 zahteva le štetje delcev večjih od 5 in 15 μm (ali 4, 6, 14 $\mu\text{m}(\text{c})$), kar nam ne pove vsega o kontaminaciji. V resnici imata pri standardu ISO 4406 na primer 300 μm in 16 μm delec enako pomembnost: oba sta večja od 15 μm , toda njun učinek je seveda različen. Ta želja končnih uporabnikov, da bi poznali popolno porazdelitev glede na ISO 11218 (enakovreden NAS 1638), pojasnjuje, zakaj ima ISO TC20/SC10 poleg stopnje čistosti standardizirane tudi kode čistosti.

Ventil: V zadnjih letih poleg prenosnih avtomatskih števec delcev vse pogosteje srečujemo on-line avtomatske števe delcev. Bo šel razvoj v to smer? Kako je z zanesljivostjo on-line števec delcev v primerjavi s prenosnimi ali laboratorijskimi instrumenti?

C. Peuchot: Razmere so postale zapletene in nejasne. Natančno štetje delcev lahko izvedemo le v laboratorijskem okolju, to je večinoma brez električnih шумov in vibracij, bodisi posredno s stekleničnim analizatorjem ali z neposredno meritvijo. Z uporabo enakega principa detekcije delcev, to je z blokado svetlobe, je mogoče zgraditi enostavnejše instrumente. Toda njihova enostavnost onemogoča natančno štetje delcev v določenem volumnu. Lahko zaznajo spremembe v koncentraciji in velikosti delcev in javijo spremembo stopnje čistosti. Morali bi jih imenovati monitorji kontaminacije kot oznanja naslov standarda ISO 21018. Nekateri strokovnjaki se pritožujejo nad tržno situacijo, kjer prodajalci begajo končne uporabnike s prodajanjem instrumentov kot števec delcev, čeprav

so le monitorji kontaminacije. Da naredimo razloček, prve lahko kalibriramo po ISO 11171, medtem ko drugih ne moremo. Všeč mi je tudi razlaga, da so števec delcev le instrumenti, uporabni za primerjavo števila delcev pred multipasovnim filtrskim testnim pultom in za njim. Ostali so monitorji kontaminacije, čeprav podajajo število delcev.

Toda vsi instrumenti so korektni in odgovarjajo potrebam trga. Zahteva je, da na trgu ne sme biti zmede. Prodajanje »števcev delcev« za okoli 1000 €, medtem ko instrumenti uporabni na multipasovnih testnih pultih niso dostopni za manj kot 15.000 €, ni sprejemljivo.

Ventil: Poznano je, da je poleg stopnje čistosti hidravlične tekočine za nemoteno obratovanje opreme pomembna tudi stopnja čistosti vsake komponente. Kateri del običajno prispeva več k skupni kontaminaciji – hidravlična tekočina ali hidravlične komponente?

C. Peuchot: Splošnega odgovora na to vprašanje ni. Vsekakor je relativna

stopnja čistosti tekočine in komponent dejansko odvisna od dobavitelja. Obstajata obe možnosti: kvaliteten postopek izdelave in montaže privede do čistega praznega sistema, katerega potem v slabih pogojih napolnimo z umazano tekočino, ki onesnaži celoten sistem ali ravno obratno. Vsekakor velja, da je lažje filtrirati tekočino na nizko stopnjo kontaminacije in jo shraniti v dobrih pogojih kot izdelati čiste komponente, še zlasti, kadar so te velike in/ali zapletene.

Ventil: Na trgu je množična ponudba različne filtrske opreme. Kako lahko povprečen uporabnik izbere ustrezen filter za svoje potrebe? Kaj mora vedeti, da bo lahko izbral primeren filter?

C. Peuchot: Poznati mora potrebno stopnjo čistosti tekočine v sistemu. Ta določa potrebno finost in učinkovitost filtra, merjeno v standardnih pogojih, ki zagotavljajo minimalno primerljivost dobaviteljev. Nadalje mora poznati razpoložljiv tlak in pretok. Od tega so odvisni velikost filtra, dolžina filtrirnega cikla in interval menjave filtrskih elementov, kar je povezano s kapaciteto filtra, to je količino kon-

taminantov, ki jih filter lahko zadrži, preden doseže razliko tlaka Δp , nad katero njegova učinkovitost ni več zagotovljena. Te tri parametre merimo v multipasovnem testu po standardu ISO 16889. Proizvajalci bi morali navajati te podatke na standardni način, da bi bila možna primerjava. Kadar se pretok sistema pogosto menja, kar vedno negativno vpliva na učinkovitost, mora uporabnik zahtevati rezultate testov učinkovitosti in kapacitete, opravljene v skladu s standardom ISO 23369.

Optimalni filter je tisti, ki zagotavlja potrebno stopnjo čistosti ves čas njegove življenjske dobe, najnižji Δp in najvišjo kapaciteto. Lahko omenim, da v nasprotju s trditvami nekaterih dobaviteljev, ni tehničnega tveganja niti za filter niti za sistem, kadar uporabimo prevelik filter. Nižji pretok lahko le izboljša učinkovitost.

Ventil: Gospod Peuchot, najlepša hvala za izčrpne odgovore, ki bodo nam in našim bralcem pomagali pri nadaljnjem delu na področju kontrole in obvladovanja kontaminacije.

Mag. Milan Kambič
Olma, d. d., Ljubljana

Znanstvene in strokovne prireditve

7th Internationales Fluidtechnisches Kolloquium - 7th IFK - Sedmi mednarodni kolokvij o fluidni tehniki

22.–24. 03. 2010
Aachen, ZRN

Organizator:
Institut für fluidtechnische Antriebe und Steuerungen

Tematika:
– stacionarna hidravlika

- avtomatizacija in regulacija na vozilih
- tribologija
- delovni fluidi
- simulacija
- pnevmatika

Informacije:

- kontaktna oseba: dipl. inž. S. Fritz
- Institut für Fluidtechnische Antriebe und Steuerungen, Steinbachstraße 53, D 52074 Aachen, BRD;
- tel.: + 49(0) 241-8027522, e-pošta: general@ifk2010.de, internet: www.ifk2010.de

nadaljevanje na str. 555



Pogovor z novim predsednikom SDFT g. Kristianom Lesom

Spoštovani g. Les, na zadnjem občnem zboru SDFT 17. septembra v Mariboru ste bili izvoljeni za novega predsednika društva, za kar vam tudi v imenu uredništva revije Ventil iskreno čestitamo.

Dovolite, da vam ob tej priliki zastavimo nekaj vprašanj.



g. Kristian Les

Ventil: Prosimo vas, da se našim bralcem najprej predstavite s kratkim opisom vaše doseganje strokovne poti.

K. Les: Po stroki prihajam s popolnoma drugega področja, in sicer iz informatike. V fluidno tehniko sem vstopil predvsem zaradi dveh razlogov. Eden pomembnejših je bil vsekakor ta, da sta moj oče in stric takrat imela podjetje, ki se je ukvarjalo s hidravliko in pnevmatiko. Drugi pa je ta, da sem v času šolanja spoznal, da me je informatika vse manj pritegovala in sem iskal bolj otipljive branže, kot je na primer strojništvo. Seve-

da pa sem si zmeraj želel ustanoviti in voditi lastno podjetje.

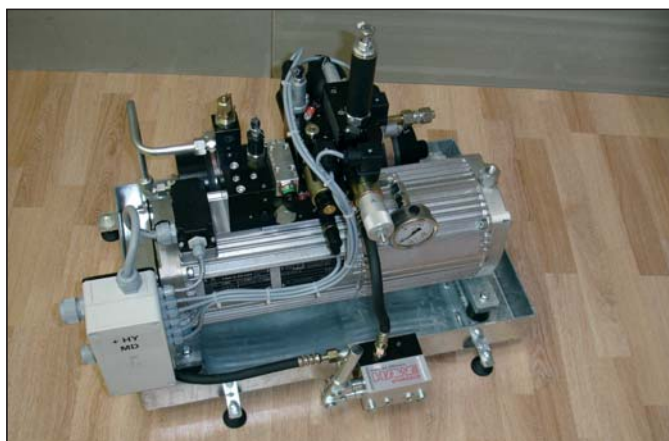
Ventil: Ste direktor že uveljavljenega hčerinskega podjetja HAWE Hidravlika, d. o. o., Petrovče, ki ga je revija Ventil že podrobneje predstavila v letošnji tretji številki. Tokrat pa vas naprošamo, da nam na kratko še enkrat povzamete najpomembnejše podatke o vašem lastniku in seveda tudi o vašem podjetju. Opišite vašo strokovno in vodstveno rast ter sedanje naloge, ki jih opravljate v podjetju.

K. Les: HAWE Hydraulik SE, ki ima sedež v Münchnu, je družinsko podjetje, ki je 100-odstotno v lasti družine Haeusgen. Podjetje vodi g. Karl Haeusgen, ki je vnuk inženirja Heilmeynerja, enega od ustanovitelja podjetja, ki je sedaj poznano pod imenom HAWE Hydraulik. Podjetje zaposluje nekaj več kot 2000 ljudi in proizvaja svoje komponente v šestih tovarnah, ki so vse razen ene v bližini Münchna. Izjema je le ber-

linska tovarna InLine, kjer izdelujejo aksialne batne črpalke spremenljive iztislnine. Kot direktor hčerinskega podjetja imam poleg vodenja lastnega podjetja tudi določene naloge v matičnem podjetju. Ker smo direktorji hčerinskih podjetij podaljšana roka matičnega podjetja, smo tesno vpleteni pri razvoju novih proizvodov, določanju strategije celotnega koncerna ter zbiranju in pripravi pomembnih podatkov z našega tržnega področja, ki imajo globalni vpliv.

Ventil: Vas smem vprašati, kakšna so lastniška razmerja ter poslovna in strokovna nadrejenost med vašim in matičnim podjetjem?

K. Les: Seveda. Slovensko hčerinsko podjetje je v večinski lasti matičnega podjetja, manjšinski del pa je v moji lasti. Ta struktura je v našem koncernu izjema, saj ima lastnik v skoraj vseh hčerinskih podjetjih 100-odstotni delež. Kot direktor slovenskega hčerinskega podjetja imam samo



Lastna proizvodnja hidravličnih agregatov v podjetju HAWE Hidravlika, d. o. o., Petrovče

enega nadrejenega, in to je direktor matičnega podjetja.

Ventil: Sedaj pa prosimo, da preidemo k vprašanju o delu in nadaljnjem razvoju SDFT, kot si ga predstavljate vi. Ali ste se že dokončno dogovorili o imenih in osnovnih zadolžitvah članov izvršnega odbora?

K. Les: Lista imen je sestavljena in usklajena s podpredsednikom g. Grgičem, dosedanjim predsednikom SDFT.

Ventil: Iz različnih razlogov je v zadnjih letih delo društva nekoliko zastalo in število članov je upadlo. Kako načrtujete oživljanje dejavnosti in povečanje članstva s poudarkom tudi na mladih članih – dijakih, študentih? Kako vi ocenjujete pomen delovanja in temeljne naloge društva, seveda ob upoštevanju pravil (statuta), ki smo jih posodobljena ponovno sprejeli na zadnjem občnem zboru?

K. Les: Kaj je tisto kar motivira ljudi, da ustanovijo društva, in člane, da pristopajo vanje? Želja po druženju, izmenjavi izkušenj, izobraževanju, vplivanje na širše okolje, v katerem društvo deluje ... Pogosto imam občutek, da se je v zadnjih nekaj letih življenje ljudi precej spremenilo. Veliko društev je zapadlo v nekakšno krizo oz. mrtvilo, saj so postale obveznosti, pri katerih ljudje nimajo direktne finančne koristi, nezaželeni ali vsaj potisnjeni v ozadje. Dobro delujejo v glavnem društva, ki so prežeta s strastjo in željo po spremembah za boljši jutri, kot na primer Društvo za električna vozila Slovenije. Vsekakor bo potrebno najti neko novo formulo oz. recept, ki bo vzpodbudil željo po druženju v društvu, kot je SDFT, tako pri starejših kakor tudi pri mladih. Pomladitev članstva je nujno potrebna za prihodnje delovanje društva.

Ventil: Med pomembnejše naloge prav gotovo spada njegova predstavitelj in redno obnavljanje podatkov, vsebine dela in dejavnosti članstva na



Volilni občni zbor SDFT, Maribor, september 2009

spletnih straneh. Kakšni so vaši pogledi in komentarji glede stanja in razvoja ustreznih vsebin in povezav med članstvom, javnostjo ter domačimi in mednarodnimi strokovnimi združenji?

K. Les: Se strinjam z vašimi trditvami. Ureditev internetne strani bo prav gotovo ena izmed prvih pomembnih nalog, ki nas čakajo. Internetna stran bo poleg že omenjenega vsebovala tudi forum, ki bo omogočal enostavno komunikacijo med člani in gosti, ki imajo opravka s fluidno tehniko. Zelo pomembno je, da internetna stran po tem, ko je postavljena, "zaživi". Drugače kmalu postane spomenik, ki privablja vedno manj zanimanja. In ravno ta del je tisti, ki je najtežji in ga ponavadi vsi podcenjujemo.

Poleg internetne strani bi želeli, da se SDFT predstavi strokovni javnosti na različnih prireditvah, v okviru finančnih sposobnosti društva. Takšne ponudbe že imamo in jih bomo tudi izkoristili. Upam, da bodo te novice vsaj nekoliko revitalizirale naše društvo.

Ventil: Seveda so med najpomembnejšimi vprašanji namena in dela društva njegova skrb in prizadevanje za redno in dopolnilno izobraževanje ter znanstvenoraziskovalno delo na področju fluidne tehnike pri nas. Kakšna so vaša stališča glede tega?

K. Les: Društvo mora vsekakor aktivno delovati na teh dveh področjih. S prisotnostjo na strokovnem srečanju Fluidna tehnika, podelitvijo zlate diplome ter organizacijo občasnih ekskurzij ter ogledov strokovnih sejmov

in priznanih podjetij s področja fluidne tehnike se jasno kažejo skrb in prizadevanje društva. Temu bo tako tudi v bodoče. Ureditev internetne strani bo omogočila še korak dlje, saj bodo s pomočjo koledarja prireditelj, novicami, foruma ... potrebne informacije še lažje dostopne članom in širši javnosti,

Ventil: Med druga pomembna vprašanja, s katerimi se društvo v soglasju s pravili zdaj tudi ukvarja, sodijo tudi standardizacija, terminologija, objave v strokovnem tisku ipd., kako vi vidite potrebe in možnosti za njihovo reševanje?

K. Les: Prav gotovo bi že bil čas, da začnemo govoriti skupen strokovni jezik. Slovenščina je jezik, ki ga govori le dva milijona ljudi, zato so tu vsekakor veliki problemi. Veliko dela bo potrebnega, preden se bodo pokazali prvi rezultati. S tem ne mislim samo na delo društva. Trenutna "nestrokovna" terminologija je kot navada – železna srajca, ki je skoraj ni mogoče sleči in pri tem nisem nikakršna izjema. Možnosti društva so vsekakor omejene. Lahko pa društvo s pomočjo svojih članov vpliva na svoje okolje in vsaj vrže snežno kepo v upanju, da se sproži plaz.

Ventil: Iskrena hvala za vaše sodelovanje in jedrnat odgovore! Če imate še dodatne komentarje in zanimive misli, so seveda nadvse dobrodošli.

K. Les: Prosim! Dodatnih komentarjev za sedaj še nimam.

Anton Stušek,
uredništvo revije Ventil



50 let študija tehnike v Mariboru

Štiri mariborske tehniške fakultete, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Fakulteta za gradbeništvo, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo ter Fakulteta za strojništvo, so pred kratkim svečano proslavile 50-letnico svojega obstoja. 26. novembra 1959 je bila namreč ustanovljena Višja tehniška šola (VTŠ), predhodnica današnjih fakultet. Danes so fakultete svetovno priznane ustanove, urejene z načeli Bolonjske deklaracije, glede raziskovalnega dela pa predstavljajo elitni del mariborske univerze.

Maribor s takrat zelo močno industrijo ni mogel načrtovati svojega razvoja zgolj na osnovi tedanjih poklicnih in srednjih strokovnih šol. Nujno so bili potrebni tehnično izobraženi ljudje z višjo stopnjo izobrazbe. Višja tehniška šola v Mariboru je nastala z zakonom o ustanovitvi šole 26. novembra 1959, potem ko so v Zvezi inženirjev in tehnikov Maribor, predvsem pa v Društvu orodjarjev in Zvezi tekstilnih inženirjev in tehnikov, že leta 1957 razpravljali o šolanju tako imenovanih pogonskih in obratnih inženirjev. »50-letnica je dobra priložnost za naš skupni razmislek o vlogi znanja, raziskovanja, ustvarjalnosti in inovacij v današnjem času in v naši družbi, vse v tesni povezavi z gospodarskim, ekonomskim in socialnim napredkom, h kateremu nujno težimo tako mesto Maribor kot celotna slovenska družba,« je uvodoma povedal slavnostni govornik predsednik republike dr. Danilo Türk, ki je v nadaljevanju svojega govora kratko povzel razvojno pot mariborskih fakultet.

Ob ustanovitvi so Višjo tehniško šolo v Mariboru sestavljali strojni, elektrotehniški in tekstilni oddelek, kar je bil pravi odraz tedanje sestave mariborske industrije. Kasneje so se iz tega razvile štiri strokovne inštitucije znanja – Fakulteta za elektrotehniko,



Slavnostni zbor ob 50-letnici študija tehnike v Mariboru

računalništvo in informatiko, Fakulteta za gradbeništvo, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo ter Fakulteta za strojništvo.

Prva naloga nastale Tehniške fakultete je bila predvsem izobraževalna – usposobiti študente za kvalitetno, uporabno inženirsko delo v gospodarstvu. Šele po letu 1973 je z ustanovitvijo visokošolskega študija tehnike nastala možnost za dodatno raziskovalno delo, ki je nujna sestavna komponenta vsake visokošolske ustanove. Tako so se poleg inženirjev študentje lahko odločali tudi za nadaljevanje študija do stopnje magisterija in doktorata.

Pomemben mejnik je bil storjen leta 1985, ko se je Visoka tehniška šola preimenovala v Tehniško fakulteto, 10 let kasneje pa so v okviru Univerze v Mariboru začele delovati samostojne fa-

kultete, kot jih poznamo danes: to je skupaj 8 znanstvenoraziskovalnih in pedagoških organizacijskih enot oziroma inštitutov.

Glavni cilj razvoja tehniških fakultet v vsem tem času je bil izobraževati sposobne mlade strokovnjake, ki bodo bodisi v gospodarstvu ali na področju raziskovalnega dela kos izjemno hitremu tehnološkemu razvoju doma in v svetu. Več kot 17.000



FERI – Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

diplomantov, 900 magistrav in 420 doktorjev je rezultat dela v tem času. Danes so misli bolj kot v preteklost uprte v prihodnost. Z dejstvom, da tehnika študentom nudi dobre možnosti za zaposlitev in nenazadnje tudi doseganje visoke vrednosti v gospodarstvu, se strinjajo vsi dekani tehniških fakultet in tudi predsednik republike: »Posvetimo naša razmišljanja temu, kakšna znanja potrebujemo v bodoče, kako jih lahko hitreje in učinkoviteje prenašamo v inkubatorje in nato v novo nastala podjetja, ki bodo zaposlovala mlade strokovnjake ter ustvarjala izdelke z veliko dodane vrednosti. Slovenija doslej ni dovolj izkoristila inovacij in patentov naših izumiteljev, ki po svetu dobivajo za svoje izume visoka priznanja – morda

je prav Maribor s tehniškimi fakultetami pravo okolje za ta novi izziv.«

Znanost je namreč tista dejavnost, ki na podlagi stroge znanstvene metode zagotavlja novo in resnično znanje ter novo bogastvo. Zato se mlada mariborska univerza, ki je že v preteklosti stremela k visoki stopnji avtonomije in razvijala tudi svoboden duh tehniških znanosti, zaveda pomena, ki ga daje mestu ob Dravi. Na to, da je Maribor spremenil svojo socialno in intelektualno podobo, so vplivali tudi številni študentje tehniških fakultet. Nekoč tipično industrijsko mesto z veliko delavstva in starejšega prebivalstva je danes tudi mesto velikega števila študentov, mladih raziskovalcev in univerzitetnih profesorjev. To

daje mestu nov utrip, ki se kaže tudi v kulturni, športni in turistični ponudbi mesta in okolice. S preimenovanjem v univerzitetno mesto Maribor pa je tudi uradno potrdil zavezo, da bo svoj nadaljnji razvoj gradil na znanju, ustvarjalnosti in inovacijah, zato ima ta obletnica tudi širši pomen.

»Prihodnost je na strani pogumnih, pogum pa izvira iz samozavesti, znanja in dobro opravljenega dela. Tega je bilo že v preteklih 50 letih veliko, želim, da bi ga bilo v prihodnosti še več,« je svoja razmišljanja od jubileju fakultet sklenil predsednik Türk.

*Darko Lovrec
Univerza v Mariboru,
Fakulteta za strojništvo*

**PRIJAZNE ENERGIJE,
VARČNE TEHNOLOGIJE**

ENERGETIKA
15. mednarodni sejem

TEROTECH-VZDRŽEVANJE
14. mednarodni sejem

VARJENJE in REZANJE
4. mednarodni sejem

EKO
sejem ekologije in varovanja okolja

Celje, Celjski sejem
18.-21. maj 2010

www.ce-sejem.si

CELJSKI SEJEM d.d., Celje

Gospodarska
zbornica
Slovenije



Združenje kovinske industrije

IRT³⁰⁰⁰
inovacijarazvojtehnologije
www.irt3000.si



strojnistvo.com
križišče strojnikov

Sejem Varjenje in rezanje

Od 14. do 19. septembra je v Essnu v Nemčiji potekal tradicionalni sejem Varjenje in rezanje (Schweißen und Schneiden 09), ki ga organizirajo vsaka štiri leta in ima prav zaradi tega še toliko večji pomen. Sejem že več kot 50 let organizira društvo za varilno tehniko Nemčije (DVS – Deutsche Verband für Schweißtechnik). Naslov sejma je zelo skromen in ne popiše vseh področij, ki so na njem zastopana. Poleg varjenja in rezanja so bile na sejmu prikazane še tehnologije metalizacije, lepljenja, mehanskega spajanja, spajkanja in drugih tehnik spajanja in toplotnega rezanja ter ločevanja materialov po drugih postopkih. Zastopani so bili predstavniki podjetij, ki izdelujejo dodatne materiale za varjenje, spajkanje, metalizacijo in drugo.

Kljub recesiji in gospodarski krizi, ki se je na sejmu vsekakor opazila, je bilo veliko razstavljalcev in tudi obiskovalcev. Razstavljalni prostor je obsegal 12 samostojnih med seboj povezanih dvoran. Nekateri hale so imele še klet, nekatere celo nadstropje, ki sta bila ravno tako zasedena z razstavljalci. V času sejma je bilo organizirano tudi strokovno posvetovanje s tremi glavnimi temami. Prva je bila posvečena industriji in razvoju, druga ročnemu delu na varilskem področju in tretja študentom. Poseben poudarek je bil dan mladim varilcem, ki jih kljub gospodarski krizi in veliki brezposelnosti še vedno veliko primanjkuje. V okviru tega so organizirali posebno prireditev »Mladina vari«.

Po besedah dr. Klause Middeldorfa, predsednika nemškega društva za varjenje in sorodne tehnike, je trenutna gospodarska kriza področje varjenja in drugih tehnik spajanja materialov močno prizadela, in to praktično v vseh industrijsko razvitih državah sveta, skoraj vse industrijske panoge in vse istočasno, kar je še posebej

hudo. Prav tako je velik problem, ker je industrijska izmenjava na lokalnem in globalnem trgu v zadnjem obdobju močno padla. Varilska stroka pa je še posebno prizadeta zaradi krize v avtomobilski industriji in industriji drugih prevoznih sredstev, v jeklarski in gradbeni industriji. To je na področjih, ki so bila še do nedavnega izjemno uspešna. Dr. Middeldorf vidi rešitev v razvojno-raziskovalnem delu, v inovacijah in v iskanju optimalnih rešitev na področju spajanja materialov, pri razvoju strojev in opreme, novih dodatnih materialov in novih tehnik spajanja.

Pregled razstavljalcev

Na sejmu je bilo preko 1200 razstavljalcev iz 40 različnih držav, toda le s treh kontinentov. Slovenija je bila dobro zastopana. Razstavljalno je 7 slovenskih podjetij, kar je glede na velikost države in število podjetij ali prebivalcev prav gotovo zelo veliko. Med razstavljalci so bili: Alumat, d. d., iz Slovenske Bistrice, AVP, d. o. o. iz Ljubljane, Balder Ltd., Ljubljana, Elektrode Jesenice, d. o. o., z Jesenic, Iskra Varjenje, d. o. o., iz Ljubljane, Kočevar in sinovi, d. o. o., iz Polzele in Varstroj, d. d., iz Lendave.

Če primerjamo število razstavljalcev iz drugih držav, na primer iz Norve-

ške, ki je imela le tri predstavnike, Poljske, ki jih je imela pet, Rusije s tremi, Švedske z osmimi ali pa celotna preostala nekdanja Jugoslavija, ki je bila zastopana s štirimi podjetji, pomeni, da se je naša varilska industrija resnično zelo dobro predstavila. Potrebno je poudariti, da so naši razstavljalci predstavljali visoko kakovostne in visoko tehnološke produkte. Tu naj omenim le podjetje Balder, ki proizvaja in prodaja najkakovostnejše varilne maske s tekočimi kristali, ali pa podjetje Elektrode Jesenice, ki proizvaja svetovno priznane visoko kakovostne elektrode za vse vrste obločnih varjenj.

Daleč največ razstavljalcev je bilo iz Nemčije – več kot tretjina vseh. Druga najbolj zastopana država je bila Kitajska s 136 udeleženci. Na tretjem mestu pa je bila Italija s 122 razstavljalnimi prostori. Vse ostale države pa so imele mnogo manjšo udeležbo. Celotno Združene države Amerike, ki so bile na četrtem mestu po številu udeležencev, so imele manj kot štirideset razstavljalcev.

Organizatorji so celotno tematiko sejma razdelili na ključne besede, da so obiskovalci lažje našli področja, ki jih zanimajo. Teh je bilo kar 574, kar je vsekakor preveč. Stroji, oprema, me-



Slika 1. Ročno obločno varjenje z oplaščeno elektrodo in varjenje TIG, ki je prikazano na sliki, se danes v razvitem svetu še vedno veliko uporabljata

rilni inštrumenti, varilni postopki, dodajni materiali, spajke, metalizacija, storitve in drugo so bili s tem prerazdrobljeni. Tako se je pogosto dogajalo, da so obiskovalci iskali določeno podjetje po teh ključnih besedah in da sami razstavljalci v mnogih primerih niso vedeli, da s svojo dejavnostjo pokrivajo tematiko, ki je bila navedena v katalogu.

Nekoliko bolj pregledna je bila klasifikacija po različnih skupinah s skupno lastnostjo.

Prvo in daleč najboljše tematsko področje je zajemalo varilne postopke. Teh razstavljalcev je bilo kar 1166. Kar 206 podjetij je razstavljalo varjenje MAG/MIG. 135 pa ročno obločno varjenje, kar je presenetljivo veliko. Varjenje TIG je bilo zastopano pri 61 podjetjih, elektroporovno varjenje je predstavljalo 60 podjetij, varjenje pod praškom 58, varjenje s plazmo 48 in plamensko varjenje ravno tako 48 podjetij. Lasersko varjenje je bilo zastopano pri 44 razstavljalcih, varjenje z več žicami pri 30, varjenje čepov pri 27 in varjenje z elektronskim snopom pri 10. Drugi varilni postopki in načini varjenja so bili zajeti pod prej naštetimi imeni ali pa je bilo razstavljalcev mnogo manj. Na primer: ultrazvočno varjenje sta predstavljala le dva razstavljalca, kar je izjemno malo, če vemo, da je samo v Evropi več kot 10 podjetij, ki proizvajajo ultrazvočno opremo, in da se postopek uporablja v številnih podjetjih, ki se ukvarjajo z elektrotehniko, z mehatroniko, s solarno tehniko ali pa s termoplasti.

Drugo večje področje, ki so ga organizatorji sejma predstavili kot samostojno, je bilo navarjanje in platiranje. Pod to klasifikacijo so se predstavila podjetja, ki se ukvarjajo z navarjanjem pod žlidro, z laserjem, s plazmo, s trenjem, z eksplozivom in z obločnim navarjanjem v zaščiti plina ali pa pod praškom. Takih je bilo 89 podjetij.

Tretje področje je pokrivalo spajkanje. Razstavljalci, vseh je bilo 112, so ponujali opremo za različne postopke spajkanja, dodajne materiale, talila in celotno tehnologijo. Od

postopkov spajkanja je še vedno zelo pogosto spajkanje s plamenom in spajkanje v pečeh, od novejših pa spajkanje z elektronskim snopom in laserjem.

Četrto večje področje je predstavljala tematika termičnega nabrizgavanja in zaščitne plasti. S tega področja je bilo 47 razstavljalcev. Zelo enakomerno so bila zastopana plamenska, obločna in plazemska nabrizgavanja, ki se danes v praksi tudi največ uporabljajo.

Toplotna rezanja z različnimi viri toplote in za različne namene so bila zbrana v petem tematskem sklopu. Podjetij, ki so predstavljala opremo za različne postopke toplotnega rezanja, samo tehnologije rezanja, žlebljenja, površinskega čiščenja s plamenom, toplotno rezanje s kovinskim in z mineralnim prahom, vrtanje z laserjem in elektronskim snopom, vrtanje s kisikovim kopjem in plazemsko rezanje je bilo 350. Od teh je bilo največ razstavljalcev s področja plazemskega rezanja, in sicer 131, in zatem s področja plamenskega rezanja. Druga področja so bila mnogo manj zastopana. S področja laserskega rezanja jih je bilo le 40, s področja obločnega rezanja pa le 48.

Šesti tematski sklop je predstavljal rezanje z vodnim curkom – 26 razstavljalcev.

Sedmo področje je obravnavalo varjenje umetnih snovi. Razstavljalcev je bilo le 12, kar je izjemno malo. Videti je, da se proizvajalci naprav in opreme ter tehnologije varjenja in

spajanja umetnih snovi udeležujejo drugih sejmov.

Osmo področje je pokrivalo lepljenje – 24 razstavljalcev.

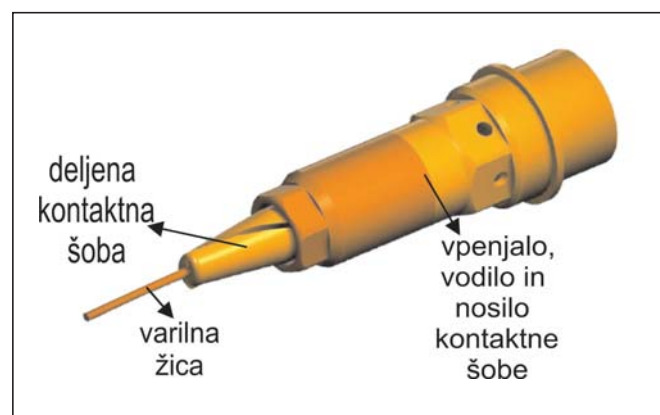
Razstavljalci, ki se ukvarjajo s pravo zvarnih robov, so bili zajeti v devetem tematskem sklopu. V desetem sklopu so bili prikazani specialni postopki varjenja in rezanja, kot so orbitalno varjenje, reparaturno varjenje, večplastno rezanje itd. V enajstem sklopu je bila zajeta toplotna obdelava zvarov in kovin na splošno. Drugi postopki obdelave, ki v zgoraj navedenih postopkih niso bili zajeti, so obravnavani v dvanajstem sklopu razstavljalcev.

Krmilna tehnika, regulacije, nadzor varjenja s kamerami, vodenje varilnih gorilnikov in varilnih glav in avtomatizacija v splošnem so bili zajeti v trinajstem sklopu. Štirinajsto področje je obsegalo naprave za proizvodnjo vseh vrst dodajnih materialov. To bili proizvajalci naprav za proizvodnjo varilnih žic, strženskih žic, oplaščenih elektrod, zaščitnih plinov, acetilena, spajk in talil, varilnih praškov, varilnih miz, odsesovalnih naprav, varilnih kabin, grelnih naprav in pripomočkov za predgrevanje varjencev in sušenje elektrod, zaščitne opreme za varilce, opreme za prostore, kjer se vari, zaščitnih varilnih mask, očal, zaščitnih rokavic, predpasnikov in drugega.

Petnajsto področje je zajemalo dodatno manjšo opremo, kot so razna orodja, navadni in magnetni ventili, naprave za pogon varilnih žic, elektrode za uporovno varjenje, kontakte

šobe za varjenje MAG/MIG, za varjenje TIG, naprave za brušenje elektrod, hladilni sistemi, jeklenke za pline, razni gorilniki in varilne pištole ter varilne glave.

Šestnajsto zelo obsežno področje je zajemalo vse vrste dodaj-



Slika 2. Nova deljena kontaktna šoba za varjenje MAG/MIG

nih materialov za različne materiale, postopke in namene uporabe. Ti razstavljalci so bili še klasificirani v 34 podskupin. Od teh je bila največja skupina podjetij, ki so predstavljala dodatne materiale za varjenje visoko legiranih jekel – 56 podjetij. Nekoliko manj je bilo razstavljalcev za dodatne materiale za nelegirana in malo legirana jekla. Razstavljalcev za druge dodatne materiale, kot so legirane jeklene litine, barvne kovine in njihove zlitine, in dodatnih materialov za umetne materiale je bilo mnogo manj. Veliko razstavljalcev je predstavljalo dodatne materiale po varilnih postopkih. Na primer več kot 60 jih je ponujalo varilne žice za varjenje MAG/MIG. Približno toliko podjetij je imelo v svojem razstavnem programu oplašene elektrode za ročno obločno varjenje, nekoliko manj jih je bilo za varjenje TIG in za toplotno nabrizgavanje, še manj za druge varilne postopke. Dodajni materiali pa so se še delili glede na obliko. Tako smo lahko izbirali med dodajnimi materiali, kot so strženske žice, varilne palice, oplašene elektrode, varilni praški in na kolot navite varilne žice.

Dodajni materiali za spajkanje so predstavljali posebno tematsko skupino. Podjetij s tem prodajnim artiklom je bilo skoraj 250, kar je izjemno veliko. To govori o tem, da se spajkanje v razvitem svetu vedno več uporablja in da smo pri nas na tem področju precej v zaostanku.

Tudi lepila so predstavljala posebno področje, razstavljalcev je bilo le 15, kar pa je presenetljivo malo.

Vsi naslednji sklopi razstavljalcev po tematskih temah so bili manjši. V ta področja spadajo: gorljivi plini za varjenje, spajkanje in druge plamenske tehnike, kisik, dušik, talila za spajkanje in za plamensko varjenje, razni ne prav pogosto uporabljeni varilni pripomočki, številne storitve na področju spajanja materialov, računalniški programi, eksotični kovinski in nekovinski materiali in drugo.

Ocena sejma

Iz opisa razstavljalcev, njihovih razstavnih produktov in posameznih

področij, ki so jih podjetja zastopala, se vidi, da je varilstvo resnično izjemno široka dejavnost. Kdor na tem področju kaj pomeni, se takšnega sejma vsekakor mora udeležiti in prav vse razstavne prostore temeljito pregledati.

Po ogledu sejma in po opisu razstavljalcev lahko napravimo nekaj zaključkov.

1. Slovenska varilska stroka je bila na sejmu zelo močno zastopana po številu podjetij in po kakovosti razstavljalcev oziroma artiklov.
2. Presenetljivo močno zastopano področje je bilo ročno obločno varjenje. Čeprav je to neavtomatiziran in zelo nizko produktiven postopek, pri katerem je varilec med delom močno obremenjen, se še vedno zelo množično uporablja. Edini odgovor za to dejstvo je, da postopek zagotavlja visoko kakovostno varjenje in da imajo zvari visokotrdnostne lastnosti. Drugi razlog je tradicija, tretji, da je z oplašeno elektrodo možno variti na prostem in v vseh legah, in četrti, da je izbira dodatnih materialov na trgu zelo bogata.
3. Prav tako je še vedno zelo močno zastopana plamenska tehnika – od varjenja, nabrizgavanja pa vse do plamenskega rezanja.
4. Zelo malo razstavljalcev je predstavljalo varjenje in spajanje v splošnem umetnih snovi, keramike in kompozitov.
5. Za varjenje z ultrazvokom sta bila na celotnem sejmu le dva predstavnika, čeprav vemo, da se ultrazvočno varjenje uporablja za varjenje kovinskih materialov in umetnih snovi. Očitno se proizvajalci teh varilnih postopkov raje udeležujejo sejmov, kjer so zastopane umetne snovi.
6. Zelo veliko razstavljalcev je v svojem programu predstavljalo spajkanje. To ni presenečenje, če vemo, da spajkanje vedno bolj prodira v avtomobilsko industrijo, industrijo malih gospodinjstev, aparatov, v elektroindustrijo in celo v energetiko ter gradbeništvo.
7. Nekateri starejši postopki varjenja pa so na takšnih sejmih vedno manj zastopani. Termitno var-

jenje sta npr. predstavljali le dve podjetji. Nobenega predstavnika ni bilo za varjenje arc-atomik in podobno. Praktično ni bilo predstavnika, ki bi imel v programu difuzijsko varjenje. Tudi eksplozijsko varjenje je na sejmu predstavljalo le eno podjetje.

8. Presenetljivo malo razstavljalcev je predstavljalo varjenje z gnetenjem. Celo izumitelja tega postopka in lastnika licence ni bilo.
9. Na sejmu je bilo predstavljenih le malo novosti. Največja novost so simulatorji oziroma naprave za učenje varilcev, ki močno olajšajo, pocenijo in pospešijo izobraževanje varilcev za obločna varjenja. Druga večja novost je bila naprava za pogon zelo tankih varilnih žic s planetarnim pogonom. S to napravo je možno zelo natančno pogonjati varilne žice že od premera 0,35 mm. Tretja večja novost je bila deljena kontaktna šoba za varjenje MAG/MIG, ki se od klasične enovite razlikuje po tem, da je sestavljena iz dveh delov, kar poveča kontaktno oprijemljivost med žico in steno šobe in šobi podaljša življenjsko dobo. Veliko novega smo si obetal od magnetnega pulznega varjenja. Toda na celotnem sejmu ni bilo mogoče najti sogovornika, ki bi se o tem postopku izrekel pozitivno. Prikazani so bili nekateri novi dodajni materiali, novi materiali za varjenje visoko trdnostnih jekel in novi materiali za elektrode za uporovno varjenje. Videli smo nove pogone varilnih žic, nove merilne inštrumente, softvere za razne izračune, nova krmiljenja, nove sinergetske in inverterske vire toka za obločno in uporovno varjenje. Tudi na področju robotike ni bilo nič posebno novega. Opazili smo umetni vid, ki je povezan z robotskim krmiljenjem, in še nekatere druge novosti pri krmiljenju robotov. Na celotnem sejmu je bilo še kar nekaj večjih ali manjših izboljšav in novosti, prav veliko revolucionarno novega pa nismo zasledili.

*Prof. dr. Janez Tušek
FS Ljubljana*

Posvet ASM'09

11. novembra je na GZS v Ljubljani potekal strokovni posvet na temo Avtomatizacija strege in montaže 2009 – ASM '09. Posvet, ki je edini takšen dogodek v Sloveniji s področja strege in montaže, je organiziral Laboratorij za strego, montažo in pnevmatiko Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani v soorganizaciji z Ministrstvom za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo (MVZT) Republike Slovenije in Gospodarsko zbornico Slovenije, Združenjem kovinske industrije. Posvet je potekal že šestič in je bil zelo dobro obiskan, saj se ga je udeležilo okrog 110 udeležencev iz okrog 50 podjetij, inštitutov in dveh univerz, kar kaže na izredno zanimanje za ta dogodek in predvsem na pomembnost avtomatizacije strege in montaže v proizvodnem procesu.

Avtomatizacija strege in montaže je v povezavi z informatizacijo proizvodnih procesov, robotizacijo in učinkovitim avtomatiziranim zagotavljanjem in kontrolo kakovosti v montažnih procesih v proizvodnji tisto področje, ki lahko bistveno prispeva h konkurenčnosti podjetij. V okviru posveta ASM '09 je bilo tako mogoče najti smernice in ideje za rešitve različnih problemov ter izmenjati izkušnje o številnih vprašanih na področju strege in montaže.

Organizator je skupaj z avtorji iz različnih podjetij pripravil zanimivo srečanje, ki ga je sponzoriralo več ustanov in podjetij – med njimi generalni pokrovitelj Motoman Robotec, d. o. o., Ribnica, kot dobro znan dobavitelj robotov in proizvajalec opreme ter robotiziranih sistemov za avtomatizacijo strege in montaže, OPL, d. o. o., kot zlati pokrovitelj in drugi pokrovitelji ter sponzorji.

Udeležence posveta je po uvodnem nagovoru predstavnika organizatorja doc. dr. Nika Herakoviča, vodje Labo-

ratorija za strego, montažo in pnevmatiko – LASIM, Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani, v imenu Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo, kot soorganizatorja posveta, pozdravil in nagovoril dr. Aleš Mihelič, generalni direktor direktorata za tehnologijo. V svojem nagovoru je poudaril pomembnost področja avtomatizirane strege in montaže za proizvodna podjetja predvsem pri povečevanju dodane vrednosti. Podal je usmeritve, ki se navezujejo na podporo razvojno usmerjenim in visokotehnološkim podjetjem v prihodnosti. Ministrstvo bo še naprej podpiralo inovativna podjetja in raziskovalnorazvojne dejavnosti, ki bodo imele za končni cilj napredne tehnologije za proizvodnjo z višjo dodano vrednostjo. Posebej je poudaril možnosti sodelovanja slovenskih visokotehnoloških podjetij na področju vesolja. Slovenska podjetja imajo v tem segmentu velike možnosti postati dobavitelj različnih komponent in sklopov, tehnologij ter znanja. Pomembno je, da podjetja jasno izrazijo svoje kratkoročne in dolgoročne usmeritve in s tem dajo podlago ministrstvu za pripravo dolgoročnih ukrepov in tudi kratkoročnih, kar je še posebej pomembno v času krize, za katero je očitno, da Slovenije ni obšla.

V imenu GZS je prisotne pozdravila mag. Janja Petkovšek, direktorica Združenja kovinske industrije pri GZS, ki je sodelovala že pri organiziranju petih predhodnih posvetov. Poudarila je pomembnost področja kovinske industrije v Sloveniji in še posebej področja avtomatizacije na sploh, kamor spadata tudi strega in montaža, na kratko prikazala statistične podatke o stanju kovinske industrije v Sloveniji v letu 2008 in spregovorila tudi o trendih za nadaljnji razvoj. Predstavila je statistične podatke o višini dodane vrednosti na zaposlenega v RS in še posebej izpostavila nizko dodano vrednost v Sloveniji na zaposlenega v primerjavi z drugimi evropskimi državami. V podrobnejši analizi je poskušala najti razloge za takšno stanje in predstavila možne ukrepe za njegovo izboljšanje. Mednje zagotovo sodi bolj učinkovita

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2009 - ASM '09

organizacija podjetij, procesov in ne nazadnje tudi motivacija delavcev za opravljanje svojega dela.

Predstavitvi podjetja Motoman Robotec, d. o. o., Ribnica in njegovega programa (podjetje je predstavil direktor Hubert Kosler) je sledil strokovni del srečanja, ki je bil razdeljen v tri tematska področja. Uvodoma je bila obravnavana vloga robotike v stregi in montaži s prikazom nekaterih novosti s področja varnosti pri uporabi robotov in sodelovanju s človekom ter zahtevne regulacije hidravličnega teleskopskega dvigala. Sledil je tematski sklop o povečanju učinkovitosti strežnih in montažnih sistemov ter procesov s poudarkom na uvajanju inteligentnih sistemov, povečanju zanesljivosti, informatizacije, gradnikov za izvedbo vitke proizvodnje itd. V tretjem tematskem sklopu je nekaj podjetij predstavilo praktične izkušnje s področja načrtovanja in avtomatizacije strežnih in montažnih sistemov v proizvodnih podjetjih in v gradbeništvu.

Na posvetu so se s svojimi dosežki, tehnološkimi rešitvami in tudi mnogimi dilemami predstavila številna podjetja. Mnoge rešitve, ki so bile prikazane, so plod lastnega razvoja podjetij in inovativnosti njihovih inženirjev ter bodo prav gotovo marsikomu pomagale pri rešitvi njihovih problemov in dilem, s katerimi se srečujejo v vsakdanji praksi.

Na razstavnem prostoru pred konferenčno dvorano so podjetja lahko predstavila tudi svojo dejavnost, vključno z demonstracijskimi modeli. Posvet ASM '09 je bil odlična priložnost za srečanje strokovnjakov sorodnih področij in medsebojno izmenjavo mnenj ter izkušenj.

*Doc. dr. Niko Herakovič,
UL, FS, vodja laboratorija LASIM*

Vaš partner v sistemski gradnji

MOTOMAN je vodilni sistemski dobavitelj robotike in avtomatizacije tehnoloških procesov v industriji.

Izkoristite dolgoletne izkušnje vodilnega podjetja na tržišču robotskega varjenja! Za Vas smo pripravili optimalno ponudbo varilne aplikacije, ki ne bo omejevala Vaših želja.

Prepričajte se sami in preverite to enkratno ponudbo:

- 1 x MOTOMAN robot za varjenje SSA2000
- 1 x MOTOMAN robotski krmilnik NX100
- 1 x MOTOMAN elektromotorna vrtljiva miza tipa RVE
- 1 x varilni izvor MotoWeld 350 A
- 1 x gorilnik z naletnim stikalom in poveznim paketom
- 1 x avtomatska postaja za čiščenje šobe
- 1 x samonosna nosilna konstrukcija s kabino

od 49.900,-€*



V primeru, da izberete MOTOMAN ste s tem izbrali vrhunsko kvaliteto in najnovejšo robotsko tehnologijo. Poleg standardnih produktov vam lahko MOTOMAN ponudi tudi kompletne varilne celice z robotskimi varilnimi pripravami za optimalno proizvodnjo vaših zvarjenih proizvodov.

Ali ste zainteresirani?
Pričakujemo Vaš odziv!

MOTOMAN robotec d.o.o.

Lepovče 23, 1310 Ribnica
T : 01/ 8372 410, E: info@motoman.si
www.motoman.si



**SLOVENSKA
AKREDITACIJA**
SIST EN 45012
C-001



ISO 9001
Q-234



ICIT & MPT 2009 - mednarodna konferenca o industrijskih orodjih in izdelovalnih tehnologijah

Sedma mednarodna konferenca o industrijskih orodjih in izdelovalnih tehnologijah, ki je potekala od 4. do 7. oktobra v Ljubljani, v kongresnem delu hotela City, je za nami. Tudi tokrat je bila osredotočena na industrijsko orodjarstvo in tehnologije predelave materialov.

Sedemdeset udeležencev iz šestnajstih držav (Avstrija, Bosna in Hercegovina, Bolgarija, Hrvaška, Češka, Nemčija, Italija, Japonska, Južna Koreja, Kitajska, Portugalska, Makedonija, Srbija, Slovenija, Španija in Velika Britanija) je pridobilo veliko svežih informacij s področja industrijskega orodjarstva in tehnologije predelave materialov.

Konferenca se je za nekatere začela v nedeljo, 4. oktobra, pozno popoldan, ko so lahko ob kozarčku in lahkem prigrizku pozdravili svoje stare znance ali pa že navezali prve poslovne stike. V ponedeljek, 5. oktobra, so plenarni del konference »otvorili« članki, ki so nastali pod vodstvom svetovno znanih in priznanih strokovnjakov na področju orodjarstva in izdelovalnih tehnologij (prof. Günther Schuh z Univerze RWTH iz Aachna, prof. Peter Hoffmann iz ER-LAS-a, prof. Engelbert Westkämper z Instituta Fraunhofer, prof. Reimund Neugebauer z Instituta Fraunhofer, dr. Philip Reeves iz podjetja Econolyst in Joan Guasch iz ASCAMM Foundation). Tako smo se spoznali z delom in načrtovanimi razvojnoraziskovalnimi projekti vrhunskih mednarodnih institucij.

V dveh dneh se je nato predstavilo sedeminpetdeset člankov. Težko je na kratko pregledati in poročati o vseh. Po zaključku predstavitev smo izvedli okroglo mizo, na kateri smo izdelali skupne zaključke glede poslovnih priložnosti in modelov glede



Utrinek s konference

prihajajočih novih tehnologij, strojev, računalniških orodij itd. Vsak od udeležencev konference je imel priložnost podati svoje mnenje o raziskovalnih področjih in idejah, ki imajo velik potencial v prihodnosti, takoj pa je dobil povratne informacije od drugih udeležencev, ki so poznali relevantne podatke ali so se česa podobnega že lotili v preteklosti.

V torek, 6. oktobra, je bil organiziran vodeni ogled podjetja Akrapovič, d. d. Konferenca se je zaključila v sredo, 7. oktobra, z B2B-dogodkom. Na njem je mag. Rajko Sabo z Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo najprej podal informacije o bodočih nacionalnih razpisih, nato pa je g. Joan Guasch s tehnološkega centra Ascamm iz Barcelone izčrpno poročal o mednarodnih razpisih. Sledila je priložnost za predstavitev projektnih idej in dvostranske pogovore med udeleženci. Z zadovoljstvom lahko zaključimo, da so prav vsi slovenski industrijski udeleženci z dogodka odšli s konkretnimi dogovori o prijavi mednarodnih RR-projektov do konca leta 2009 ali v začetku leta

2010. Želimo jim, da bo čim več od teh prijav tudi uspešnih.

Konferenco ocenjujemo kot zelo uspešno, saj v trenutnih razmerah ni enostavno organizirati in izvesti dogodka v tovrstnem obsegu. Glede na odzive in pohvale smo prepričani, da so udeleženci na konferenci dobili številne koristne informacije, ideje in navezali poslovne stike. Z izvedbo in udeležbo na tovrstnih dogodkih pa tudi vladnim institucijam sporočamo o pomembnosti branže, v kateri delujemo, kar se posledično odraža v priložnostih za pridobivanje sredstev za RR-projekte v prihodnosti.

Čas zelo hitro teče, zato bo uigrana ekipa TECOS-a že kmalu začela s pripravami na osmi ICIT & MPT, ki ga nameravamo pripraviti leta 2011.

*Dr. Gašper Gantar
TECOS, Celje*

Ljubljana, Slovenija, October 4th - 7th 2009

ICIT & MPT 2009
7th International Conference on Industrial Tools and Material Processing Technologies

19. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije

19. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije, ki je bilo na Rogli, 15. in 16. oktober 2009, je uspešno zaključeno.

Tudi letos ga je organiziral organizacijski odbor po pooblastilu izvršilnega odbora Društva vzdrževalcev Slovenije (DVS). S pripravami smo začeli spomladi, ko smo glede na izkušnje iz preteklih let ter glede na odmevnost in realne možnosti izdelali scenarij, strategijo in cilje posvetovanja. Ti so služili kot izhodišče za izvedbo in organizacijo celotne prireditve. Člani organizacijskega odbora so bili odgovorni vsak za svoje področje dela. Taka organizacijska oblika se je pokazala kot zelo učinkovita, saj so seje in medsebojna dogovarjanja potekali konstruktivno in strokovno. Vsi člani organizacijskega odbora so se izkazali s timskim delom.

Pri organizaciji in izvedbi 19. Tehniškega posvetovanja smo največ pozornosti namenili oblikovanju in postavitvi spletne strani, skrbi za razstavljalce in udeležence, sponzorjem, predavateljem, natečaju za najboljše diplomsko delo, natečaju za najboljšo idejo s področja vzdrževanja, otvoritveni in večerni slovesnosti, postavitvi razstavnih prostorov, izdaji revije Vzdrževalec – Zbornik, medijskim sponzorjem in medijem, obveščanju in pridobivanju obiskovalcev ter dogovarjanju in usklajevanju z Unior turizmom.

Spletni portal smo oblikovali tako, da si je vsak razstavljalcev na spletni strani zelo hitro in enostavno izbral razstavno mesto in ga potrdil. Enako smo storili z elektronskimi obrazci za prijavo udeležencev. Razstavna mesta smo, glede na povpraševanje, razporedili malo drugače kot lani.



Pogled na razstavne prostore

Tudi letos so bila razstavna mesta oštevilčena, da so obiskovalci lažje poiskali razstavljalca.

Posvetovanje se je začelo v četrtek, 15. oktobra, dopoldne. Na otvoritveni slovesnosti je obiskovalce poleg predsednika Društva vzdrževalcev Slovenije Sergia Tončetiča pozdravil še župan občine Zreče mag. Boris Podvršnik, nekaj besed pa je sodelovanju med društvom in Zvezo strojnih inženirjev Slovenije namenil tudi mag. Peter Vogrič.

V primerjavi z lanskim letom je bilo letos kljub krizi skoraj enako število obiskovalcev posvetovanja, kar je

glede na razmere spodbudno. Število razstavljalcev pa je bilo v primerjavi z lani nekaj nižje – bilo jih je skoraj 80 iz Slovenije in tujine. Diamantni sponzor 19. TPVS je bila družba Atlas Copco, d. o. o., srečanje pa je podprlo še 17 sponzorjev, 5 medijskih sponzorjev in en donator.

Med posvetovanjem so kot vsako leto potekala zanimiva strokovna predavanja, ki so potekala vzporedno v dveh predavalnicah in so bila dobro obiskana. Predavatelji so predstavili 14 referatov z aktualno tematiko, 2 diplomanta pa sta predstavila svoji diplomski deli. Novost letošnjega programa je bila organi-



Udeleženci okrogle mize



Nagrajenci natečaja za najboljšo idejo s področja vzdrževanja

zacija okrogle mize z naslovom *Kako do konkurenčne prednosti in razvoja podjetja z vzdrževanjem*, ki so se je udeležili vidni predstavniki gospodarstva in izobraževalnih ustanov, pogrešali pa smo (kljub obljubljeni udeležbi) predstavnike s pristojnih ministrstev.

Natečaj za najboljšo diplomsko delo je že nekaj let stalnica tehniških posvetovanj. Čeprav prijav ni bilo veliko, bomo s spodbujanjem prijav mladih tehničnih kadrov na naš natečaj nadaljevali. Letos je nagrado za najboljšo diplomsko delo po enotni odločitvi komisije prejel diplomant Janez Jančič za diplomsko delo z na-

slovom *Posodobitev filtrirne naprave valjčnega olja*.

Natečaj za najboljšo idejo s področja vzdrževanja je letos prvič potekal celo leto in je nadgradnja natečaja za »najvzdrževalski« izdelek, ki ga je društvo v preteklosti razpisovalo ob vsakoletnem TPVS. Po začetnih skromnih prijavah je v poletnem času prišlo 14 prijav, med katerimi je strokovna komisija nagradila 3, in sicer:

- bronasto plaketo za najboljšo idejo s področja vzdrževanja je prejel Alojz Mohorčič, družba Revoz, d. d., za izboljšavo »filter za odstranjevanje olj«;
- srebrno plaketo za najboljšo idejo

s področja vzdrževanja je prejel Franci Strniša, družba Danfoss Trata, d. o. o., za izboljšavo »izvedba hlajenja na stroju za brizganje plastike«;

- zlato plaketo za najboljšo idejo s področja vzdrževanja pa sta si za leto 2009 razdelila 2 nagrajenca, in sicer Jože Bevec in Matjaž Hočvar, oba iz družbe Revoz, d. d., za predlagano izboljšavo »namenski voziček za kontrolo prijema«.

Ob tej priložnosti se zahvaljujemo vsem sponzorjem, razstavljavcem, predavateljem, obiskovalcem in različnim sodelavcem, ki so s svojimi prispevki, delom in sodelovanjem pripomogli k dobri izvedbi srečanja ter k prepoznavnosti društva v medijih in slovenskem gospodarstvu.

Naslednje leto praznujemo 20. obletnico organiziranja tehniških srečanj. To bo velika priložnost tako za društvo kot naše člane in vse, ki spremljajo in spodbujajo delovanje društva, da za razvoj stroke vzdrževanja v Sloveniji naredimo še več. Zato vas že danes vljudno vabimo na jubilejno 20. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije, ki bo 14. in 15. oktobra 2010 na Rogli.

Organizacijski odbor TPVS DVS

  <p>Frekvenčni regulator Commander SK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Za moči od 0,25 kW do 132 kW - Vgrajen filter - Možnost prigradnje internega PLK (Logic Stick) - Smart Stick za kloniranje parametrov - Vgrajen PID regulator - Na zalogi - Ugodna cena 	 <p>Kalce 38b, 1370 Logatec Tel: 01/750-85-10 E-mail: ps-log@ps-log.si Fax: 01/750-85-29 www.ps-log.si</p> <p>Izvajamo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - konstrukcije in izvedbe specialnih strojev - predelava strojev - regulacija vrtenja motorjev - krmiljenje strojev <p>Dobavljamo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - servo pogone - frekvenčne in vektorske regulatorje - merilne sisteme s prikazovalniki - pozicijske krmilnike - planetne reduktorje 	  <p>Prikazovalnik pozicije Z-58</p> <ul style="list-style-type: none"> - Univerzalni pozicijski prikazovalnik za inkrementalne in absolutne merilne sisteme - 5 dekadni LED prikazovalnik, višina 14 mm - Vmesnik RS232 in RS422 - Dva relejna izhoda - Analogni vhod in izhod 0-10V ali 0-24mA
---	---	--

Na prvem mestu je vitkost

Letošnji enodnevni posvet o notranji logistiki v proizvodnji z naslovom Proizvodna logistika 09 je bil 21. oktobra v Novem mestu. Organizator podjetje GR Inženiring, d. o. o., iz Ljubljane in programski odbor dogodka sta pripravila pester konferenčni program s prispevki poznavalcev problematike iz akademskega okolja, strokovnjakov iz industrije ter ponudnikov rešitev in storitev. Konferenčni del z osmimi strokovnimi prispevki in razpravo je dopolnil primer dobre prakse z vodenim ogledom obrata za izdelavo tablet Notol v podjetju Krka, d. d.

Posvetovanje o proizvodni logistiki je s pozdravnim nagovorom odprl Stojan Grgič, predsednik programskega odbora dogodka. Poudaril je pomen vitkosti za majhna in srednje velika podjetja, ustanove, pa tudi državo. Osrednji namen prireditve je predvsem spodbuditi uporabo vitke organizacije tudi v logistiki. Letošnja – že tretja – konferenca je iskala osrednji logistični izziv v farmacevtski industriji, za razliko od prejšnjih, ko je bil poudarek na avtomobilski industriji, ki posebej bazi industrijski bazen okoli Novega mesta. Seveda je Novo mesto poznano tudi po Krki, d. d., uspešnem podjetju iz farmacevtske industrije, ki je zaradi strogih predpisov glede čistosti proizvodnega okolja in sledenja izdelkom poseben izziv tudi za proizvodno logistiko. Primer dobre prakse in izzive za logistiko je v prvem predavanju predstavil mag. Andrej Petkovič iz Krke, d. d. Čisto delovno okolje je pogoj za proizvodnjo v farmacevtski industriji, vse dokler trdne farmacevtske sestavine (tablete, obložene tablete in kapsule), ki so pretežni proizvodni program v Krki, niso v osnovni zaščitni embalaži. Stroški postavitve in vzdrževanja čistih proizvodnih prostorov pa so veliki. Zato so v Krkini enoti Notol (nov obrat trdnih oblik Ločna) z ustrežno logistiko in avtomatizacijo zmanjšali



Udeleženci posveta Proizvodna logistika 09

delež čistih proizvodnih prostorov. V njih potekajo le osnovni proizvodni postopki, logistični procesi pa v tehničnih prostorih, ki ne zahtevajo posebno strogih pogojev čistosti. Tok materiala so uredili s predhodno dobavo embalažnih materialov, hrambenjem kontejnerjev s polizdelki blizu proizvodnih linij, skrajšanjem transportnih poti palet, z razvrstitvijo transportnih nalogov v skupine in z določitvijo njihovih prednosti. Proizvodnja 2,5 milijard tablet letno je vsekakor logistični izziv, ki je trenutno predvsem v učinkovitosti pakiranja oziroma v skrajšanju časa zamenjave izdelkov na pakirni liniji. Od tega je odvisna skupna učinkovitost opreme OEE, ki je pomemben kazalnik vitkosti.

Informacijske tehnologije in vitkost v logistiki

O vlogi informacijske tehnologije v doseganju vitke proizvodnje in na splošno o informacijski dejavnosti in logistiki je govoril dr. Robert Leskovic s Fakultete za organizacijske vede Univerze v Mariboru. Informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) so še vedno tehnološka omejitev na področju programskih rešitev za optimizacijo razporejanja. Stroški IKT so pomembni in morajo biti manjši od koristi, predvsem pa jih moramo znati zračunati. Do danes informacijske rešitve še niso pokazale prednosti

pred preprostimi sistemi vodenja proizvodnje, kot je na primer vodenje s karticami kanban. Podjetja bodo morala za prednost na trgu zlitih načel vitke proizvodnje in naprednih informacijskih rešitev.

Stojan Grgič in Miha Capuder iz podjetja Špica International, d. o. o., sta predstavila predlog priporočil na področju proizvodne logistike ter nekaj izzivov in primerov logistike oskrbne verige. Za celovito proizvodno logistiko so pomembni embalaža, označevanje, strategija dostave materiala na delovna mesta, sodelovanje, povezovanje ter dogovarjanje z dobavitelji in vitka logistika dobave blaga. Udeleženci v oskrbni verigi imajo na to zelo različne poglede, zato je treba spodbuditi vpeljavo načel logistike in vitke organizacije. Vprašanje je, kdo bo pobudnik tega in kdo vse mora pri tem sodelovati. Stojan Grgič je mnenja, da vsi; od zbornic, združenj, ministrstva za gospodarstvo, inštituta za standardizacijo, veletrgovcev in velikih dobaviteljev do logističnih podjetij in kupcev oziroma uporabnikov. Miha Capuder je nato opisal značilno shemo oskrbne verige z njenimi izzivi in izzive proizvodnje v Sloveniji. Izpostavil je kakovost oskrbne verige in logistike, standardizacijo pakirnih enot, vlogo ter korist informacijskih tehnologij v logistiki ter e-poslovanje kot ključ do sodelovanja.

Označevanje in standardi v logistiki

Največji svetovni trgovec s pohištvom je ugotovil, da imajo milijonske stroške samo zato, ker dobavitelji slabo, narobe ali pa sploh ne označujejo blaga. Trgovec je kupil rešitev za označevanje in jo ponudil dobaviteljem v brezplačno uporabo. S tem je rešil velik logistični problem, predvsem pa pomembno zmanjšal logistične stroške. S to resnično zgodbo je Marko Vrbnjak iz podjetja Europlus, d. o. o., podkrepil pomen standardizacije in uvedbe ustreznega označevanja, ki zmanjša stroške, izboljša sledljivost in skrajša proizvodni proces. S sodobno tehnologijo je donos naložbe v ustrezno označevanje zelo velik. Zato je osnovno vprašanje, ki si ga mora postaviti podjetje, ali se mu splača imeti enoten sistem označevanja pri vseh dobaviteljih. Naslednje vprašanje pa je, kako to prepuštili zunanjim izvajalcem.

V avtomobilski industriji, pa tudi drugod, uporabljajo priporočila svetovnega logističnega standarda MMOG/LE (materials management operations guideline and logistics evaluation), ki sta ga v imenu svojih članic uskladila severnoameriška skupina avtomobilske industrije AIAG (Automotive Industry Action Group) in evropska organizacija Odette. Jože Novinšek iz podjetja M2M Informacijski sistemi, d. o. o., je razložil pomen standarda, kako začeti njegovo uvajanje, pa tudi, kakšne rezultate imajo tisti, ki ga uporabljajo. Standard je tudi podlaga za samooceno in analizo odstopanj. Struktura MMOG/LE namreč vodi proizvajalca skozi temeljito oceno učinkovitosti materialnega toka in logistike ter daje navodila za osvajanje najboljših poslovnih praks.

Anton Mesič iz logističnega podjetja Schenker, d. d., je predstavil skladiščno in distribucijsko logistiko, ki po svetu že vstopa v proizvodna podjetja kot zunanja storitev. Izločanje logistike je priložnost za logistična podjetja, pa tudi stroškovna korist za celotno dobavno verigo. Dragan Zorn iz Iskre Avtoelektrike, d. d., je predaval o vlogi nabave v odnosu do logistike. Pri tem je poudaril predvsem odnos z dobavitelji, pa tudi vitkost procesov. Na primeru je pokazal, kako so z osredotočeno nabavo v podjetju izboljšali delovanje logistike kot tudi celotne oskrbovalne verige. Oskrba proizvodnje je na splošno osrednja tema, ki povezuje nabavo, logistiko in oskrbno verigo.

Pogoj za kakovostno oskrbo je vzajemno sodelovanje dobaviteljev in kupcev. O tem je govoril Janez Stojan iz podjetja Visit, d. o. o. Poudaril je, da se odnosi med kupci in dobavitelji korenito spreminjajo in postajajo vedno bolj prepleteni. Zato je potreba po izmenjavi poslovnih podatkov vedno večja. Podjetja so prisiljena v informacijsko povezovanje, kar je treba zagotoviti tudi malim in srednje velikim dobaviteljem.

Razprava

Pred zaključkom dogodka z vodenim ogledom proizvodnega obrata Notol družbe Krka, d. d., je bila še razprava, na kateri so na vprašanja udeležencev odgovarjali dr. Robert Leskovar, dr. Aleš Groznik z Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani in Stojan Grgič, ki je razpravo tudi povezoval. Glavna poudarka razprave sta bila vitkost in stroškovno modeliranje. Vitkost je poleg tehnološkega tudi socialni izziv in se dotika vseh zaposlenih v podjetju. Vprašanje je, ali se dovolj zavedamo pomena

opolnomočenja zaposlenih, ki je pomemben del učinkovitosti vitke organizacije, in kje so človeške zmožnosti in zmogljivosti v Slovenji. Če se želimo resnično ukvarjati z vitkostjo, potem je treba uporabiti tudi nekatera naprednejša orodja, kot sta na primer modeliranje in simulacija. Ko govorimo o stroškovnem modeliranju, se je potrebno vprašati, ali se stroškov sploh zavedamo in ali jih obvladujemo. Osnova za modeliranja je metodološko spremljanje stroškov, na začetku z metodo ABC in spremljanjem stroškov po izdelkih. Predvsem moramo vedeti, kaj od stroškovnega modeliranja pričakujemo. Nučen in potreben pogoj za modeliranje je urejeno poslovanje. Stroškovno modeliranje je lahko podlaga za vrednotenje tveganj oziroma ali se nek izdelek ali projekt podjetju izplača. Serije izdelkov se zmanjšujejo, zato morajo podjetja ovrednotiti, kateri izdelki so še donosni. Počasi prihajamo do spoznanja, da bo treba spremeniti način dela za obstoječe izdelke, če ne želimo delati izgube. Vprašanja udeležencev so pokazala, da so prišli časi, ko bo treba spremeniti organizacijo dela in tudi kakšen poslovni model.

Zaključno poročilo Proizvodne logistike '09, ki ga je za objavo na spletni strani www.logistika-slo.si pripravil dr. Tomaž Perme iz revije IRT3000 kot medijski pokrovitelj dogodka.

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

Energetski tehnološki dan Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije

Odbor za znanost in tehnologijo pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije je 27. oktobra organiziral izjemno uspešen energetski tehnološki dan, ki se ga je udeležilo rekordnih 206 udeležencev. Soorganizator dogodka je bila Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru, točneje Inštitut za močnostno elektroniko in laboratorij za energetiko, ki ga vodi **prof. dr. Jože Voršič**. Strokovni dogodek je bil organiziran na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru. Svečano ga je odprl rektor **prof. dr. Ivan Rozman** in predsednik odbora za znanost in tehnologijo pri OZS **Janez Škrlec**, ki je bil tudi moderator omenjenega dogodka.



Prof. dr. Ivan Rozman

Strokovne teme so bile razdeljene v več tematskih sklopov, in sicer: energija sonca, sončne celice in paneli, fotovoltaika kot veda o direktni pretvorbi sončne energije v električno, sončne elektrarne in vključitev sončnih elektrarn v omrežje. Strokovne teme pa so zajemale razvoj sončnih celic prve, druge in tretje generacije ter trend razvoja na tem



Udeležba na energetsko tehnološkem dnevu je bila številna

področju. Razdelitev v skupine in tehnološke procese pridobivanja silicija in seveda procese izdelave sončnih celic in stopnje njihovega izkoristka, je predstavil doc. dr. Mitja Solar. Zelo podrobno so bili predstavljeni tudi razsmerniki in pretvorniška vezja ter sistem sledenja soncu. To temo je izjemno strokovno in zanimivo predstavil **prof. dr. Gorazd Štumberger**. Prof. Štumberger je prikazal tudi možnosti, kaj konkretno bi v Sloveniji na tem področju lahko izdelovali in proizvajali, pa danes žal le uvažamo. **Sebastjan Seme, univ. dipl. inž. el.**, je predstavil energijo sonca, astronomijo, vpadne kote in njihov pomen ter zgodovino razvoja fotovoltaike do danes, vrste sončnih

Vključevanje sončnih elektrarn v javno omrežje in zakone, predpise ter pravilnike na tem področju je zelo celovito predstavil **prof. dr. Jože Voršič**. Izpostavil je zlasti pomen kakovosti električne energije, varnost na tem področju in ekonomsko upravičenost gradnje sončnih elektrarn. Energetski tehnološki dan sodi v enega izjemno uspešnih dogodkov Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije in posredno v kontekst aktivnega povezovanja gospodarstva z akademsko in znanstveno sfero, kar je tudi posebna prioriteta odbora za znanost in tehnologijo pri OZS. Strokovni dogodek je bil izveden v okviru projekta EnergyHub, ki ga financirata MVZT in Tehnološka agencija Slovenije.



Utrinek s predavanj

celic, izkoristke, tehnološke postopke izdelave sončnih celic in panelov pa **doc. dr. Mitja Solar**.

Janez Škrlec
Obrtna zbornica Slovenije
foto: Janez Pogorelc, FERI Maribor

Več kot 160 udeležencev foruma 100% Start:up

V okviru prvega dela tekmovanja Start:up Slovenija je v Tehnološkem parku Ljubljana 29. oktobra potekal celodnevni podjetniški forum 100% Start:up, na katerem že uspešni start-up podjetniki izmenjujejo svoje znanje, izkušnje, napake in uspehe z bodočimi slovenskimi inovativnimi podjetniki. Forum predstavlja osrednji dogodek prvega dela tekmovanja Start:up Slovenija, ki ga organizira Tovarna podjetjem skupaj s Tehnološkim parkom Ljubljana in Poslovnimi angeli Slovenije ter osrednjima javnima partnerjema Javno agencijo RS za podjetništvo in tuje investicije ter Ministrstvom za gospodarstvo in z drugimi partnerji.



Udeleženci foruma 100 % Start: up

in izvršnost, pridobivanje kapitala za razvoj ideje ter – zadnji del – aktualni programi za podporo in spodbujanje inovativnega podjetništva.

Organizatorji foruma so za spodbujanje aktivnega sodelovanja udeležencev oblikovali poseben pristop, imenovan »Aktiviraj se!!!«. Ta zajema štiri module programa (VŽIG, MATCHING, PITCH in 121 SVETOVANJE). V njihovem okviru dobijo udeleženci priložnost, da svojo idejo prvič predstavijo javnosti, navdušijo potencialne člane ekipe, investitorje ali strateške partnerje ter izkoristijo nasvete prisotnih svetovalcev.

Forum je osrednji del prvega dela tekmovanja Start:up Slovenija

Forum 100% Start:up predstavlja enega izmed 10 dogodkov uvodnega dela tekmovanja Start:up Sloveni-

ja, slovenskega tekmovanja start-up podjetij. V prvem delu tekmovanja se iščejo, ocenijo in nagradijo najboljše podjetniške ideje, prijavljene do 6. novembra.

Start:up Slovenija je namenjen celovitemu spodbujanju in promoviranju podjetniške aktivnosti v Sloveniji. Temelji na procesu identificiranja inovativnih podjetniških idej, nudenju strokovne pomoči podjetnikom, aktivnem mreženju ter izboru, promociji in nagrajevanju najboljših podjetniških idej in start-up podjetij. Izobraževalnih in promocijskih dogodkov prvih dveh tekmovanj Start:up se je po vsej Sloveniji udeležilo preko 2.000 ambicioznih podjetnikov in podjetnic. Prejetih je bilo 75 poslovnih načrtov, ki sta jih preračevali strokovna in investitorska komisija ter izbrali finaliste in zmagovalce tekmovanja.

www.tp-lj.si

Na forumu je sodelovalo več kot 160 udeležencev iz celotne Slovenije, ki se že aktivno spogledujejo s podjetniško potjo in iščejo dodatna znanja, izkušnje in modrosti že uspešnih podjetnikov. Odziv udeležencev oz. sodelovanje na forumu je bilo izjemno. Zaradi hitre zapolnitve razpoložljivih mest so bili organizatorji primorani zapreti prijave že tri dni pred dogodkom, saj je bilo prijavljenih več kot 200 potencialnih udeležencev.

Forum je bil vsebinsko razdeljen na štiri dele, ki predstavljajo ključne elemente uspeha start-up podjetij: inovativnost, razvoj ideje in pridobivanje prvih strank, formiranje tima



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

Poenostavljeno označevanje tekstilnih izdelkov Rašica

Za družbo Rašica je LEOSS pripravil rešitev za poenostavljeno označevanje tekstilnih izdelkov. Ko so bile vse zahteve definirane in izbrana ustrezna oprema, je dejanska uvedba vzela vsega tri ure.

Kako kakovostno in pravilno označiti tekstilne izdelke s črtno kodo? Kako hitro zagotoviti obesne kartončke in narezane všivne tekstilne etikete? Tiskanje na tekstilne trakove.



Rašica kartončki

Integracija tiskanja etiket v obstoječi informacijski sistem. Poenostavljeno označevanje tekstilnih izdelkov je omogočila uvedba programske rešitve *NiceLabel Suite*, ki zagotavlja v povezavi z industrijskimi tiskalniki *Zebra* tiskanje več kot 11.000 kartončkov dnevno. Tiskanje etiket poteka avtomatsko zaradi modula *NiceWatch*, s katerim nastavimo poljubno proženje izpisa kartončkov in všivnih trakov direktno iz obstoječega informacijskega sistema.

1. Kakšno je bilo stanje pred uvedbo naše rešitve (delo pred implementacijo)?

Delo je potekalo preko papirjev, vključenih je bilo več zaposlenih. Pojavljale so se človeške napake, ki so privedle do nezanesljivega označevanja.

2. Kako je potekala implementacija?

NiceLabel Suite (modul *NiceWatch* – job datoteke) + tiskalnik *Zebra ZM400* za dotisk na kartončke. Tisk deklaracij z znaki za vzdrževanje na tekstilni material (všivne etikete) ter sprotno rezanje potiskanih trakov na poljubno dolžino z industrijskim tiskalnikom *Zebra 2746e*.

3. Čas uvedbe rešitve

Rešitev je bila uvedena v manj kot treh urah. Dve uri je vzela namestitev tiskalnika s finimi nastavitvami in priklopom v lokalni informacijski sistem, medtem ko smo za konfiguracijo programske opreme *NiceLabel* potrebovali manj kot eno uro.

4. Kaj je prinesla rešitev? Kako poteka delo po implementaciji (način dela potem)?

Označevanje je zanesljivejše in poenostavljeno ob znatno večji

hitrosti dela. Število napačnih izpisov se je drastično zmanjšalo, pomemben prihranek predstavlja močno povečana produktivnost. Rešitev zahteva manj uporabnikov za več opravljenega dela. Črtna koda je varovalka, ki zmanjšuje število napak.

5. Kakšne so bile alternative naši rešitvi in zakaj niso bile izbrane?

Termalni tiskalniki drugih proizvajalcev niso bili ustrezni zaradi nezmožnosti tiska na tekstilne trakove kot tudi ne na obesne kartončke. Alternative programske opreme *NiceLabel* ni bilo.

6. Čas, v katerem se je investicija povrnila?

Investicija se je povrnila prej kot v enem letu.

7. Kakšni so prihranki (npr. čas, enostavnejše delo, hitrejši zajem podatkov ...)?

Rešitev zahteva manj uporabnikov za več opravljenega dela. Prihranki so časovni in denarni. Napačnih izpisov je bistveno manj, zato je manj pritožb in odpadnega potrošnega materiala.

Kaj pridobi uporabnik takšnega sistema?

Poenostavitev. Višjo hitrost. Zanesljivost. Manjšo porabo repromateriala. Delo je enostavnejše, poteka hitreje in natančneje. Napačnih izpisov je manj, produktivnost je visoka – manj



Industrijski tiskalnik etiket *Zebra ZM400*

nadaljevanje na str. 506

FLUIDNA TEHNIKA - HIDRAVLIKA - ELEKTRONIKA

HYDAC

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
www.hydac.si

Izteka se pestro leto, zahtevno in polno sprememb. Ponosni smo, da smo kljub temu dokazali, da se znamo hitro prilagoditi spremenjenim razmeram in doseči cilje, ki smo si jih zadali.

Vendar, tega ne bi dosegli brez vašega zaupanja. Le to nam daje največjo potrditev, da smo na pravi poti.

Prepričani smo, da bomo tudi v prihajajočem letu skupaj uspešno nadaljevali zastavljeno pot. Še naprej se bomo usmerjali k vam, našim spoštovanim strankam, za vas pripravili še več zanimivih in kvalitetnih izdelkov, rešitev in storitev. Predvsem pa bomo vaš odgovoren in zaupanje vreden partner na področju fluidne tehnike.

*Vsem poslovnim partnerjem, kolegom, prijateljem
in bralcem revije Ventil
želimo prijetne praznike
ter uspešno in srečno leto 2010.*



Večji del sredstev, namenjenih za nakup voščilnic in poslovnih daril, smo tudi letos namenili humanitarni organizaciji.

nadaljevanje s str. 504

uporabnikov za več opravljenega dela. Ekološki vidik – manj papirja. Tehnologija črtne kode preprečuje napake.

O Zebri ZM400

Gre za univerzalni industrijski termalni tiskalnik, ki nadomešča vse predhodnike iz serije Z, vključno z modelom TLP2746e (tako je mogoče

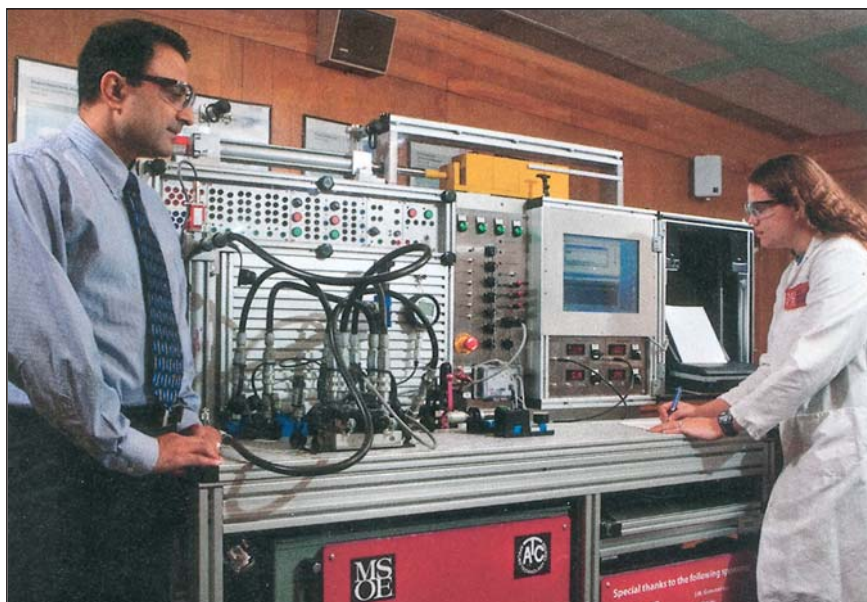
naročiti tudi model, ki se obnaša kot TLP2746e). ZM400 ima vgrajen nož za odrez nalepk in je zaščiten s kovinskim ohišjem. Zagotavlja tiskanje etiket do širine 104 mm pri hitrosti 254 mm/s in ločljivost tiskalne glave 8 pik/mm. Pomnilnik DRAM 16 MB, FLASH 8 MB, programski jezik ZPL z naborom znakov UNICODE in standardno vgrajeno RTC za izpis datuma in ure. Komunikacijski vmesniki so

paralelni, serijski in USB 2.0. Senzorji: pomični prosojni in fiksni odbojni senzor.

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*

Sodobno univerzalno inteligentna preskuševališče za fluidno tehniko

Na MSOE (Milwaukee School of Engineering), ki ima enega najstarejših laboratorijev in programov visokošolskega izobraževanja za fluidno tehniko v ZDA, so zasnovali in izdelali prototip sodobnega univerzalnega preskuševališča za fluidno tehniko. Preskuševališče nameenjajo izdelovati kot standardni učni pripomoček za visokošolsko poučevanje fluidne tehnike na višji stopnji bodočih inženirjev strojništva.



Preskuševališče je zasnovano kot univerzalno, inteligentno, kompaktno in prevozno primerno za visokošolske študije, pa tudi za specialistično strokovno usposabljanje v industriji. Zasnova je utemeljena v *Centru za kompaktno in učinkovito fluidno tehniko* (Center for Compact & Efficient Fluid Power) v okviru *Tehničnega raziskovalnega centra Nacionalnega sklada za znanost* (National Science Foundation Engineering Research Center).

Preskuševališče je prevozno na kolesih z ogrodjem, ki nosi vse potrebne sestavine in enote. Sestavine so iz standardne industrijske ponudbe, med seboj povezane s standardnimi cevni priključki ISO in hitrimi cevni spojkami.

Enote in sestavine omogočajo oblikovanje vezij in preučevanje naslednjih disciplin fluidne tehnike: hidravlika, elektrohidravlika, pnevmatika, elektropnevmatika in elektromehanika.

Preskuševališče omogoča šolanje in usposabljanje na osnovni in višjih stopnjah, v obsegu standardnih ali posebnih tečajev, tako za stacionarno kot mobilno uporabo fluidne tehnike.

Krmilna vezja omogočajo krmiljenje sistemov s premočrtnim ali vrtilnim gibanjem, za pozicioniranje in/ali krmiljenje hitrosti, merjenje tlaka, toka, sile in navora.

Zasnova inteligentnega preskuševališča obsega:

- PC-krmiljenje in nadzor delovanja,
- izbiro ISO ali anglosaškega sistema enot,
- črpalke s spremenljivo iztisnino,
- prilagodljivi in interaktivni način krmiljenja črpalke, po izbiri uporabnika,

- nastavitev delovnega tlaka in/ali najvišje temperature obratovanja,
- opozorilne signale pri nedovoljenem povišanju temperature, pojavu kavitacije, odstopanju nivoja olja in zamašenosti filtrov,
- avtomatizirane podsisteme preskušanja,
- pametna navodila za vzdrževanje (koledar vzdrževanja, dokumentacija, postopki za popravila) in
- možnosti povezave v hibridne sisteme (npr. elektro-hidropnevmatika).

Dodatne informacije so na voljo pri: dr. Medhatu Khalilu na MSOE, tel.: + (414) 277-7269 ali e-pošta: khalil@msoe.edu.

*Po H & P 62(2009)10 - str. 10
pripravil Anton Stuček*

Tehnika povezovanja v fluidni tehniki

Revija *Fluid* v posebnem delu letošnje oktobrske izdaje izčrpno predstavlja tehniko povezovanja v fluidni tehniki z obravnavo novosti na področju kovinskih cevi, gibkih cevi in cevni priključkov. Predstavitev obsega 25 strani pisnih prispevkov (11 strokovnih prispevkov in številne reklamne prispevke z osnovnimi tehničnimi podatki o zanimivih izdelkih (okoli 20 objav) pomembnih dobaviteljev).

Vsebina pisnih prispevkov je naslednja:

Naslovna tema:

- Izdelava se vedno prične z dušo
 - Izdelava hidravličnih gibkih cevovodov v Hannoveru – Mündnu (Klinker, W.)

Tehnike povezovanja:

- Naše gibke cevi pokrivajo celotno področje uporabe – Intervju s štirimi eksperti iz firme Parker Hannifin (Schmidt, Th. H., Engleder, F., Behrens, G., Junkermann, M.)
- Zajemanje dejanskih napetosti – Nadzor stanja vijčnih zvez zahvaljujoč inteligentni podložki (Steiger, U.)
- Za zanesljivo mrežo napajanja – Sistemi vtičnih cevni spojk za pnevmatiko in hidravliko (Guest, J.)
- Zmanjševanje porabe energije – Vtične cevne spojke in funkcionalni cevni priključki za stisnjeni zrak (Sprünken, B.)
- Ob krizi sodelavce dodatno izobraževati – Intervju z J. Bötttingerjem, vodjo Mednarodne akademije za hidravliko v Dresdnu

Gibki cevovodi:

- Jamčimo za visoko kakovost naših

izdelkov – Intervju z D. Wallacom, regionalnim direktorjem firme Swagelock za Evropo

- Primerni za vse vremenske razmere – Prilagodljive cevne zveze za hidravliko (Botka, P.)

Cevi:

- Mehko skozi kovino – Patentirana zaščita cevni kolen proti obrabi pri pnevmatičnih transportnih napravah (Lohmann, J.)
- Za čisto vodo – Programska oprema za načrtovanje cevovodov (Ewig, A.)
- »Hitro varjenje« brez dodajanja materialov – Tehnika povezovanja pri gradnji cevovodov

Vir: Klinker, W., in dr.: Sonderpublikation der Zeitschrift Fluid Spezial 43(2009)

Pripravi: A. Stušek

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

Predstavitev podjetja ENERPAC – intervju s predstavnico oddelka tržnih komunikacij gospo Irene Kremer

Uredništvo revije za fluidno tehniko, avtomatizacijo in mehatroniko – Ventil – se vam zahvaljuje za redne predstavitve zanimivih tehničnih rešitev in storitev na različnih področjih tehnike v okviru podjetja ENERPAC. Svoje bralce bi radi še podrobneje informirali o vaši firmi. Zato vas ljubezno vabimo za odgovore na nekaj naših vprašanj.

Ventil: Prosimo vas, da nam predstavite kratko zgodovino delovanja vašega podjetja.

I. Kremer: Enerpac je moderno podjetje, ustanovljeno leta 1920. Začetki njegove dejavnosti obsegajo izdelavo hidravlične opreme pod tržno znamko *Blackhawk*. Leta 1958 je bila uvedena tehnologija usmerjena predvsem v industrijsko uporabo in takrat je bilo ustanovljeno podjetje *Enerpac*. Sedaj je Enerpac ena od divizij 1,6 milijarde dolarjev vrednega multinacionalnega podjetja *Actuant, Inc.*, s sedežem v *Butlerju, Wisconsin, ZDA*.

Temeljna usmeritev podjetja je zagotoviti široko paleto izdelkov in potrebne opreme za največje obremenitve – sile, ki omogočajo povečano produktivnost ter enostavno in varno delovanje.

Ventil: Kateri so vaši najpomembnejši izdelki in storitve?

I. Kremer: Naš osnovni program izdelave oz. ponudbe obsega premišljeno in obsežno družino visokotlačnega hidravličnega orodja s potrebno opremo – z imenskim delovnim tlakom 700 bar – za ustrezno in zanesljivo podporo delovnih procesov na skoraj vseh področjih industrije, gradbeništva itd. Družina sestavin obsega vse potrebno od najmanjših hidravličnih valjev do računalniško krmiljenih



Hidravlični valji



Hidravlične črpalke

dvižnih sistemov tudi največjih konstrukcij v industriji in gradbeništvu.

Najpomembnejše skupine izdelkov so:

Hidravlični valji za dvigovanje, potiskanje, vlečenje, krivljenje in vpenjanje – z enosmernim ali dvosmernim delovanjem, s polno ali votlo batnico, z delovnim gibom 6 do 5000 mm in imensko silo od 5 do 2000 t, v jekleni ali lahki aluminijski konstrukcijski izvedbi.

Hidravlične črpalke z ročnim, baterijskim, električnim ali pnevmatičnim



Hidravlična orodja

pogonom ali pogonom z motorjem z notranjim zgorevanjem – agregatirane z ustreznimi rezervoarji olja in/ali krmilnimi moduli (ventili).

Hidravlična orodja za spajanje, ločevanje, pritezanje (z določenim navorom), rezanje, razpiranje ipd.

Hidravlična vpenjalna tehnika z delovnim tlakom 350 bar za avtomatizirano strego in montažo pri izdelovalnih postopkih – premočrtni in zasučni vpenjalni valji, hidravlične črpalke in priročni agregati, krmilni ventili, moduli, gibki cevovodi in druge pomožne sestavine.



Hidravlična vpenjalna tehnika

Integrirane hidravlične naprave – sistemi v standardizirani izvedbi ali po naročilu – za sinhronizirane dvizne



Integrirane hidravlične naprave – sistemi

sisteme, vodogradbene pregrade, dviganje težkih bremen in odrov ter v posebni izvedbi aktuatorjev *Uni-Lift®*.

Ventil: Kakšne so osnovne značilnosti vaših integriranih hidravličnih rešitev?

I. Kremer: To so inovativne sistemske rešitve hidravličnega krmiljenja gibanja. Enerpac izkorišča svoje bogate izkušnje na področju natančnega krmiljenja pozicioniranja, hitrosti in sil za precizno premikanje tudi največjih in najtežjih svetovno znanih gradbenih konstrukcij. Enerpacove izkušnje in tehnologija ter inovativne rešitve

so zagotovile varnost in zanesljivost, pri gradnji »Ptičjega gnezda« v Pekingu, pri balansiranju in dvigovanju 5100-tonskega bagerja v Avstraliji, pri podpiranju viadukta Millauu v Franciji, gradnji vetrnih elektrarn v Nemčiji, sestavljanju in razstavljanju odra za popularno popskupino U2 in še veliko podobnih projektov.

Ventil: In kako to zagotavljate v svetovnih razmerah?

I. Kremer: Imamo preko 150 prodajnih specialistov in servisno mrežo v 17 državah sveta. Zato so Enerpacovi izdelki in storitve uveljavljeni na najrazličnejših področjih tehnike in gospodarstva, še posebno v izdelovalni industriji,

gradbeništvu, industriji nafte in plina, v ladjedelništvu, na železnicah, v kovinskopredelovalni industriji itd.

Osnovni poudarki so in ostanejo na zagotavljanju izdelkov in storitev, povezanih z visokimi silami in preciznim krmiljenjem gibanja in namenjenih izvedbi najdržnejših gradbenih projektov ter povečanju zanesljivosti in

varnosti delovnih procesov v industriji in gospodarstvu nasploh.

Ventil: Ali ste formalno zastopani v Sloveniji?

I. Kremer: Da! Vse informacije o Enerpacu, njegovih izdelkih in storitvah dobite pri našem zastopniku *Hidravlika, d. o. o.*, Medlog, seveda pa tudi na naslovu: www.enerpac.com

Ventil: Zahvalujemo se vam za pogovor in vam želimo uspešno delo tudi v prihodnje.

Anton Stušek
Uredništvo revije Ventil

Different Robotic Structures Aiming To Help In Testing Neuroprosthesis Control Strategies

Marian POBORONIUC, Marian PETRESCU, Marius-Ciprian STEFAN, Gheorghe LIVINT

Abstract: This paper presents some robotic structures and software components aiming to emulate human body motion, while a neuroprosthesis is supposed to provide certain control over the muscles of a disabled person during a rehabilitation process. A Simulink&Matlab model implements the human body model while certain muscles are electrically stimulated and the resulted motion of the human body is shown by controlling a humanoid-like robotic structure. The main feature of the proposed humanoid-like robotic structures is support for the training, development, implementation and testing of user defined control algorithms for a neuroprosthesis.

Keywords: Robot control, Neuroprosthesis, Functional Electrical Stimulation, Rehabilitation

■ 1 Introduction

A motor neuroprosthesis has been proven as helpful in performing standing and even walking exercises in paraplegia [1], [2], [3] and [4]. Functional electrical stimulation (FES) provides a means of producing controlled contractions in muscles that are paralyzed due to a disease of the central nervous system. A so-called neuroprosthesis may be used to restore the motor function in paraplegic patients on the basis of FES. Improved performance of these neuroprostheses can be obtained through feedback control [5], [6] and [7]. In order to develop and evaluate different feedback con-

troller schemes, a versatile closed-loop FES-based system for use in research laboratory is essential. The system needs to be easy to use, reliable, and it needs to ensure an easy implementation of any new proposed controller. Therefore, a lot of work has to be done prior to testing it on a patient in a clinical environment.

During the last few decades, different control methods that aim at restoring standing have been proposed [2], [3], [5] and [6]. Generally, paraplegic subjects can control their balance by using hand supports as crutches or parallel bars, and their standing periods vary due to the adopted posture, muscles fatigue and strength. Therefore, the most suitable SCI (spinal cord injured) patients to perform standing exercises by means of these FES based control methods are those with a T7-T12 lesion level. Although open loop control strategies do not account for any changes in the muscles performance such as fatigue or load changes, they are still widely used in clini-

cs due to their relative simple set-up. A good mathematical model of the human body [6] is required along with a program which allows easy implementation of different control strategies. In order to show the effectiveness of the proposed methods rather than by graphs and animations made by computer programs, it is much more interesting to show kinetherapists, clinical engineers and master students how a neuroprosthesis control affects the human body posture. The robot-like human body needs joint variables (ankle, knee and hip angles, angular velocities and accelerations), which are the result of the simulation.

This paper presents some of our work dealing with human body modelling, simulation, control strategies for neuroprosthesis and human body motion emulation on different robotic structures.

■ 2 Testing system

The overall system like neuroprosthesis requires technology that inclu-

PhD, Associate Professor, Marian Poboroniuc, PhD, Senior Lecturer, Marian Petrescu, PhD student, Assistant Marius-Ciprian Stefan, PhD, Professor Gheorghe Livint, Faculty of Electrical Engineering, "GHEORGHE ASACHI" Technical University of Iasi, Romania

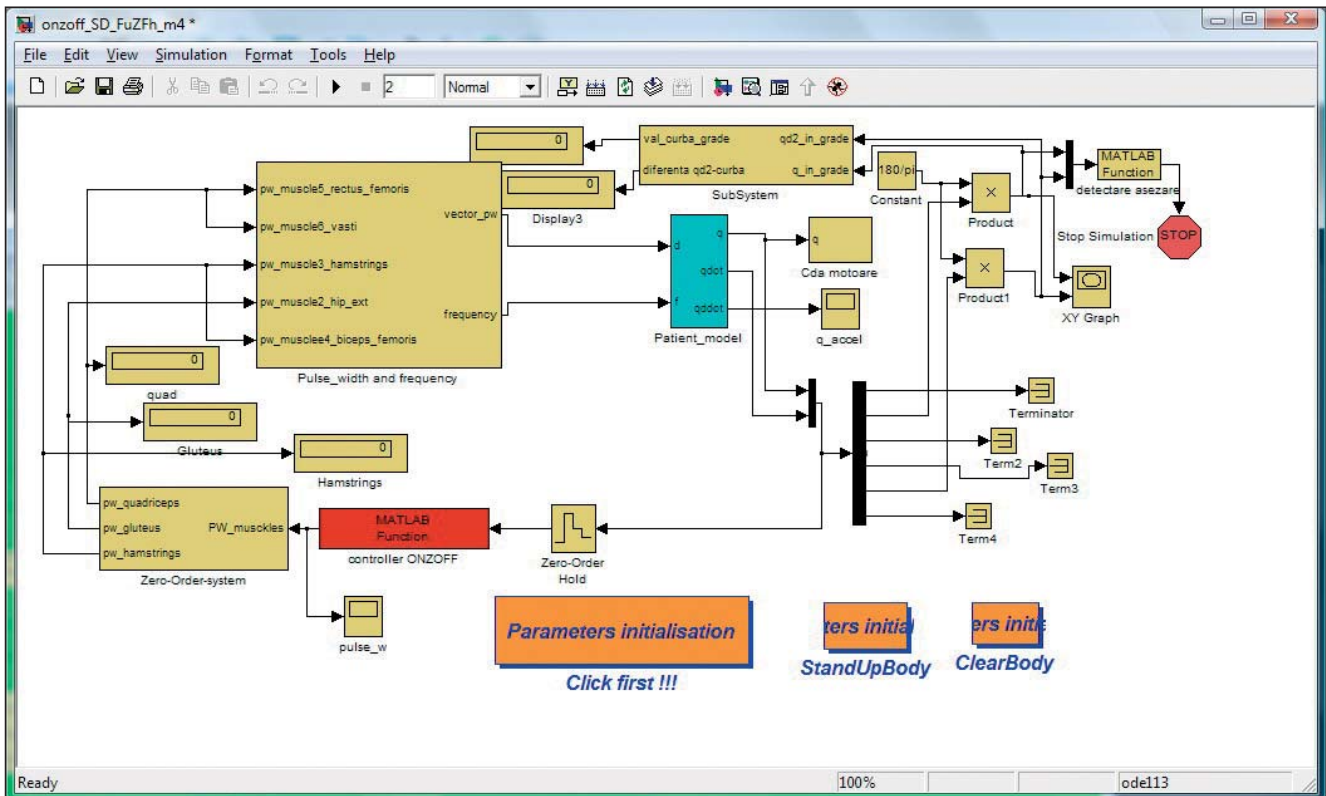


Figure 1. The Simulink Matlab model of a human body and a FES-based controller block (red one)

des stimulators, electrodes, sensors, lead wires and/or communication channels that connect them. Most of these components have to be mathematically modeled if it is of interest to emulate the human body motion, while a neuroprosthesis provides a controlled stimulation to the required group of muscles. Our proposed system contains a complex Matlab Simulink® model of the human body behavior, while the lower body muscles are considered electrically stimulated (see Figure 1) and different robot-like human body structures connected to the computer that performs a standing-up, standing and sitting-down chained motion as resulted in simulation.

2.1 Human body model

The considered Simulink model implements a three segmental model of a human body with nine mono- and biarticular muscle groups, as described in [6]. These muscle groups are modeled in the sagittal plane inducing moments about the ankle, knee, and hip joints. All muscle groups except monoarticular hip flexors can be activated in a real experiment by a

proper arrangement of surface electrodes. Each modeled muscle group has its own activation and contraction dynamics. The inputs for the model are the stimulator pulse width and frequency. Muscle activation, muscle contraction and body segmental dynamics are the three main components of the implemented model. The forces computed for any of the nine muscle groups that are activated due to an applied electrical stimulus, are

input to the body-segmental dynamics. The interaction (horizontal and vertical reaction forces) with a seat is modeled by means of a pair of non-linear spring-dampers. The vertical shoulder forces are modelled as a function of measured knee angles by means of a fuzzy controller [8]. The implemented human body model will be provided with the electrical stimulus parameters (pulse width and frequency) for any selected muscle

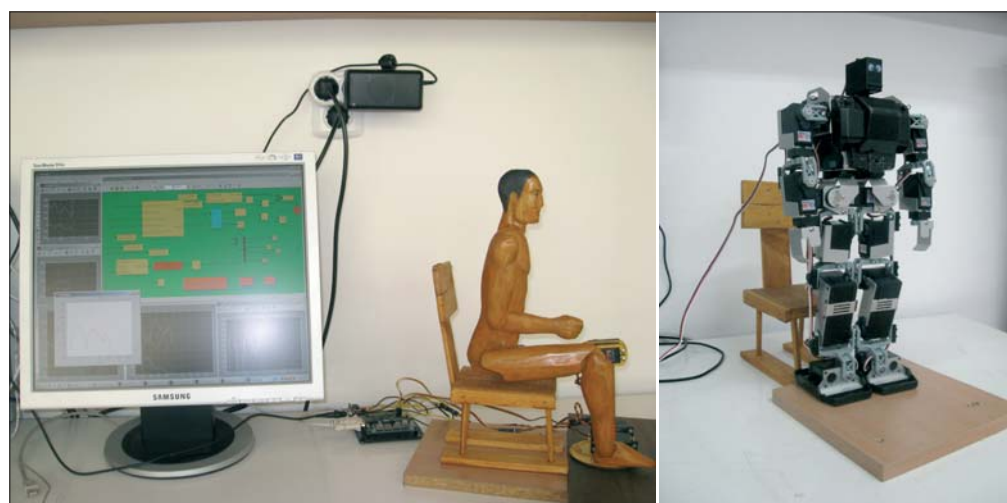


Figure 2. Robotic structures aiming to mimic the human body motion as induced by a neuroprosthesis (left – wood light structure superposed on a Lynxmotion robot arm, right – the humanoid Kondo robot)

groups, in accordance with the desired control strategy of a motion task. The outputs are the angles, angular velocities and accelerations computed at the ankle, knee and hip joints levels, which can be conditioned and send out to the robot-like human body. A FES-based controller works on a half body, so in practice two controllers have to be tuned; one for each side. The control is performed in the sagittal plane, supposing that the patient arms will provide balance in the transversal plane.

2.2 Robotic structures

The first robotic structure consists on a wood light cover superposed on the 3-DOF robot links (see Figure 2 – left side). Four pulse-proportional servos HITEC HS-422 (two for the ankle joint and one for each of the knee and hip joints) are used to control the posture of a half robot-like human body in accordance with the simulation results. The HITEC HS-422 servos (range: 0 to 180°, voltage: 4.8 - 6.0vdc, torque: 4.104 kg-cm, speed: 0.16s / 60 degrees) have been chosen to provide



Figure 4. The mechanical design of a mechatronic lower limb

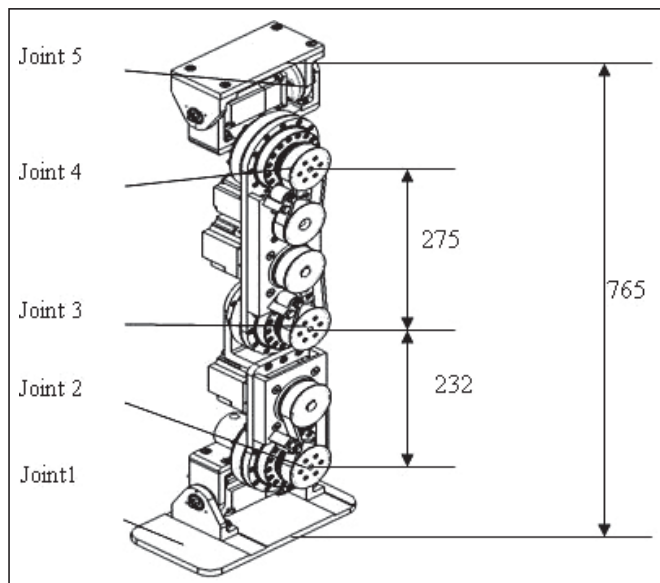


Figure 3. The schematic structure of a mechatronic lower limb

the desired speed and torque of the driven joints (Lynxmotion site). Du-

(DOF) Kondo robot which has been adapted to receive controls from the

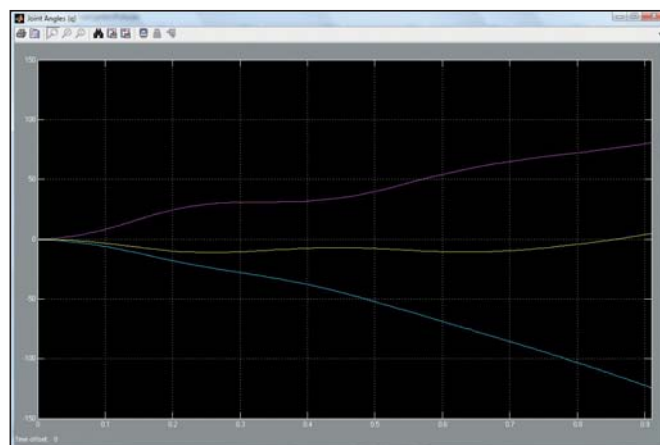


Figure 5. Ankle (middle line - yellow), knee (top line - pink) and hip (bottom line - blue) joint angles during a sitting-down task (simulation)

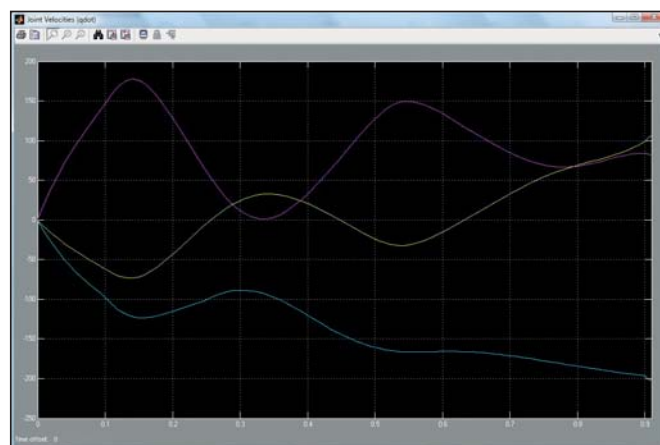


Figure 6. Ankle (yellow), knee (pink) and hip (blue) joint angular velocities during a sitting-down task (simulation)

ring simulation, a Lynxmotion SSC-32 controller board is used to provide the required pulse width to the servos in accordance with the angles and angular velocities provided by the Simulink&-Matlab human body model.

The second robotic structure (see Figure 2 – right side) is a seventeen degrees of freedom (DOF) Kondo robot which has been adapted to receive controls from the above presented Simulink model. Usually, it is driven by a RCB-3J control board with 24 PWM input/output and 3 analog input ports. Its KRS-788HV servos (range: 0 to 180°, voltage: 9.0 - 12.0vdc, torque: 10 kg-cm, speed: 0.14s / 60 degrees) makes it much more powerful than the first robotic structure and provides a much more challenging equipment in term of controlling standing-up, standing and sitting down.

The third robotic structure tries to replicate the human body lower limbs. The dimensions of the thigh and

the shank were chosen in a 9/10 ratio, 402 mm for the thigh, and 362 mm for the shank.

The motors were chosen to provide sufficient torque and the required angular velocities in all the five joints. The joint two and three are provided with OMRON SGMPH-02AAA6CD-0Y brushless servomotors (rated torque: 0.637Nm /200W, speed: 3000 rpm, build-in 16 bits encoder, build-in 24 V brake). The joint two and three are provided with OMRON SGMPH-01AAA6CD-0Y brushless servomotors (rated torque: 0.318Nm /100W, speed: 3000 rpm, build-in 13 bits encoder, build-in 24 V brake). Each of them is driven by a servo driver (220Vac) allowing the position, velocity or torque control modes. Gearing reduction was provided via some harmonic gears (100:1 ratio, with a nominal torque of 31 Nm (maximum 143 Nm) for the joints one and five, and of 87 Nm (maximum 369Nm) for the joints two, three and four, respectively).

It is supposed that the overall designed structure will provide a better control of the required joints angles, angular velocities and accelerations.

■ 3 Results and Conclusion

Performing FES-based standing exercises is of great interest for paraplegic people. We have focused on the control of a chained motion standing-up, standing and sitting-down. The simulation results are provided to real equipment, which emulates human body motion as it is supposed to be under control of a neuroprosthesis.

Figures 5 and 6 show the evolution of the ankle, knee and hip joints angle, and angular velocities. The knee and hip angles are measured anticlockwise relative to the shank and thigh, respectively, while the ankle angle is measured relative to a vertical line. The sitting position is reached at the moment when the knee joint angle equals 80° (see Figure 5). Figures 7 and 8 show the shoulder forces as estimated for the patient and the ground forces, respectively. In that case the control strategy for sitting down

allows the virtual patient to support only a small percent of its body weight, while the ground forces graphs prove that a large amount of the body weight is supported by the lower legs due to electrical stimulation technique.

Figure 9 shows the pulse width values, which have to be applied over the quadriceps, hamstrings and gluteals by a neuroprosthesis, in accordance with the ONZOFF sitting-down control strategy [3]. The ONZOFF (ON-Zone-OFF) controller, works according to a switching curve in knee angle against knee angular velocity state-space, but with a gradual increase or decrease in stimulation pulse width (see Figure 9) between the ON and OFF subspaces, the so-called 'zone'.

The human body model is initialized with statistically general dimensions for shank, thigh and upper body (0.45 m, 0.5 m and 0.8 m), seat high (0.45 m), link mass (3.5 kg, 10 kg and 23.7 kg) and center of mass (0.279 m, 0.244 m and 0.4685 m) for

each of the three links. The values of angles and angular velocities of the ankle, knee and hip joints are con-

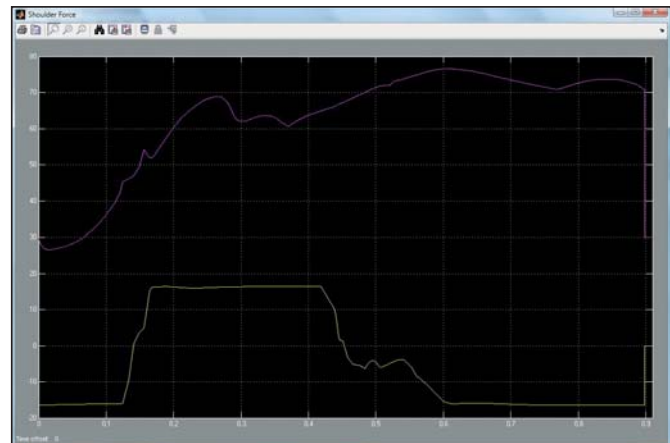


Figure 7. Vertical (pink) and horizontal (yellow – sagittal plane) components of the shoulder forces

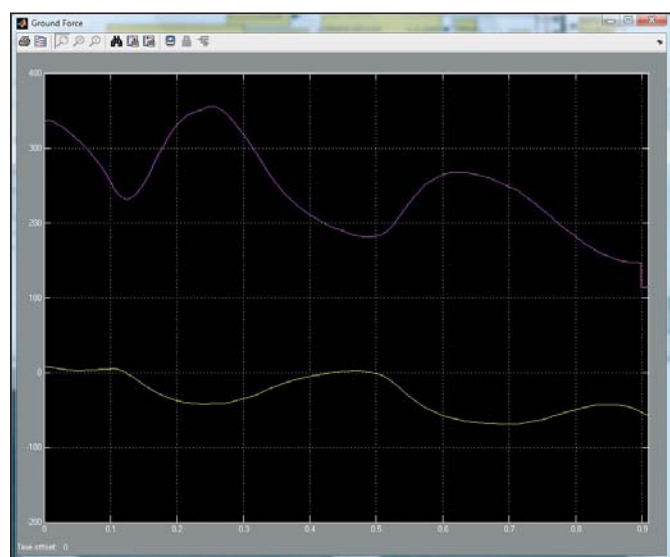


Figure 8. Vertical (pink) and horizontal (yellow – sagittal plane) components of the ground forces

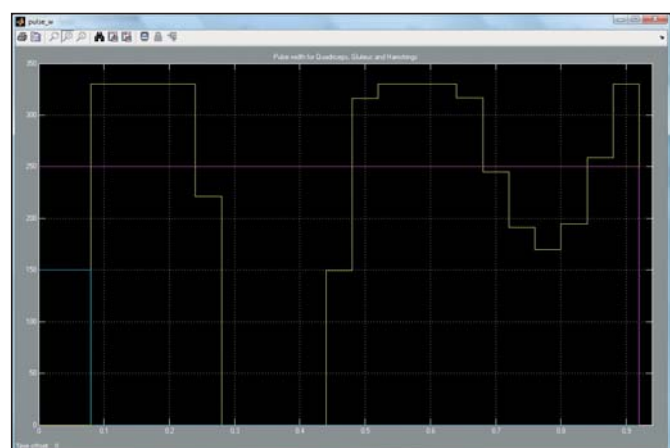


Figure 9. The controller output (pulse width of the electrical stimulus) for quadriceps (yellow), hamstrings (blue) and gluteals (pink) muscles

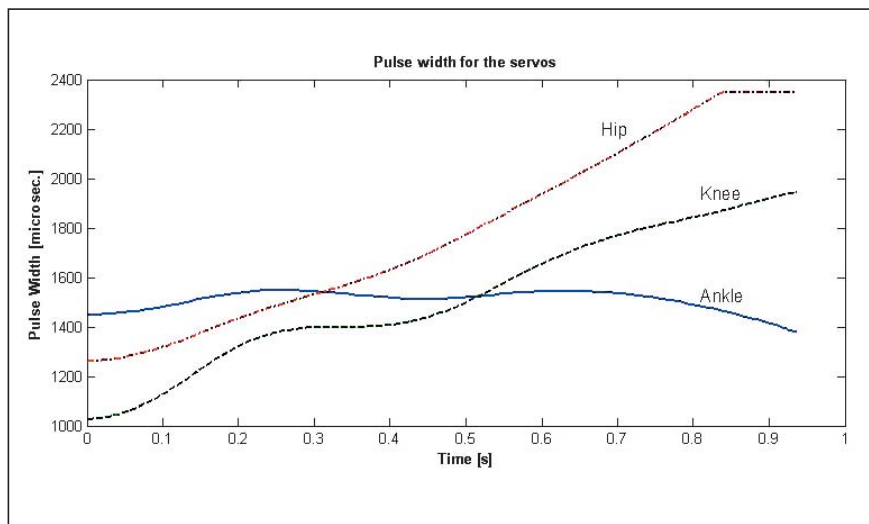


Figure 10. Pulse width for the driven servos of the wood covered robot-like human body structure

verted into inputs for the mechatronic devices which mimic the human body motion.

For the first robotic structure (light wood structure with servomotors – see Figure 2 – left side) a SSC-32 controller, which drive the servomotors, has to be provided with the values of the pulse width of the PWM signal to be applied to the joint servomotors. The pulse widths for the driven servos are shown in Figure 10, and are related to the simulation results which are presented in Figures 5 to 9. This robotic structure has some limitations related to the knee and ankle angular velocities limitations and also on the provided torques. Due to the limited torque provided by the servos at the ankle level, the robotic structure, which resemble a pendulum, may develop some unwanted small oscillations at the beginning of the sitting-down phase.

The humanoid Kondo structure (see Figure 2, right side) has more powerful servomotors and overcomes this problem, still keeping some limitations in terms of the available range of angular velocities, which can be imposed to that robotic structure. It offers a much more challenging control problem, while the upper body also has to be mathematically modeled and controlled in order to ensure the equilibrium. The third robotic structure overcomes all the problems encountered at the first two human-like robotic structures and provides enough torque in

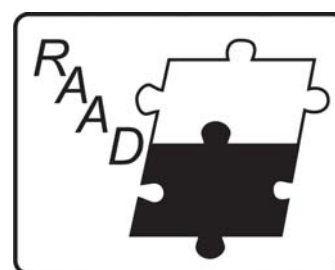
any required joint and comes with more degrees of freedom at the ankle and hip joints. It was provided with a Trajexia-OMRON control system which may incorporate all the simulation programs and can even be programmed to accept outputs from a neuroprosthesis. The main idea is that a neuroprosthesis, which has been programmed to support FES-based standing in paraplegia can be tested on that robotic leg prior to use on human users. Once the expected results are achieved, it will be possible to continue with clinical trials. Less required trials are expected since a neuroprosthesis is fitted to a patient.

References

- [1] Kralj A., Grobelnik S., Vodovnik L.: Electrical stimulation of paraplegic patients – feasibility study, Proc. of Int. Symp. External Control Human Extremities, Dubrovnik, Yugoslavia, 1973, pp.561-565.
- [2] Mulder A. J., Veltink P. H., Boom H. B. K.: On/off control in FES-induced standing up: A model study and experiments, Med. BioEng., Vol. 30, 1992, pp.205-212.
- [3] Poboroniuc M.S., Fuhr T., Rienner R., Donaldson N.: Closed-Loop Control for FES-Supported Standing Up and Sitting Down, Proc. 7th Conf. of the IFESS, Ljubljana (Slovenia), June 25-29, 2002, pp.307-309.

- [4] The PARASTEP system: <http://www.musclepower.com/parastep.htm>, On-line reference, Retrieved 05-03-2009.
- [5] Donaldson N., Yu C.-H.: FES standing control by handle reactions of leg muscle stimulation (CHRELMs), IEEE Trans. Rehab. Eng., Vol. 4, 1996, pp.280-284.
- [6] Rienner R., Fuhr T.: Patient-driven control of FES-supported standing up: a simulation study, IEEE Trans. Rehabil. Eng., Vol. 6, 1998, pp.113-124.
- [7] Poboroniuc M., Stefan C.: Method and mechatronic device to test a sitting-down FES-based control strategy in paraplegia, Bulletin of the Polytechnic Institute of Iasi, tom. LIV (LVIII), Fasc. 5, 2008, Electrical engineering, Power Engineering and Electronics Section, 6th International Conference on Electrical and Power Engineering EPE2008, Iasi (Romania), October 3-5, pp.981-987.
- [8] Poboroniuc M., T. Fuhr, D. E. Wood, R. Rienner, and N. d. N. Donaldson.: A Fuzzy Controller to Model Shoulder Forces within FES Model-Based Simulation of a Paraplegic Patient, Proceedings of the 3rd Academic Biomedical Engineering Research Group (ABERG) Workshop, Bournemouth (UK), 2002, pp.11-16.

- *** Digital and analog servos. Available from the Lynxmotion, Inc.. <http://www.lynxmotion.com> [on-line]. [Accessed 06 Mars 2009].
- *** Humanoid robot kit. Available from the Roboporium. <http://www.roboporium.com> [on-line]. ed 06 Mars 2009].



Robotske naprave za razvoj vodenja ortotičnih sistemov FES

Razširjeni povzetek

Članek predstavlja robotske naprave in programska orodja za pomoč in emulacijo gibanja človeškega telesa pri uporabi vodenja mišične aktivnosti s pomočjo funkcionalne električne stimulacije (FES) paraplegičnih oseb.

S pomočjo ortotičnih sistemov FES je možno paraplegičnim osebam povrniti nekatere motorične funkcije. Zaprtozančna regulacija vodenja izboljšuje delovanje sistemov električne stimulacije, vendar so danes v klinični praksi uveljavljeni le preprosti načini tovrstnega vodenja. S funkcionalno električno stimulacijo podprta vadba vstajanja, stoje in usedanja lahko pripomore k hitrejši rehabilitaciji.

Pred preverjanjem delovanja ortotičnega sistema FES v kliničnem okolju je delovanje priporočljivo preveriti s simulacijo. Namensko simulacijsko okolje posnema gibanje človeškega telesa, ki se giblje s pomočjo električne stimulacije. Šele, ko je shema vodenja preverjena in je možno predvideti učinke, se lahko prične klinično testiranje. Pristop s predhodno simulacijo zmanjša število potrebnih testiranj za prilagoditev sistema pacientu, s čimer je lažja tudi namestitve in uporaba. V delu so predstavljene tri robotske naprave za simulacijo delovanja algoritmov vodenja ortotičnih sistemov FES. Vsaka mehatronska naprava za posnemanje gibanja človeškega telesa, ki se giblje pod vplivom vodenega sistema FES v laboratorijskem okolju, lahko prispeva k boljšemu razumevanju delovanja in uporabe ortotičnih sistemov FES pri paraplegičnih oseb v klinični praksi.

Simulacijski model človeškega telesa je razvit v programskem okolju Matlab Simulink®. Model posnema gibanje telesa, ko so spodnje ekstremitete vodene z električno stimulacijo. Model je zgrajen kot trisegmentni model, ki vključuje devet mono- in biartikularnih mišic. Mišične skupine so modelirane v sagitalni ravnini in delujejo v sklepih gležnja, kolena in kolka. Vsaka mišična skupina je modelirana z lastnim modelom dinamike aktivacije in kontrakcije. Vhod v mišični model sta širina in frekvenca simulacijskih impulzov. Simulacijski model tako združuje modele mišične aktivacije, mišične kontrakcije in dinamike gibanja segmentov. Dvižne sile, ki delujejo v ramenskem sklepu, so modelirane s pomočjo mehkega regulatorja kot funkcija merjenega položaja kolena. V praksi na vsako polovico telesa deluje svoj sistem FES, zato je potrebno uglasovanje vsakega sistema posebej. Oseba s pomočjo opore rok dodatno zagotavlja ravnotežje v transverzalni ravnini.

Prvi predstavljeni robotski mehanizem je sestavljen iz treh lahkih segmentov, ki ponazarjajo segmente človeškega telesa. Za pogon segmentov so uporabljeni štirje pulznoširinsko vodeni servoakuatorji HITEC HS-422, pri čemer dva v skladu z rezultati simulacije poganjata sklep gležnja, po eden pa sklep kolena in kolka. Drugi robotski mehanizem je robot Kondo s sedemnajstimi prostostnimi stopnjami gibanja, tretji mehanizem pa je trisegmentna struktura, ki ponazarja človeško nogo. Robotski krmilnik je prilagojen za vodenje preko modela Simulink. Dinamika gibanja robotskih mehanizmov je omejena z maksimalnim navorom in maksimalno hitrostjo gibanja v sklepih. Dimenzije segmentov so bile izbrane v razmerju 9/10 glede na človeško telo. Tako znaša dolžina stegna 402 mm in dolžina goleni 362 mm. Pogonski motorji so bili dimenzionirani glede na zahteve dinamike gibanja človeškega telesa. Za vodenje motorjev je uporabljen krmilni sistem Trajexia-OMRON, na katerem lahko hkrati tečejo simulacijski algoritmi, vhod pa je lahko tudi jakost stimulacije sistema FES.

Razvite mehatronske naprave in programska orodja omogočajo, da je ortotični sistem FES za oporo pri stoju ali hoji paraplegičnih oseb ustrezno preizkušen pred uporabo na pacientu. Ko rezultati ustrezajo pričakovanim, je možno eksperimentiranje v kliničnem okolju. Razviti sistem zmanjšuje potrebno število preizkusov za prilagoditev sistema FES uporabniku. Razvita oprema lahko koristno služi tudi kot pedagoški pripomoček pri razlagi vodenja ortotičnih sistemov FES študentom magistrskega študija smeri biomedicinskega inženirstva.

Ključne besede: funkcionalna električna stimulacija, zaprtozančno vodenje FES, robotski mehanizmi, ki posnemajo gibanje človeka

Acknowledgments

The authors would like to thank the Romanian National Authority for Scientific Research (ANCS-CNMP) for financial support under the grant SINPHA 11-068/2007.

Razvojno preizkušanje vodnega zvezno delujočega drsniškega potnega ventila

Franc MAJDIČ, Jožef PEZDIRNIK, Mitjan KALIN

Povzetek: V današnjem času je potrebno, da vsakdo prevzame odgovornost za ohranjanje čistega naravnega okolja, pitnih voda in nasploh celotne narave. Zavedati se moramo, da nam je bila narava podarjena in da moramo takšno, če ne čistejšo, zapustiti zanamcem. Vsakdo lahko na svojem področju prispeva svoj delež. Glede omenjenega je na področju hidravlike pitna voda brez dodatkov ena najboljših, če ne sploh najboljša alternativa za zamenjavo doslej najbolj uporabljanih hidravličnih kapljev. Zamenjava ekološko spornih kapljev je priporočljiva in v prihodnosti verjetno nujna predvsem na občutljivih področjih, kot so področja zajetij pitne vode, prehrabna industrija, gozdarstvo, kmetijstvo, rudarstvo, itd. Prispevek prikazuje razvoj novega vodnega proporcionalnega 4/3-potnega ventila drsniškega tipa in dvojnega preizkuševališča za njegovo testiranje in istočasno testiranje sistema pogonsko-krmilne hidravlike, delujočega s pitno vodo kot hidravlično kapljevino. V prispevku je predstavljenih nekaj ključnih rezultatov meritev prehodnih pojavov in rezultat trajnostnega testa navedenega vodnega proporcionalnega potnega ventila. Sledi analiza rezultatov preizkusov na vodnem delu preizkuševališča ter primerjava teh z rezultati, dobljenimi ob izvajanju preizkusov na funkcionalno analognem oljnem delu hidravličnega preizkuševališča. Rezultati kažejo, da je uporaba novega vodnega zvezno delujočega proporcionalnega potnega ventila v realnih aplikacijah možna in da sistemi pogonsko-krmilne hidravlike, delujoči s pitno vodo kot hidravlično tekočino, lahko opravljajo svoje funkcije analogno velikemu delu sistemov oljne hidravlike.

Ključne besede: pitna voda, vodna pogonsko-krmilna hidravlika, zvezno delujoči drsniški potni ventil, trajnostna in dinamična preizkušanja

■ 1 Uvod

Voda je bila prva uporabljena hidravlična kapljevina že pred več kot 2.000 leti. Področje vodne hidravlike, v smislu uporabe čiste vode brez dodatkov, za industrijsko rabo se je začelo uveljavljati s patentom prve hidravlične stiskalnice pred 214 leti [1]. V naslednjem stoletju se je uporaba vode kot hidravlične kapljevine naglo širila. Pri tem so se pojavljali številni problemi, povezani pred-

vsem s slabo mazalnostjo, posledično povečano obrabo in velikim notranjim puščanjem ter korozijo znotraj hidravličnih sestavin. Leta 1906 je Janney prvi razvil oljnihidravlični sistem z aksialno batno črpalko. Mineralno hidravlično olje je zaradi številnih prednosti, ki jih je ponujalo, skoraj popolnoma zamenjalo vodo. Čista voda kot hidravlični medij se od tega obdobja uveljavljanja mineralnega hidravličnega olja pa vse do devetdesetih let prejšnjega stoletja skoraj ni več uporabljala. Razlog za to so bile vsa ta desetletja protežirane odlične lastnosti mineralnega olja, ki so vplivale na izrazito zmanjšano obrabo in preprečevanje korozije mehanskih sestavin. Z manjšim notranjim puščanjem in trenjem je mine-

ralno olje vplivalo tudi na povečanje izkoristkov.

Ekologija je dandanes ena pomembnejših tem raznih znanstveno-strokovnih, pa tudi družbenopolitičnih srečanj in sestankov po vsem razvitem svetu in vedno bolj tudi pri nas. Od leta 1997 pa vse do danes se v državah EU v povprečju letno porabi okoli pet milijonov ton maziv [2]. Sem štejejo tudi hidravlične kapljevine. Večina maziv oziroma kapljevine je fosilnega izvora, ki so v naravnem okolju težko razgradljiva in toksična. V številnih državah je že sprejeta množica zakonskih aktov, smernic in odredb o ravnanju s svežimi in odpadnimi olji, vedno več pa je tudi zahtev za uporabo ekološko manj ne-

Franc Majdič, univ. dipl. inž., doc. dr. Jožef Pezdirnik, univ. dipl. inž., izr. prof. dr. Mitjan Kalin, univ. dipl. inž., vsi Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

varnih maziv oziroma kapljev. Uvajanje in uporaba čiste oziroma pitne vode namesto ekološko spornih kapljev je ena izmed boljših rešitev za zaščito naravnega okolja na področju pogonsko-krmilne hidravlike.

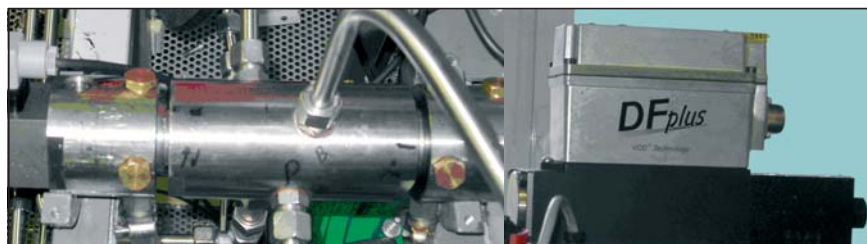
Dandanes je uporaba vode kot hidravlične kapljevine v pogonsko-krmilni hidravliki še vedno zelo zanemarljiva [3]. Med razlogi za majhno uporabo so: malo na tržišču dostopnih sestavin, majhno število izdelovalcev takih sestavin (majhna konkurenca), prenizka ekološka osveščenost uporabnikov (predvsem investitorjev), dražje surovine za izdelavo sestavin, visoka cena sestavin, itd.

Eden izmed prej omenjenih vzrokov za majhno uporabo vodne hidravlike je tudi premalo na tržišču dostopnih sestavin. Nujno potrebne, a manjkajoče sestavine v vodni hidravliki so: zvezno delujoči ventili (predvsem proporcionalni in servoventili), črpalke s spremenljivo iztislino, itd. Zato smo se odločili za razvoj novega vodnega 4/3-proporcionalnega potnega ventila drsniškega tipa. Poleg razvoja ventila pa je bilo zasnovano in izdelano dvojno, vodno in primerljivo oljno, hidravlično preizkuševališče za testiranje omenjenega ventila. Ventil smo testirali na stacionarno in dinamično delovanje ter trajnost. Na omenjenem preizkuševališču smo primerjali tudi dinamično obnašanje vodnega sistema z obnašanjem analognega po lastnosti že dobro poznanega oljnega sistema.

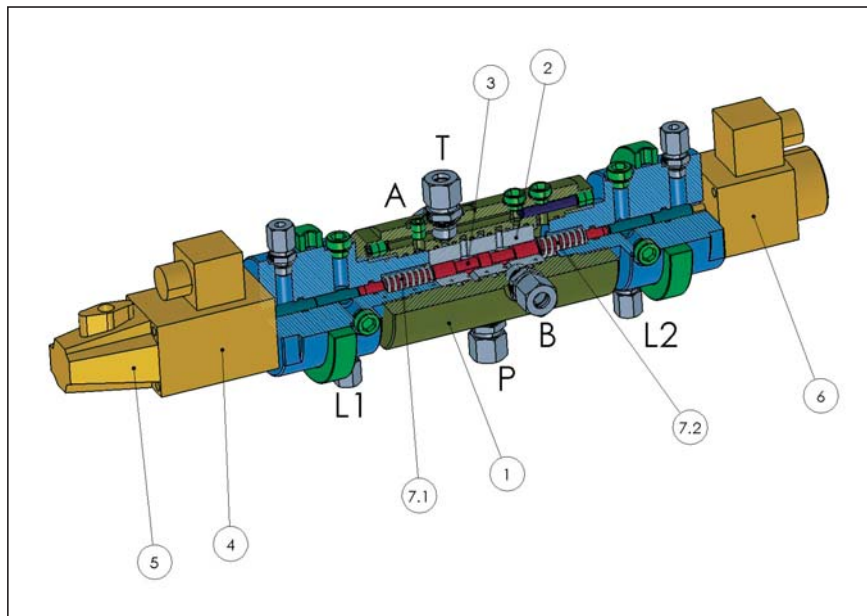
■ 2 Nov vodni 4/3-proporcionalni potni ventil

Cilj je bil razviti razmeroma enostaven vodni proporcionalni potni ventil drsniškega tipa s čim manjšim številom sestavnih delov (slika 1a) ter primerjati njegove lastnosti, karakteristike in uporabno dobo s funkcionalno analognim standardnim oljnim ventilom (slika 1b).

Slika 2 prikazuje vodni proporcionalni 4/3-potni ventil v prerezu. Funkcionalno pomembnejši sestavni deli ventila so: glavno ohišje (poz.



Slika 1. 4/3-proporcionalna potna ventila: a) na novo razviti vodni proporcionalni potni ventil (vodni preizkušanelec), b) serijsko izdelani oljni proporcionalni potni ventil (oljni preizkušanelec)



Slika 2. Prototip novega vodnega proporcionalnega 4/3-potnega ventila drsniškega tipa. Glavna sestavna dela – elementa v novem vodnem proporcionalnem 4/3-potnem ventilu – sta krmilni bat in puša (sl. 3). Višina reže, ki tvori ohlap med krmilnim batom in pušo – preizkušanim materialnim parom, testiranem v tej raziskavi, je reda velikosti nekaj mikrometrov.

1), drsna puša (poz. 2), krmilni bat (poz. 3), levi enosmerni proporcionalni električni magnet, namenjen za vgradnjo LVDT-ja (poz. 4), merilnik položaja krmilnega bata (LVDT) (poz. 5), desni enosmerni proporcionalni električni magnet 24 V, podoben levemu, le da je ta končni in ni namenjen za vgradnjo LVDT-ja (poz. 6), ter dve tlačni vzmeti (poz. 7.1 in

7.2), usklajeni z močjo proporcionalnih elektromagnetov.

V predstavljeni raziskavi smo testirali vodni proporcionalni potni ventil z batom in pušo iz nerjavnega jekla. Ta materialni par smo predhodno preverili tudi na tribološkem testu [4].

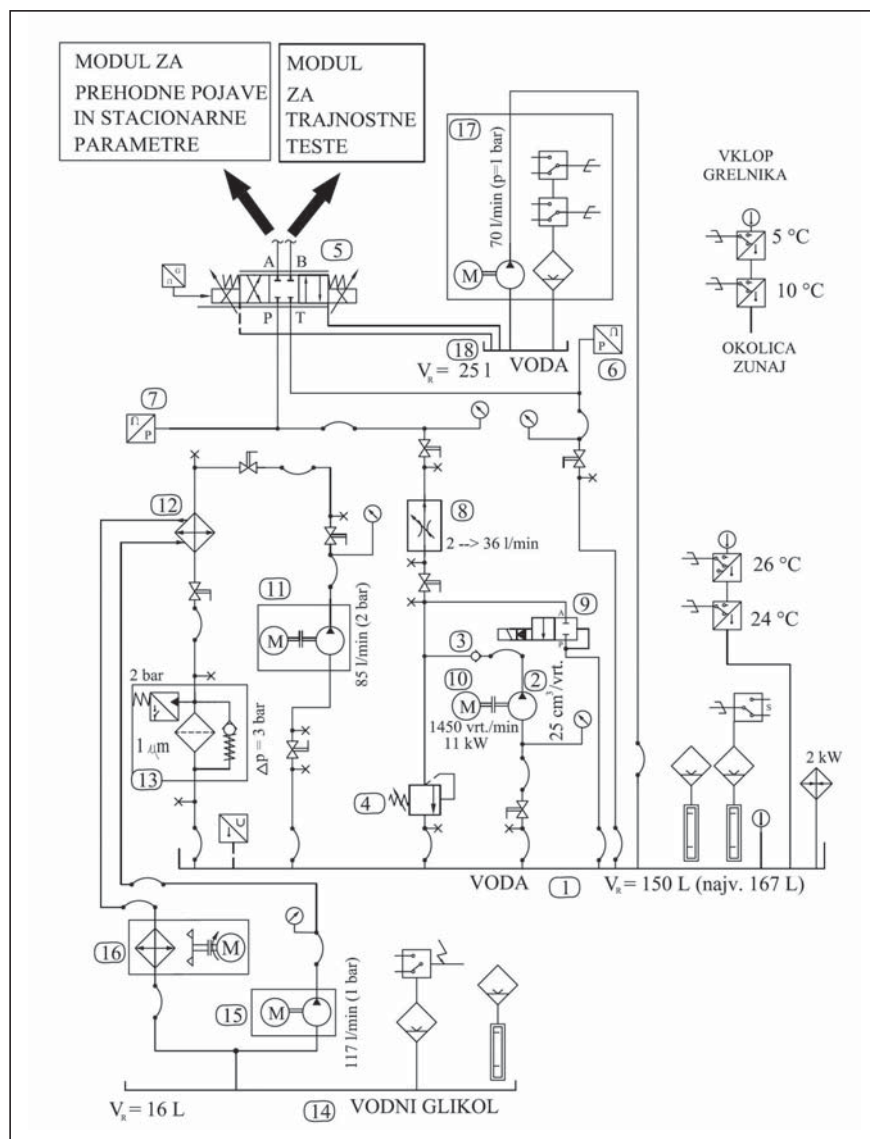
■ 3 Preizkuševališča in postopki preizkušanja

3.1 Preizkuševališče

Za namen teh raziskav smo zasnovali in izdelali dvojno, vodno in oljno preizkuševališče. Vsako od obeh preizkuševališč je sestavljeno iz pogonskega agregata in dveh modulov. Prvi modul je za prehodne pojave in stacionarne parametre, drugi pa za izvedbo trajnostnih testov. Pri raz-



Slika 3. Krmilni bat in puša vodnega 4/3-proporcionalnega potnega ventila



Slika 4. Funkcijska shema vodnega hidravličnega sistema

iskavah dinamičnega obnašanja in stacionarnih parametrov smo uporabili hidravlični agregat in modul za prehodne pojave ter stacionarne parametre, pri raziskavah trajnostnega delovanja novega proporcionalnega ventila in celotnega vodnega sistema pa hidravlični agregat in modul za trajnostne teste. V nadaljevanju bomo predstavili le vodno preizkuševališče, oljno je funkcionalno analogno.

3.1.1 Vodni hidravlični agregat

Glavne sestavine vodnega hidravličnega agregata, razvidne iz hidravlične funkcijske sheme za vodno preizkuševališče (slika 4), so: rezervoar za vodo (poz. 1), aksialna batna črpalka (poz. 2), protipovratni ventil (poz. 3), varnostni ventil za nastavi-

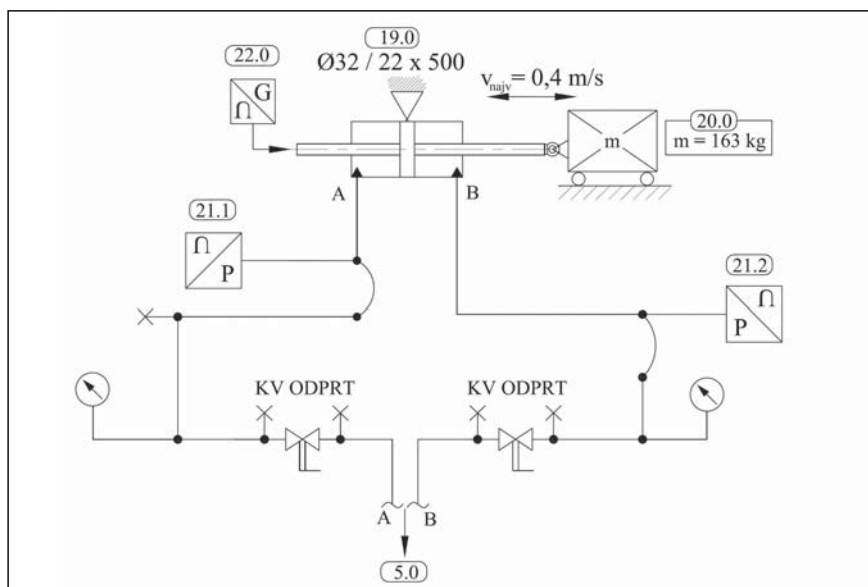
tev tlakov med 70 in 160 bar (poz. 4), preizkušavec – na novo razvit vodni proporcionalni 4/3-potni ventil (poz. 5), dve tlačni zaznavali (poz. 6 in 7), tokovni ventil s tlačno kompenzacijo (poz. 8), potni 2/2-ventil za razbremenjevanje (poz. 9), ki služi za lažji, "mehak" zagon pogonskega elektromotorja (poz. 10). Visokotlačna hidravlična črpalka dovaja približno 33 l/min hidravlične tekočine (pri začetnem 95-odstotnem volumetričnem izkoristku) preko vodnega tokovnega ventila s tlačno kompenzacijo na P-priključek preizkušanca. Ta je krmiljen preko računalnika z uporabo posebnega programa. Opazovali smo tlake, pomike in temperaturo hidravlične kapljevine.

Hlajenje vode kot delovnega hidravličnega medija je zagotovlje-

no preko nizkotlačne centrifugalne obtočne črpalke (poz. 11), ki sesa vodo iz glavnega vodnega rezervoarja (poz. 1) in jo preko cevne toplotnega izmenjevalnika (poz. 12) ter obtočnega filtra (poz. 13) vrača ohlajeno in očiščeno v glavni vodni rezervoar. Na drugi strani izmenjevalnika je ločen hidravlični krogotok, v katerem je tudi rezervoar (poz. 14) za vodni glikol. Centrifugalna obtočna črpalka (poz. 15) sesa vodni glikol v manjši meri iz rezervoarja (poz. 14), večji del pretoka vodnega glikola pa dobi nazaj iz zaprtega krogotoka, v katerem ga preko cevne toplotnega izmenjevalca (poz. 12) potiska po ceveh na zunanjo stran prostora laboratorija skozi zračni hladilnik z ventilatorjem in pogonskim elektromotorjem 0,55 kW (poz. 16). Iz zračnega hladilnika se ohlajeni glikol vrača skozi cevni izmenjevalnik toplote. Ta hidravlični krogotok je zaprt, rezervoar (poz. 14) služi le za rezervo in za dodaten prostor zaradi temperaturnega raztezanja vodnega glikola. Četrta črpalka na vodnem hidravličnem agregatu je centrifugalna, potopne izvedbe, z dvojnimi plovcem za samodejni vklop in izklop črpanja (poz. 17). Ta črpalka je nameščena ločeno v PVC-rezervoarju (poz. 18), ki je nameščen pod vodni proporcionalni 4/3-potni ventil, da se vanj pod prostim padom lahko izteka morebitno nastalo notranje puščanje vode v ventilu.

3.1.2 Modul za prehodne pojave in stacionarne parametre

Za merjenje prehodnih pojavov smo uporabili osnovni del vodnega preizkuševališča (slika 4) ter dodatni del z oznako modul za prehodne pojave in stacionarne parametre (slika 5). Ta del hidravličnega sistema, namenjenega merjenju prehodnih pojavov, se preko cevi z oznakama A in B priključi na A- in B-voda proporcionalnega 4/3-potnega ventila (slika 4, zgoraj levo poz. 5). Modul za prehodne pojave in stacionarne parametre sestavljajo: dvostransko delujoči hidravlični valj z obojestransko batnico 32/22x500 (poz. 19), na batnico hidravličnega valja preko zglobov pritrjena vodena utež z maso 163 kg (poz. 20), dve tlačni zaznavali (poz. 21.1 in 21.2), merilnik položaja ba-



Slika 5. Funkcijska shema modula za prehodne pojave in stacionarne parametre

tnice v hidravličnem valju (poz. 22). V tem delu sta vključena tudi dva analogna manometra in dva visokotlačna krogelna ventila s po dvema cevima T-kosoma. Pretežni del sestavin za meritve prehodnih pojavov je montiranih na posebnem vozičku, kjer so vodene uteži. Vodilo uteži skupaj z utežmi lahko postavimo v horizontalni ali vertikalni položaj. Večina sestavin v shemi modula za prehodne pojave in stacionarne parametre je iz standardnih, na tržišču razpoložljivih vodnih hidravličnih sestavin, razen hidravličnega valja, ki je bil zasnovan in skonstruiran v Laboratoriju za pogonsko-krmilno hidravliko (LPKH). Cev vodnega hidravličnega valja je iz nerjavečega jekla, batnici sta iz trdo kromiranega jekla. Tesnila in vodilni obroči za vodni in oljni hidravlični valj so enaka. Izdelani so iz nitritne gume in poliuretana, ojačanega z vlakni.

3.1.3 Modul za trajnostne teste

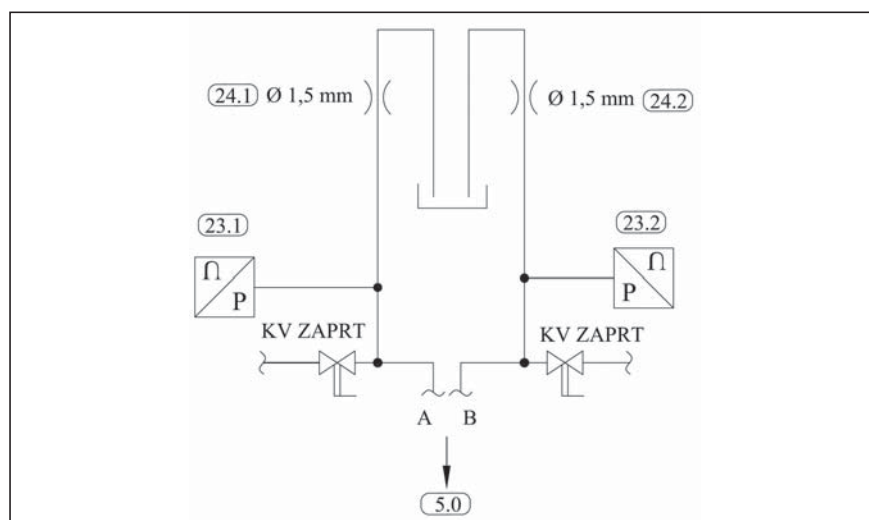
Za izvedbo trajnostnih testov smo na priključka A in B proporcionalnega vodnega 4/3-potnega ventila (preizkušane) priključili modul za trajnostne teste (slika 6). Ta del sheme, oziroma sistema, sestavljajo: dve tlačni zaznavali (poz. 23.1 in 23.2) ter dve dušilki z izvrtino 1,5 mm (poz. 24.1 in 24.2) in ostala pomožna oprema. Skozi posamezni dušilki smo pri tlaku okoli 120 barov zagotavljali pretok

okoli 20 l/min. S tem smo poskrbeli, da je bil trajnostni test čim bliže ekstremnim razmeram v industrijski ali drugi aplikativni rabi.

Vodno (slika 4) in oljno hidravlično preizkuševališče sta sestavljeni iz standardnih, na tržišču razpoložljivih hidravličnih sestavin, razen novo razvitega vodnega proporcionalnega 4/3-potnega ventila in hidravličnih valjev, ki so bili zasnovani in skonstruirani v našem laboratoriju. Na sliki 7 je prikazano celotno, dvojno, vodno (levo) in oljno (desno) preizkuševališče.

3.2 Postopki preizkušanja

3.2.1 Postopek meritev prehodnih pojavov in stacionarnih parametrov



Slika 6. Funkcijska shema modula za trajnostne teste



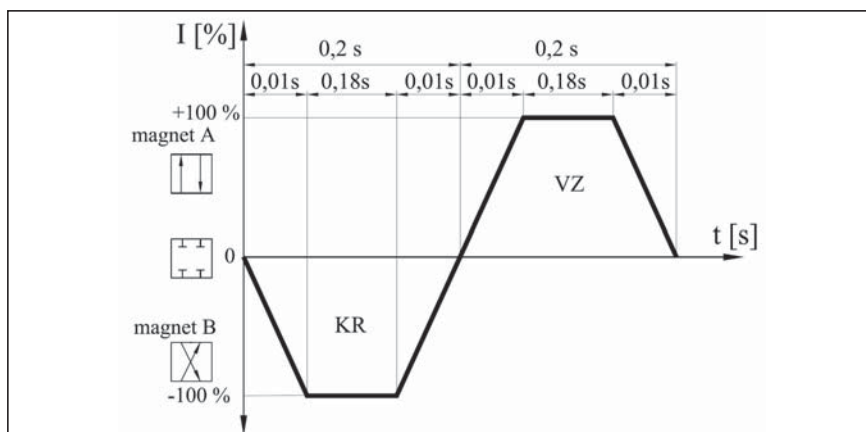
Slika 7. Dvojno, vodno (levo) in oljno (desno), preizkuševališče

Meritve za določitev stacionarnih parametrov in parametrov prehodnih pojavov smo izvedli po sledečem postopku:

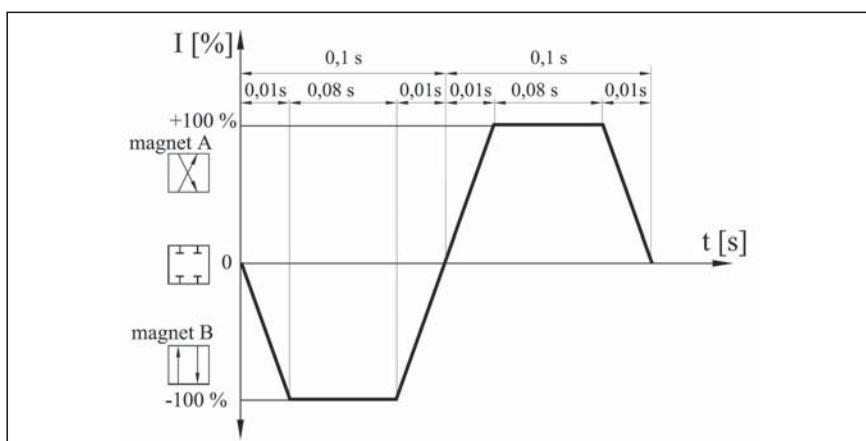
- nastavev tlaka varnostnega ventila (na vodnem preizkuševališču, poz. 4 na sliki 4, in podobno na oljnem preizkuševališču) na 160 bar,
- nastavev pretoka skozi tokovni ventil s tlačno kompenzacijo (na vodnem preizkuševališču, slika 4, poz. 8 in podobno na oljnem) na 33 l/min,
- nastavev ustrezne horizontalne lege hidravličnega valja in pritrditev vodene uteži mase 163 kg,
- vnos časovnih konstant za določitev krmilnega signala S1 (po sliki 8) v programu za dinamične meritve,
- samodejna izvedba meritev po pritisku na gumb "Meritve START". Batnica pri meritvi potisne utež najprej proti desni, nato pa se ob preklopu ventila iz križnega v vzporedni položaj z utežjo vrne nazaj proti izhodiščni legi. Po izteku krmilnega signala S1 se batnica ustavi;
- v programu za meritve prehodnih pojavov se določita še ime in lokacija datoteke, kamor shranimo podatke posamezne meritve;
- ponovitev vsake meritve (še 2-krat).

3.2.2. Postopek izvedbe trajnostnega testa

Preklopi preizkušanca – proporcionalnega potnega ventila – so bili izvedeni s ponavljajočimi se popolnimi preklopi (- 100 % signal) v križni in takojšnjimi popolnimi preklopi (+ 100 %) v vzporedni položaj. Izraza križni in vzporedni položaj seveda pomenita položaja puščic v simbolu ventila (slika 4, poz. 5). Za krmiljenje ventila smo uporabili signal S3, prikazan na sliki 9. Testirali smo s frekvenco 5 Hz (5 celotnih preklopov krmilnega bata na sekundo). Ves čas smo merili vse štiri tlake (P, T, A in B), temperaturo in pomikanje krmilnega bata v ventilu. Med celotnim trajnostnim testom je bila temperatura med 30 in 35 °C. Za simulacijo bremena na delovnih priključkih A in B smo uporabili dve enaki dušilki s premerom izvrtine 1,5 mm.



Slika 8. Oblika vhodnega, koračnega krmilnega signala (S1)

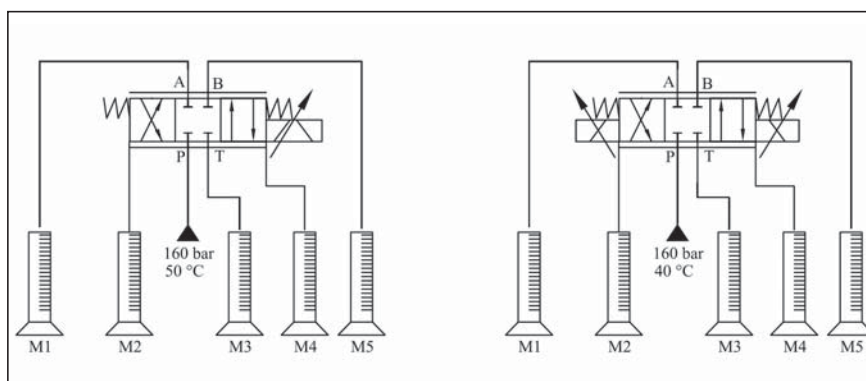


Slika 9. Vhodni krmilni signal S3 s časovnimi vrednostmi za frekvenco 5 Hz za testiranje trajnosti vodnega proporcionalnega 4/3-potnega ventila

Intervalno merjenje notranjega puščanja pri trajnostnem testu

Verjetno najboljši pokazatelj obstojnosti oziroma obrabljanja ventila pri dolgotrajnejši uporabi je merjenje notranjega puščanja. Slika 10 prikazuje merjenje notranjega puščanja s pomočjo merilnih valjev in štoparice. Po določenem obdobju trajnostnega testa (običajno vsaj 1-krat dnevno) smo prekinili trajnostni test,

na priključke A, B in T preizkušane ventila (poz. 5 na sliki 4) smo namesto obstoječih povezovalnih nerjavnih jeklenih hidravličnih cevi modula za trajnostne teste (po shemi na sliki 6) namestili prozorne gibke cevi ter spodaj postavili merilne valje (slika 10). Po vzpostavitvi tlaka na P-priključku smo vključili štoparico. Krmilni bat je ves čas med meritvijo notranjega puščanja ostal v ničelnem položaju, v srednji legi. Po času 5 minut oziro-



Slika 10. Merilna mesta za merjenje notranjega puščanja na: a) oljnem proporcionalnem potnem ventilu in b) vodnem proporcionalnem potnem ventilu

ma ko se je eden od merilnih valjev napolnil, smo meritev ustavili. Zabeležili smo količino kapljevine, ki se je v tem obdobju natekla v posamezne merilne valje. Ker je tlačni priključek P konstrukcijsko na sredini ventila, tj. med priključkoma A in B, se je med meritvami notranjega puščanja natekla voda le na merilna valja, ki sta zbirala vodo, ki je posledica notranjega puščanja na priključkih A in B. Med meritvijo notranjega puščanja smo stalno opazovali spremembo tlaka in temperature.

■ 4 Rezultati

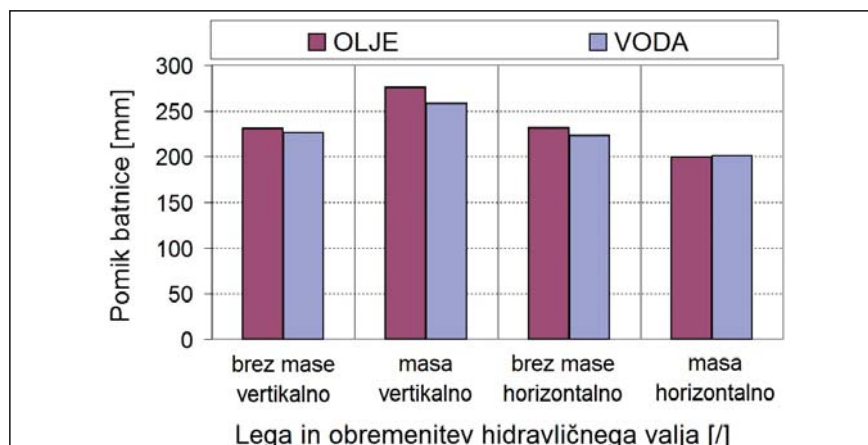
4.1 Prehodni pojavi in stacionarni parametri

Glede na opravljene meritve po predhodno opisanem postopku (poglavje 3.2.1) pri pretoku 33 l/min in tlaku 160 bar ter obremenjenem hidravličnem valju v horizontalnem položaju smo na vodnem in oljnem preizkuševališču izmerili več parametrov. V tem prispevku bomo primerjalno predstavili rezultate: meritev pomika batnice hidravličnega valja, meritev delovnih tlakov in meritev hidravličnega udara pri zaustavitvi uteži.

4.1.1 Pomik batnice hidravličnega valja

Pri oljnem hidravličnem valju smo izmerili (slika 11) največji pomik batnice, 275 mm, za primer vertikalne postavitve oljnega hidravličnega valja z utežjo. Najmanjši pomik batnice, 200 mm, smo izmerili v primeru horizontalno postavljenega oljnega hidravličnega valja in uteži. Pomika batnice v primerih vertikalno in horizontalno postavljenega oljnega hidravličnega valja, ko na njem nismo imeli nobene obremenitve, pa sta skoraj enaka, to je 230 mm.

Pomik batnice pri vodnem hidravličnem valju (slika 11) je v treh primerih za 2 do 6 % krajši kot pri oljnem hidravličnem valju. V primeru horizontalnega giba uteži pa je pomik batnice vodnega hidravličnega valja za 1,5 % daljši od pomika batnice v oljnem hidravličnem valju pri podobnih pogojih.



Slika 11. Pomik batnice oljnega in vodnega hidravličnega valja v odvisnosti od lege in obremenitve hidravličnega valja (pretok = 33 l/min, tlak = 160 bar, koračni signal S1)

4.1.2 Meritve delovnih tlakov

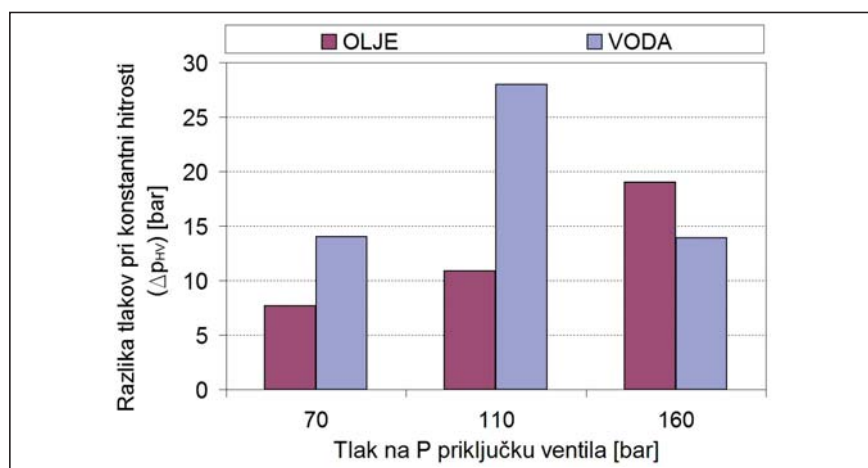
Slika 12 prikazuje vstopne tlake na priključku P oljnega in vodnega proporcionalnega ventila ter razlike tlakov med priključkoma A in B tako oljnega kot vodnega hidravličnega valja ob delovanju enega in drugega brez obremenitve, in sicer s konstantno hitrostjo (stacionarno delovanje). Najnižja razlika tlakov med vstopno (A) in izstopno (B) stranjo oljnega hidravličnega valja, 7,7 bar, je bila v primeru vstopnega tlaka (P) 70 bar. Največja razlika tlakov med obema priključkoma (A in B) oljnega hidravličnega valja pa se je pojavila v primeru vstopnega tlaka 160 bar, in sicer 19 bar.

Potrebni razliki tlakov (med A in B) (Δp_{HV}) za vzdrževanje konstantnega gibanja batnice pri vstopnih tlakih 70

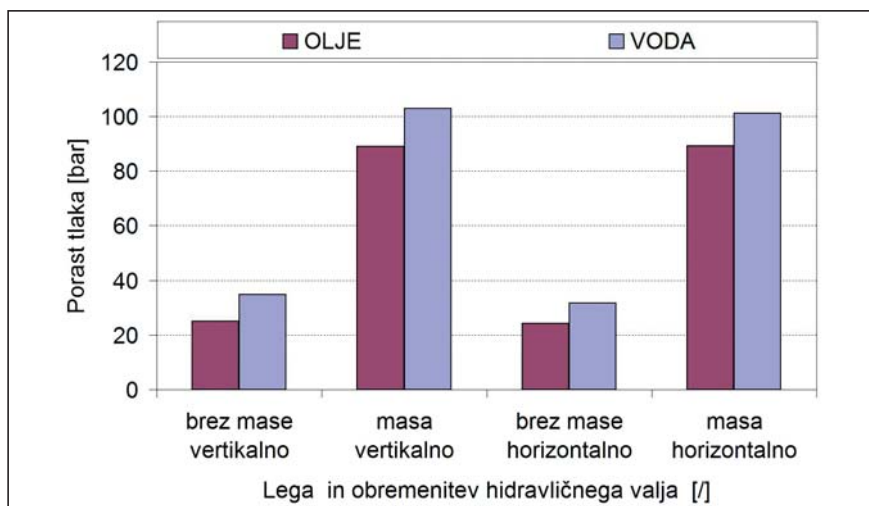
bar in 160 bar pri vodnem proporcionalnem potnem ventilu sta enaki, 14 bar. Potrebna razlika tlakov (Δp_{HV}) za gibanje batnice s konstantno hitrostjo vodnega valja pri vstopnem tlaku 110 bar pa odstopa, in sicer je višja od prejšnjih dveh za 14 bar.

4.1.3 Meritve parametrov hidravličnega udara

Slika 13 prikazuje vpliv lege hidravličnih valjev in obremenitve na porast tlaka pri hidravličnem udaru. Najmanjši porast tlaka na oljnem preizkuševališču nastopi, po pričakovanju, v primeru delovanja brez mase horizontalno. Takrat je bil porast tlaka 24,3 bara. V primeru brez mase in pri postavitvi hidravličnega valja vertikalno pa je bil porast tlaka za 3 % večji. Pri meritvi hidravličnega udara z obremenitvijo 163 kg ugotov-



Slika 12. Razlika tlakov med priključkoma A in B na hidravličnem valju pri konstantni hitrosti batnice v odvisnosti od tlaka za oljno in vodno preizkuševališče (pretok = 33 l/min, brez mase horizontalno, koračni signal S1)



Slika 13. Porast tlaka pri hidravličnem udaru v odvisnosti od lege in obremenitve hidravličnega valja za olje in vodo (pretok = 33 l/min, tlak = 160 bar, koračni signal S1)

vimo, da sta izmerjena porasta tlaka pri vertikalni in horizontalni postavitvi enaka, 89 bar. Pri vertikalni smeri delovanja je tlak porastel ob zaustavitvi spuščanja bremena.

Najmanjši porast tlaka na vodnem preizkuševališču smo izmerili pri horizontalni postavitvi uteži 31,8 bar v primeru brez obremenitve. Največji porast tlaka pri hidravličnem udaru na vodnem preizkuševališču, 103 bar, smo izmerili v primeru vertikalno postavljenega bremena in vodnega hidravličnega valja. To je za skoraj 2 % več kot v primeru horizontalne postavitve bremena.

Relativna razlika porasta tlaka med vodnim in oljnim preizkuševališčem je med 7,5 in 14 bar. Najmanjša raz-

lika, 7,5 bar, se pojavi pri horizontalni postavitvi hidravličnega valja brez bremena. Največja razlika v porastu tlaka med oljnim in vodnim preizkuševališčem, 14 bar, pa se pojavi v primeru zaustavitve bremena pri vertikalnem spuščanju.

4.2 Trajnostni test

Slika 14a prikazuje pomik krmilnega bata v vodnem proporcionalnem potnem ventilu kot odziv na vhodni koračni krmilni signal. Krmilni bat je med trajnostnim testom ves čas opravljal celoten gib $\pm 100\%$, kar dejansko pomeni ± 3 mm. Druga krivulja na tem grafu pa prikazuje nihanje vstopnega tlaka na priključku P med trajnostnim testom. Ta tlak je nihal s približno 160 bar na približno 120

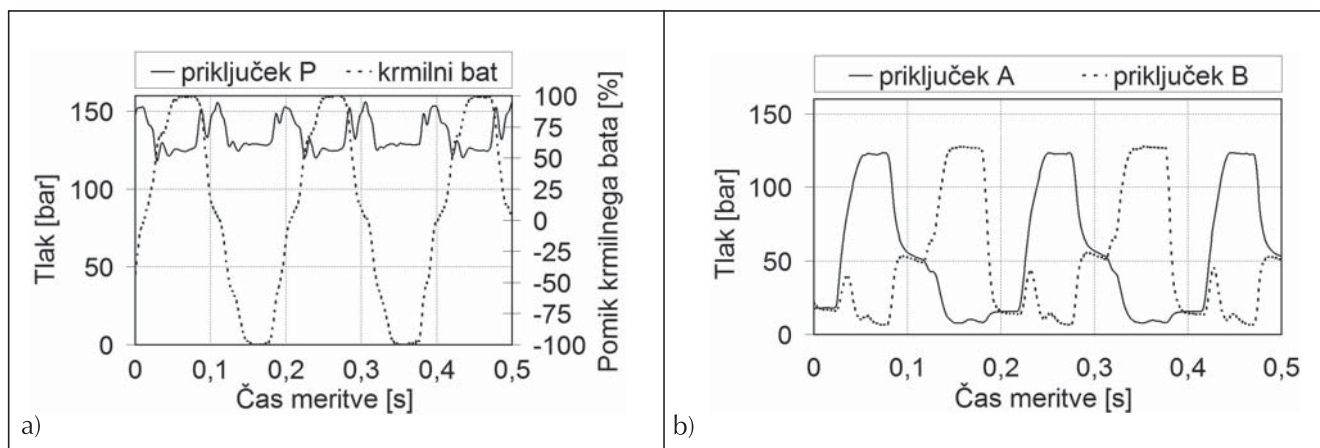
bar s frekvenco 10 Hz. Slika 14b prikazuje delovna tlaka na priključku A (krivulja pA) in B (krivulja pB) vodnega proporcionalnega potnega ventila. Tlaka nihata s frekvenco krmilnega bata 5 Hz. Dosežena delovna tlaka na A in B priključkih sta približno 120 bar, zato znaša pretok skozi dušilki z izvrtinama po 1,5 mm približno 20 l/min. Dušilki sta vgrajeni na priključka A in B (slika 6, poz. 24.1 in 24.2).

Eden od pomembnejših rezultatov trajnostnega testa vodnega proporcionalnega 4/3-potnega ventila po 10 milijonih prekrmiljenj pri tlaku nastavitve varnostnega ventila 160 bar, delovnem pretoku skozi ventil približno 20 l/min in frekvenci prekrmiljenj 5 Hz je razmeroma majhno notranje puščanje (QL, pri 40 °C), ki je bilo manjše od 5 % celotnega pretoka črpalke (QL < 2 l/min).

5 Diskusija in zaključek

Razvili smo nov vodni 4/3-proporcionalni potni ventil ter zasnovali in izdelali dvojno, vodno in oljno, preizkuševališče. Rezultati iz analognega oljnega hidravličnega sistema, sestavljenega pretežno iz standardnih sestavin, so nam služili za referenčno primerjavo obnašanja vodnega sistema.

Na obeh preizkuševališčih smo izvedli številne meritve statičnega obnašanja in dinamične odzivnosti (prehodni pojavi). Ugotavljamo, da je statično obnašanje vodnega sistema



Slika 14. Primer meritev trajnostnega testa vodnega proporcionalnega potnega ventila: a) pomik krmilnega bata in tlak na vstopnem priključku P v odvisnosti od časa in b) tlak na priključkih A in B v odvisnosti od časa (tlak = 160 bar, pretok = ca. 20 l/min, frekvenca = 5 Hz)

zelo podobno analognemu oljnemu sistemu. Dolžina pomika obremenjene batnice vodnega hidravličnega valja je analogna dolžini pomika batnice pri oljnem valju pri ekvivalentnih pogojih. Potrebni delovni tlaki za pomik obremenjene batnice so pri pospeševanju mase podobni. Pri gibanju batnice s konstantno hitrostjo pa so delovni tlaki na vodnem preizkuševališču za približno 19 bar oziroma približno 82 % višji kot na oljnem pri enakih pogojih. Menimo, da je razlog za omenjeno razliko predvsem v večjem trenju tesnil v vodnem hidravličnem valju v primerjavi z oljnim. Meritve prehodnega pojava pri nenadni zaustavitvi mase, tj. hidravličnega udara, nam povedo, da je najvišji porast tlaka pri vodnem hidravličnem sistemu za približno 12 % višji, kot je porast tlaka pri oljnem hidravličnem sistemu.

Meritve, kako krmilni bat preizkušane vodnega proporcionalnega 4/3-potnega ventila sledi krmilnemu signalu, nam povedo, da deluje ome-

njeni ventil z najvišjo možno frekvenco 19 Hz pri amplitudi – 3 dB (tj. 70 % celotnega giba krmilnega bata). Fazni zamik obremenjenega preizkušane vodnega ventila je 90° pri frekvenca 10 Hz.

Trajnostni test novega, v teh raziskavah razvitega, vodnega proporcionalnega 4/3-potnega ventila je pokazal, da je ventil po 10 milijonih prekrmiljenj še vedno uporaben oziroma ima še zadovoljive delovne karakteristike in lastnosti. Notranje puščanje namreč ni presevalo 5 % celotnega pretoka črpalke pri danih vrtljajih in najvišjem možnem tlaku (160 bar) ter priporočeni delovni temperaturi vode (40 °C). Z določenimi ukrepi, ki so se pokazali za pozitivne med potekom trajnostnega testa, pa bo mogoče v prihodnje še izboljšati obstojnost oziroma uporabno dobo ventila.

Iz predstavljenih raziskav je razvidno, da je razviti vodni proporcionalni potni ventil mogoče uporabiti v velikem številu aplikacij, ki trenutno delujejo

v klasični oljni hidravliki. Nadalje je potrebno omeniti, da je celoten vodni hidravlični sistem uspešno preстал dolgotrajni trajnostni test, kar nas navdaja z velikim optimizmom za nadaljnje delo na tem področju.

Literatura

- [1] Bramah, J.: The Hydraulic Press, UK Patent Nr. 2045 (1795).
- [2] Kržan, B., Vižintin, J.: Okolju prijazna maziva; Ventil 15 (2009), štev. 3; str. 232–238.
- [3] Koskinen, K., Leino, T., Ripinen, H.: Sustainable development with water hydraulics – possibilities and challenges, Proceedings of the 7th JFPS International Symposium in Fluid Power, 2008, Toyama, Japonska, Vol. 1, str. 11–18.
- [4] Majdič, F., Pezdirnik, J., Kalin, M.: Primerjava sistemov vodne in oljne pogonsko-krmilne hidravlike, Zbornik konference Fluidna tehnika, 2007, Maribor.

Developmental Testing of Water Continuously Operating Spool Sliding Control Valve

Abstract: Environmental protection regulations are becoming stricter, especially in the areas of underground tap water, agriculture, forestry, food industry, etc. The use of tap water instead of hydraulic mineral oil in power-control hydraulics can make a very positive step in meeting these environmental demands. However, introducing water instead of oil in power-control hydraulics is a rather novel and difficult task because of specific characteristics of water compared to the relatively well-known properties of hydraulic mineral oil. A double test rig was designed, constructed and built in our laboratory (Laboratory for Power-Control Hydraulics (LPCH)) to make comparative tests of various hydraulic components, some of them working with hydraulic mineral oil (one system of the test rig) and others with tap water (other system/part of the test rig). The most important components in these testings were two continuously operating spool sliding control valves. The first one was a standard proportional valve, which operates with hydraulic mineral oil and is available on the market. The second one was newly designed and developed in our laboratory and worked with tap water throughout the testings. The double test rig and two functionally adequate valves using two different fluids served for an analytical comparison of parameters and properties.

Figure 1 shows both valves; a.) water valve and b.) on the market available oil valve. Figure 2 shows the basic structure of the newly developed water valve and Figure 3 shows the spool and sleeve of this valve. Figure 4 shows the functional scheme of the water part of the test rig. The oil part is simpler but more adequate than the water part in testing the proportional control valve which is important for the analytical comparison of both valves and systems. Figures 5 and 6 show the modules for the testings of transient phenomena (Figure 5) and the useful life of the valves (Figure 6). Figure 7 shows the appearance of the double test rig; left shows the water part and right shows the oil part. Control signals to valve proportional solenoids are shown in Figures 8 and 9. The internal leakage of both valves although more frequently the water valve, was measured in time intervals (Figure 10). Figure 11 shows the piston/piston rod stroke for water and oil cylinder controlled with proportional valves, one with water valve and the other with oil valve. No significant differences were observed. However, there are significant discrepancies in pressure differences between A and B ports of the water and comparative oil valve each one controlling its own cylinder (Figure 13). The friction coefficient in the water cylinder was higher compared to that of the oil cylinder, which is a matter of further development. The duration test was carried out too. Figure 14 shows pressures on the ports P, A

and B of the water valve during ten million cycles with the load simulated by the flow through orifices. The internal leakage of the water valve did not exceed 2 l/min after operating above mentioned ten million cycles at 160 bars, temperature of the water at 400 C and the flow about 20 l/min. The Bode diagram for the new water proportional spool sliding control valve was also executed; 19 Hz at -3 dB. The overall results were better than initially expected.

Keywords: tap water, Water power-control hydraulics, Continuously operating sliding directional control valve, duration and dynamical testings

Zahvala

Avtorji smo za finančno in tehnično podporo iskreno hvaležni slovenskemu podjetju Tajfun Planina, d. o. o., enemu večjih izdelovalcev gozdarske opreme na svetu. Za predlagano raziskavo na področju vodne hidravlike in vso podporo pri raziskavah se zahvaljujemo prof. dr. Jožetu Vižintinu, vodji Centra za tribologijo, tehnično diagnostiko in hidravliko (CTDH). Raziskave je sofinancirala Slovenska raziskovalna agencija (ARRS), proj. L2-9407. Večji del sestavin oljne hidravlike je prispevalo podjetje Kladivar Žiri, d. d., za kar se jim zahvaljujemo. Podjetje HIB Kranj je delno doniralo hidravlične gibke cevi, podjetje OLMA pa prispevalo mineralno hidravlično olje. Hvala vsem, da smo to lahko dosegli!



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



Želimo vam vesele božične praznike in uspešno novo leto 2010.

We wish you a Merry Christmas and a Happy New Year 2010.

VENTIL

REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO



Temperaturni odziv kot čas pomešanja pri raziskavi v mešalni posodi

Andrej BOMBAČ, Dečan BEADER, Iztok ŽUN

Izvleček: V delu so predstavljeni časi pomešanja pri mešanju kapljevine v posodi s standardnim Rushtonovim mešalom (RuT) in patentiranim turbinskim mešalom z dvema diskoma (DDT). Za določitev časa pomešanja je bila uporabljena metoda motnja–odziv. Kot motnja je bila uporabljena manjša količina vroče vode, ki je bila vlita v kapljevino tik nad njeno gladino, odziv pa je predstavljala sprememba temperature kapljevine na merilni lokaciji. Rezultati so bili dobljeni na dva načina: (a) iz meritev na preizkusni napravi ter (b) na osnovi računalniške dinamike tekočin. Izračunane vrednosti so nekoliko, vendar konsistentno, večje od izmerjenih.

Ključne besede: temperatura, motnja–odziv, čas pomešanja, mešalna posoda, Rushtonovo mešalo, mešalo z dvema diskoma, računalniška dinamika tekočin

■ 1 Uvod

Zaradi omejene samoočiševalne sposobnosti narave je nujno vse presežne količine komunalnih odpadnih voda očistiti s pomočjo različnih čistilnih naprav. Pri tem postopke čiščenja praviloma intenziviramo zaradi pospešitve prenosa snovi. Da povečamo delež kisika v odpadni vodi, vanjo dovajamo zrak ob intenzivnem mešanju kapljevine. Pri tem so seveda izvedbe mešanja zelo raznolike, kot npr.: aeracija vode s posebnimi površinskimi mešali v odprtih bazenih [12], mešanje vode v posodah z mešali [1–4, 6–8, 11], z vnosom zraka v vodilno cev [10] oziroma z ejetorji [11].

Na splošno velja, da je pri enaki disipirani energiji mešala najbolj

učinkovito tisto mešalo, ki dosega pri enaki stopnji učinkovitosti pomešanja najkrajši čas. Na disipacijo energije mešala odločilno vplivajo geometrijska razmerja med posodo in mešalom [1]; če pa se omejimo na standardno konfiguracijo dodatno še oblika in izvedba mešala (radialno, aksialno) [2] ter različne oblike lopatic enakih geometrijskih razmerij [4, 7] in izvedbe motilnikov toka [8].

Z večanjem vrtilne frekvence mešala se večja moč mešala, kar posredno predstavlja večjo črpalno zmogljivost mešala, to pa intenzivnejšo cirkulacijo kapljevine ter s tem povezano krajši čas pomešanja [3, 4]. V literaturi je najti precej različnih kriterijev določitve časa pomešanja, ki se medsebojno razlikujejo predvsem po fizikalnih osnovah in uporabljenih kriterijih. S tem se pojavi vprašanje smiselnosti primerjave absolutnih vrednosti časov pomešanja, saj že izmerjene vrednosti Ne-števíla Rushtonovega mešala pri standardni konfiguraciji nihajo po virih iz literature [4] od –10 % do 23 % glede na našo izmerje-

no vrednost [1]. Poleg tega se različne eksperimentalne metode določanja časa pomešanja medsebojno precej razlikujejo v fizikalnih osnovah (temperaturni odziv, sprememba konduktivnosti, metoda razbarvanja, ...) ter kriterijih določitve stanja pomešanja [2, 3, 7]. Če izhajamo iz lokalnih meritev na različnih lokacijah (r , z , f), potem je dodatno treba upoštevati še vpliv same lokacije, saj so medsebojna odstopanja od –6 % do 11 % od skupne srednje vrednosti [2]. Posamične metode zahtevajo tudi različno minimalno količino vnesene snovi (motnje), s tem pa tudi različne čase vnosa "motnje".

V tem delu sta obravnavani eksperimentalna in CFD-raziskava časa pomešanja kapljevine v mešalni posodi. Za mešanje sta bili izmenično uporabljeni mešali RuT in DDT. Določitev časa pomešanja je potekala po metodi motnja–odziv, kjer je bila kot motnja uporabljena manjša količina vnesene vroče vode v kapljevino tik nad njeno gladino, sprememba temperature kapljevine na merilni loka-

Doc. dr. Andrej Bombač, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo; Dečan Beader, univ. dipl. inž., AVL-AST, d. o. o., Maribor; Prof. dr. Iztok Žun, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

ciji pa njen odziv. Rezultati so bili dobljeni na dva načina: (a) iz meritev na preizkusni napravi ter (b) na osnovi računalniške dinamike tekočin, pri čemer je bila spremljana fluktuacija brezdimenzijske temperature na enaki lokaciji kot na meritvah na preizkusni napravi. Izbrana je bila samo ena lokacija, saj je šlo predvsem za medsebojno primerjavo izmerjenih in izračunanih vrednosti pri enakih vrtilnih frekvencah mešala. Iz primerjave rezultatov je razvidno, da se časi CFD zelo dobro ujemajo z izmerjenimi vrednostmi in potrjujejo aplikativnost preproste in poceni metode motnja-odziv z vročo vodo. Časi pomešanja se na splošno z večanjem vrtilne frekvence mešala krajšajo.

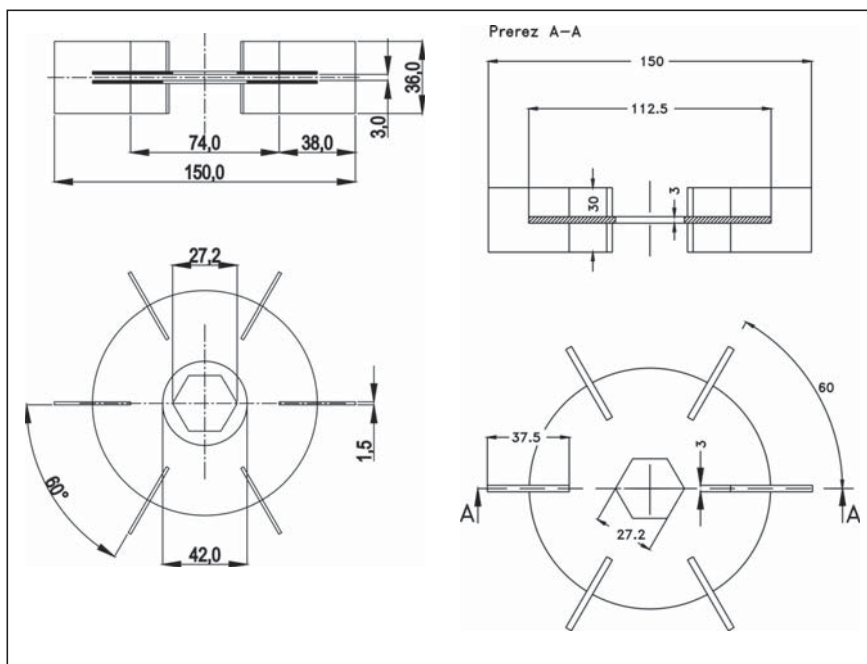
■ 2 Merilna linija in preizkus

Mešanje kapljevine je potekalo v posodi premera $T = 450$ mm, opremljeni s štirimi motilniki toka. Razmerje med višino kapljevine v posodi in premerom posode je bilo $H/T = 1$. Mešali, enakih premerov $T/3$ sta bili nameščeni na višini $H/3$. Za izvajanje mešanja sta bili uporabljeni mešali RuT in DDT. Značilne dimenzije mešal so prikazane na sliki 1.

Pri vseh meritvah je bila uporabljena demineralizirana voda ($m = 70,35$ kg) pri sobni temperaturi. Vrtilna frekvenca je bila merjena z IR-merilnikom z absolutno napako merjenja ± 1 vrt/min. HBM-ov merilnik momenta je imel napako meritev $\pm 0,02$ Nm.

Za določitev časa pomešanja je bila pri obeh izvedbah mešanja, z mešalom RuT in DDT, uporabljena metoda motnja-odziv [3, 5]. Za motnjo je bila uporabljena voda (1 dm^3) temperature $90\text{--}95$ °C, ki je bila vlita v posodo tik nad gladino nad merilno lokacijo termoelementa, odziv pa je predstavljal sprememba temperature na merilni lokaciji. Naš časovni okvir opazovanja ni presegel 20 s, porast temperature zaradi samega mešanja je bil pri tem zanemarljivo majhen.

Meritve temperature so potekale na lokaciji $(r, z, j) = (65 \text{ mm}, 420 \text{ mm}, 45^\circ)$, na sliki 2 je prikazana kot označka x. Ta lokacija je bila določena glede na raziskave drugih avtorjev [4] in

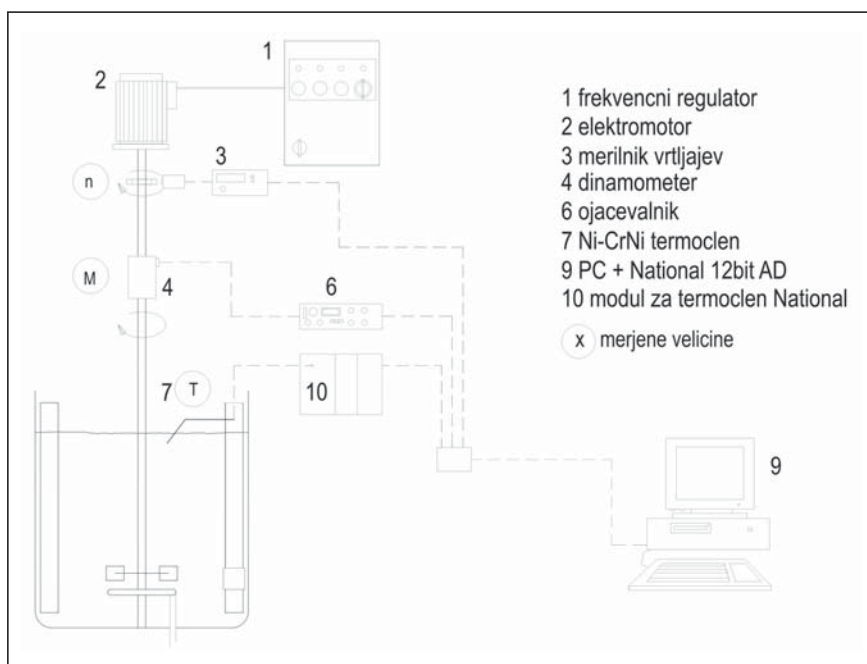


Slika 1. Mešalo DDT (levo) in mešalo RuT (desno)

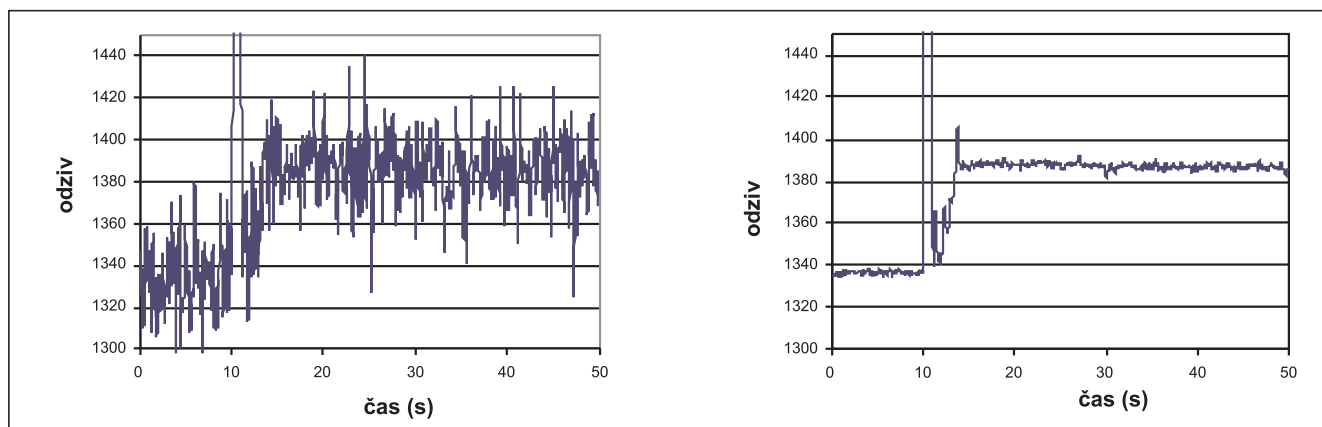
je najmanj odstopala od povprečja treh lokacij, kot so (i) tik pod gladino, (ii) v iztekajočem toku iz mešala in (iii) ob steni posode.

Za termočlen je bil uporabljen par Ni-CrNi (tip K), premer tipala 0,2 mm. Tipalo je bilo priključeno na predojačevalnik proizvajalca National Instruments. Hitrost maksimalnega temperaturnega odziva termočlena je bila pri 3-kratni ponovitvi med 440 in 550 °C/s, kar je zadoščalo za meritve časov pomešanja, hkrati pa

je bil temperaturni odziv bistveno »počasnejši« od motenj v osnovnem signalu. Beleženje odziva je potekalo s frekvenco 1000 Hz, čas posamezne meritve je bil 60 s. Na sliki 3 je prikazan dejanski časovni odziv kot arbitražna vrednost (temperatura izražena z napetostjo v binarni skali) 12-bitnega AD-pretvornika (National Instruments) z vsemi motnjami, ki nastopijo v osnovnem signalu. Iz analize motenj pri zajemu podatkov z višjimi frekvencami se je izkazalo, da so bili časi motenj krajši od 10-4



Slika 2. Merilna linija



Slika 3. Dejanski (levo) in filtrirani (desno) odziv termočlena

s, kar je omogočilo enostavno prepoznavo in izločanje motenj. *Filtrirani signal* je prikazan na *sliki 3*.

Za nadaljnjo proceduro je bil takšen signal s 1000 Hz (zapisi/s) povprečen in preveden na 10 Hz. Relativna napaka pri ponovljivosti časov pomešanja na osnovi treh meritev je bila manjša od $\pm 10\%$.

3.1 Temperaturni odziv kot kriterij določitve časa pomešanja

Izhajajoč iz 1. glavnega zakona termodinamike lahko ohranitev energije za opazovani termodinamski sistem zapišemo:

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + W_m \quad (1)$$

kjer je Q_{12} – izmenjana toplota sistema z okolico, ΔU_{12} – sprememba notranje energije sistema in W_m – vloženo delo. Izmenjano toploto z okolico lahko zanemarimo, saj je temperatura vode v posodi pred vnosom enaka temperaturi okolice, po vnosu motnje pa zanemarljivo višja.

Vloženo mehansko delo je za izvajanje mešanja odvisno od intenzitete mešanja in je za obravnavano časovno obdobje enako:

$$W_m = Ne \cdot \rho \cdot n^3 \cdot d^5 \cdot t_m \quad (2)$$

pri čemer pomenijo: Ne – brezdimenzijsko število moči ($P/\rho n^3 d^5$), P – moč mešala, n – vrtilna frekvenca mešala, d – premer mešala, ρ – gostota kapljevine in t_m – čas pomešanja.

Sprememba notranje energije sistema je podana s spremembo stanj pred

vnosom in po vnosu vode (kot motnje) v sistem za vse udeležene medije, kar lahko zapišemo kot:

$$\Delta U_{12} = c_v \cdot m_1 (T_k - T_1) + c_v \cdot m_2 (T_k - T_2) + c_a \cdot (T_k - T_a) \quad (3)$$

kjer pomenijo: m_2 – masa in T_2 – temperatura vnesene vode, m_1 – masa in T_1 – temperatura vode v posodi pred pomešanjem, m_a – masa in T_a – temperatura mešalne naprave, c_v – specifična toplota vode ter C_a – toplotna kapaciteta mešalnega sklopa. Zadnji člen enačbe 4 predstavlja spremembo notranje energije mešalnega sklopa, ki je v stiku z vodo. Pri tem je toplotna kapaciteta mešalnega sklopa enaka:

$$c_a = \sum m_{ai} \cdot c_{ai}$$

in zajema mešalno gred z mešalom ter posodo z motilniki toka. Glede na majhno maso sklopa in manjše specifične toplote delov mešalnega sklopa je toplotna kapaciteta približno enaka $\sim 10\%$ vrednosti toplotne kapacitete vode. Tako lahko iz enačb 2 in 4 izrazimo končno temperaturo pomešanja:

$$T_k = \frac{W_m + c_w (m_1 \cdot T_1 + m_2 \cdot T_2) + C_a \cdot T_a}{c_w (m_1 + m_2) + C_a} \quad (4)$$

Izračunana končna temperatura je v nadaljevanju služila za kontrolno vrednost pri izračunih.

3.1.1 Izračun časov pomešanja iz merjenih temperatur

Časi pomešanja so bili izračunani po metodi motnja–odziv [2, 5, 7], kjer je motnjo predstavljala vlita vroča voda

(opisano v pogl. 2), odziv pa je bila ustrezna sprememba temperature. Iz časovnega zapisa temperaturnega odziva je bil čas pomešanja definiran s sledečim kriterijem:

$$t_m = t_k - t_z \quad (5)$$

pri čemer je začetni čas odziva $t_z = t_i$ določen s pogojem:

$$T_i \geq \text{Avg}(T_{i-10}; T_i) \times 1,05; i = 1, \dots, N \quad (6)$$

in končni čas $t_k = t_f$, ko velja, da je temperatura v i -tem koraku dosegla povprečno vrednost naslednjih 10 izmerkov v odstopanju $\pm 5\%$ od končne temperature pomešanja:

$$T_i \geq \text{Avg}(T_i; T_{i+10}) - 0,05 \times \Delta T \wedge T_i \leq (\text{Avg}(T_i; T_{i+10}) + 0,05 \times \Delta T), i = 1, \dots, N \quad (7)$$

Temperaturna razlika med začetno in končno temperaturo je enaka $\Delta T = T_z - T_k$ ter T_i -temperatura in t_f čas pri i -tem koraku zapisa.

3.1.2 Računalniški izračun časov pomešanja

Moč mešanja je bilo na preizkusni napravi relativno enostavno izmeriti, izmerjene vrednosti pa so služile validaciji (model turbulence, stenske funkcije, izbrana gostota mreže ob stenah gredi, izbran model rotiranja mešala, ...) pri CFD-izračunu tokovnega polja. Tako je bilo Ne -število izračunano na osnovi njegove definicije $Ne = P/\rho n^3 d^5$. Moč mešala P je v tem primeru podana z izrazom $P = 2\pi n \tau$, kjer je moment τ zaviralne sile F na stični površini med kapljevino in gredjo z mešalom določen z integracijo izraza $\tau = \int r \times F$, pri

čemer r predstavlja vektor razdalje med opazovanim površinskim elementom in osjo rotacije gredi. Izračun tokovnega polja je pred izvajanjem prehodnega pojava dosegel stacionarno stanje. Predpostavimo, da je sprememba prostornine zaradi vlitja vroče vode zanemarljiva in gladina kapljevine vseskozi ravna (ob dodajanju 1 dm^3 vroče vode temperature $95 \text{ }^\circ\text{C}$ se masa tekočine v sistemu nekoliko poveča (približno za $1,45 \%$) in povzroči dvig gladine tekočine za približno $1,4 \%$). Na osnovi teh predpostavk obravnavamo mešanje kapljevine kot enofazni sistem z momentno, kontinuitetno in energijsko enačbo za eno samo fazo, kar je zapisano v splošni diferencialni obliki:

$$\frac{\partial \hat{\rho}}{\partial t} + \frac{\partial \hat{\rho} \hat{V}_i}{\partial x_j} = 0 \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \hat{\rho} \frac{\partial \hat{V}_i}{\partial t} + \hat{\rho} \hat{V}_j \frac{\partial \hat{V}_i}{\partial x_j} &= \hat{\rho} g_i - \frac{\partial \hat{p}}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\mu \left(\frac{\partial \hat{V}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \hat{V}_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \frac{\partial \hat{V}_k}{\partial x_k} \delta_{ij} \right) \right] - \\ &- \hat{\rho} (2\hat{V}_k + \omega_l x_m \varepsilon_{lmk}) \omega_j \varepsilon_{jkl} \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \hat{\rho} \left(\frac{\partial \hat{\Omega}}{\partial t} + \hat{V}_j \frac{\partial \hat{\Omega}}{\partial x_j} \right) &= \hat{\rho} \hat{q}_g + \frac{\partial \hat{p}}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\hat{\tau}_j \hat{V}_j \right) + \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\lambda \frac{\partial \hat{T}}{\partial x_j} \right) \end{aligned} \quad (10)$$

kjer so:

$$\hat{V}_i = \hat{U}_i - \omega_j x_k \varepsilon_{jkl}, \quad \hat{W}_i = \omega_j x_k \varepsilon_{jkl}$$

$$\text{in } \hat{\Omega} = C_p \hat{T} + \frac{1}{2} (\hat{V}_i \hat{V}_i - \hat{W}_i \hat{W}_i)$$

Oznake pomenijo: V_i – relativna hitrost, ρ – gostota, g_i – gravitacijski vektor, p – tlak, ω_i – vektor rotacije, μ – viskoznost, x_i – vektor položaja, U_i – vektor hitrosti, ε_{ijk} – permutacijski simbol in λ – toplotna prevodnost. Modeliranje turbulentnih tokov zahteva primerne postopke, s katerimi dosledno opišemo učinke fluktuacij hitrosti in ostalih skalarnih veličin v osnovnih ohranitvenih enačbah. Za reševanje teh enačb smo izbrali metodo Reynoldsovega povprečenja. Tako sta v sistem enačb vpeljeni dve dodatni spremenljivki: turbulentni napetostni tenzor in turbulentni to-

plotni fluks. Ker je Reynoldsovo število večje od 3×10^5 ($n \geq 100 \text{ min}^{-1}$), je sistem enačb zaključen s Standardnim $k-\varepsilon$ modelom turbulence za velika Reynoldsova števila. Ta k zgornjem sistemu enačb prispeva še dve enačbi in sicer za turbulentno kinetično energijo (k) in njeno disipacijo (ε):

$$\begin{aligned} \rho \frac{\partial k}{\partial t} + \rho U_j \frac{\partial k}{\partial x_j} &= P + G - \varepsilon + \\ + G - \varepsilon + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial x_j} \right) \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \rho \frac{D\varepsilon}{D} &= \left(C_{\varepsilon 1} P + C_{\varepsilon 3} G + C_{\varepsilon 4} k \frac{\partial U_k}{\partial x_k} \right. \\ &- \left. C_{\varepsilon 2} \varepsilon \right) \frac{\varepsilon}{k} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right) \end{aligned} \quad (12)$$

kjer so:

$$P = -2\mu_t S : S - \frac{2}{3} [\mu_t (trS) + k] (trS),$$

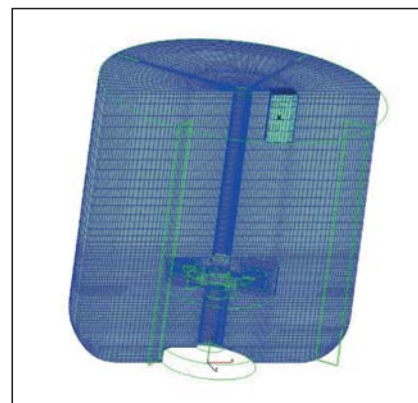
$$S = \sqrt{S_j S_j}, \quad G = -\frac{\mu_t}{\rho \sigma_p} \nabla \rho,$$

$$\text{in } \mu_t = C_\mu \rho \frac{k^2}{\varepsilon}$$

Oznake pomenijo: μ_t – turbulentna viskoznost in σ_k – turbulentno Prandtlovo število ($\sigma_k = 1$), $C_{\varepsilon i}$ pa konstante modela. Izračun je bil narejen s komercialnim računalniškim paketom *AVL Fire* [9], ki rešuje integralsko obliko danih enačb po metodi kontrolnih volumnov.

Geometrija in mreža: Uporabljena je bila računsko mreža s 489800 (RuT) oziroma 602550 (DDT) celicami in ustrezno gostoto, kar omogoča konsistentno uporabo standardne zidne funkcije. Mreža je kombinirana iz blok strukturirane za posodo (v obeh primerih enaka) ter avtomatično generirane nestrukturirane mreže za mešalo RuT ter blok strukturirane mreže za mešalo DDT, *slika 4*. Vse mreže so bile generirane znotraj predprocesorja *AVL Fire* [9].

Začetni in robni pogoji: Začetno stanje predstavlja voda pri sobni temperaturi. Na stenah gredi in mešala so kot robni pogoj bile uporabljene obodne hitrosti ter konstantna temperatura, enaka temperaturi okolice. Na



Slika 4. Mreža modela

stenah posode je bila prav tako predpisana temperatura enaka temperaturi okolice ($T_1 = 293,15 \text{ K}$), na gladini kapljevine pa simetrija.

Konvergenčni pogoj: Kriterij konvergence je bil v primeru DDT dosežen z reduciranim preostankom, manjšim kot 1×10^{-3} , razen pri skalarju, kjer je bil 1×10^{-7} . Pri RuT je bil uporabljen normalizirani ostanek, manjši od 1×10^{-4} , razen pri skalarju, kjer je bil ta kriterij 1×10^{-5} . Za določanje časa pomešanja je bila uporabljena fluktuacija brezdimenzijske temperature $\theta = (T - T_l)/(T_{max} - T_l)$ v višini 5% njene končne povprečne vrednosti na enaki lokaciji, kot so bile izvedene meritve na preizkusni napravi [6]. Ker so motilniki toka od mešala dovolj oddaljeni, da le minimalno vplivajo na tokovne razmere ob mešalu, je lahko uporabljena tehnika "Multiple reference frame" – hkratna uporaba večjega števila referenčnih koordinatnih sistemov. Območje neposredno ob mešalu obravnavamo v rotirajočem koordinatnem sistemu, v katerem se vpliv rotacije odraža v dodatnih členih, povezanih s Coriolisovo in centrifugalno silo. V tem območju sistem enačb rešujemo v celoti. Nasprotno zunaj ožjega območja okoli mešala (torej v večjem delu računskega območja) rešujemo poenostavljen sistem enačb, ki ne vsebuje členov, povezanih z rotacijo, vektor relativne hitrosti V_i , pa formalno nadomestimo z vektorjem hitrosti U_i . V prvem koraku je sistem enačb (8–12) reševan kot časovno neodvisen (MRF, steady-state).

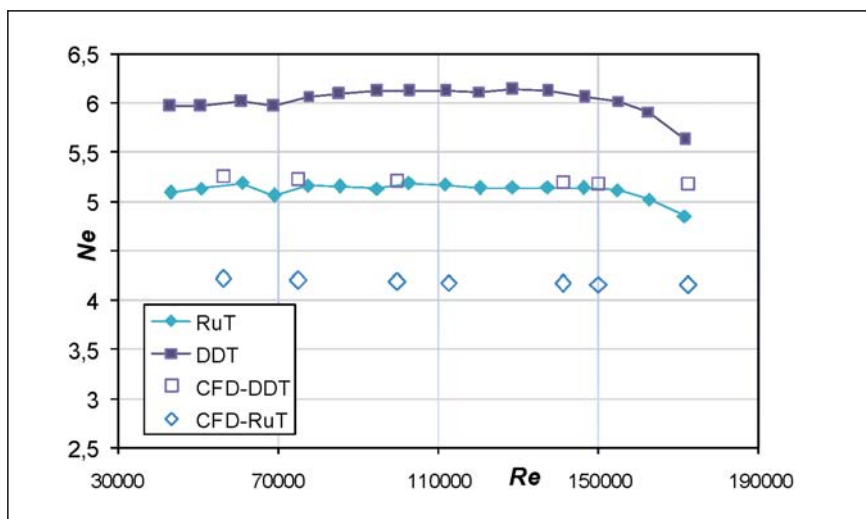
Tako je večkratno skrajšan čas izračuna. Ko je bilo doseženo stacio-

narno stanje, je bil izračun hitrostnega polja "zamrznjen", simulacija pa nadaljevana z izračunom spremembe koncentracije brezdimenzijske temperature. Ta je bila z vrednostjo 1 inicirana v prostornini okoli merilnega mesta, vse dokler ustrezeni delež kapljevine ni dosegel skupne prostornine dodane tople vode (1 dm^3). To stanje je bilo doseženo po približno eni sekundi simulacije (pri $n = 266 \text{ min}^{-1}$), kar tudi ustreza ocenjenemu času dolivanja vroče vode pri samem eksperimentu. Čas pomešanja je bil določen na osnovi fluktuacije brezdimenzijske temperature θ na lokaciji meritev (r, z, φ) = (65 mm, 420 mm, 45°).

4 Rezultati in razprava

4.1 Moč mešala

Moč mešala je bila merjena na gredi pri različnih vrtilnih frekvencah vse do nastanka površinske aeracije [1]. Odvisnost moči mešanja od vrtilne frekvence mešala je podana posredno preko Newtonovega in Reynoldsovega števila, kot je prikazano na *sliki 5*. Vzrok zmanjšanja vrednosti Ne (pri $Re > 137000$ za mešalo RuT in $Re > 146000$ za mešalo DDT) je vdor zraka z gladine v kapljevino, kar je vidno po ozkih in dolgih vrtincih vzdolž mešalne gredi. Povprečne vrednosti Newtonovega števila so: 5,15 za mešalo RuT in 6,04 za mešalo DDT [6]. Pri tem mešalo DDT dosega za ~17 % večjo vrednost Ne od mešala RuT. Vzrok za to je vsekakor pripisati



Slika 5. Prikaz izmerjenih in izračunanih Ne -števil za mešali RuT in DDT

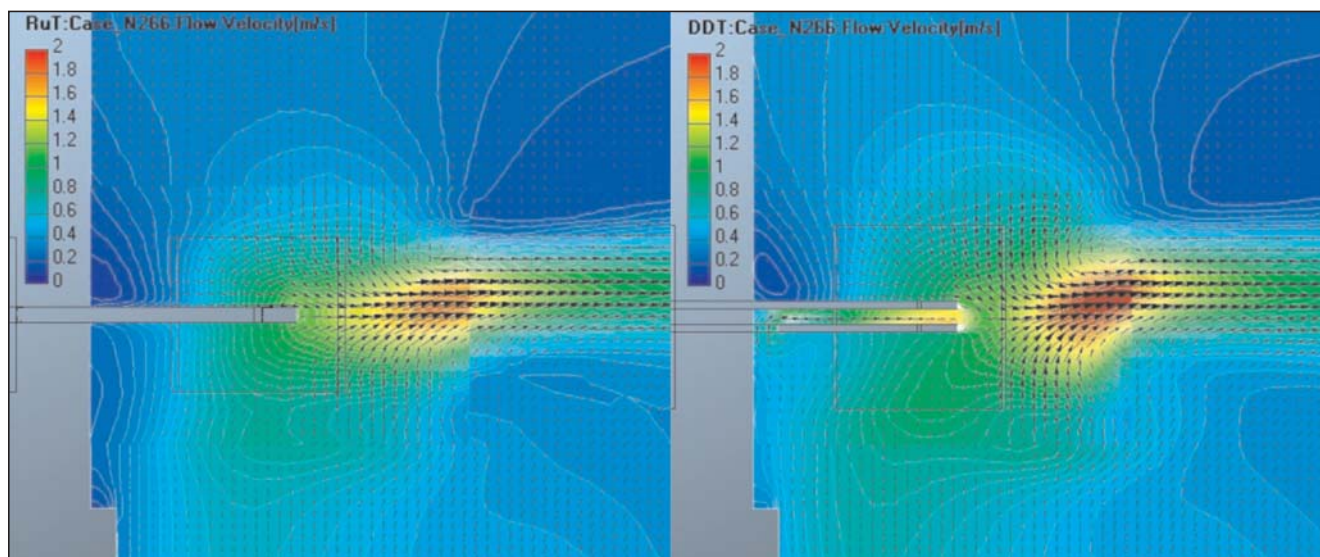
predvsem nekoliko višjim lopaticam ter dodatnemu iztekanju kapljevine med diskoma. Vse skupaj povzroči izrazitejši izstopajoč tok iz mešala, kar je razvidno iz CFD-izračuna hitrostnega polja izstopajočega toka, *slika 6*. S CFD-izračunom tokovnega polja je omogočen kvalitativen vpogled vanj in primerjava različnih veličin med mešanjem z mešalom RuT in DDT. Na *sliki 6* so prikazani vektorji hitrosti v r - z ravnini na $\frac{1}{2}$ med motilnikoma toka. Na desni *sliki* je razviden izstopajoč tok izmed dveh diskov, ki v področju za lopatico dodatno pospešuje izstopajoč tok iz mešala. Pri analizi CFD je bilo Ne -število izračunano na osnovi moči mešala in vrtilne frekvence, kot je bilo to razloženo v točki 3.1.2.

Vrednosti so prikazane na *sliki 5*. Povprečna vrednost izračunanih

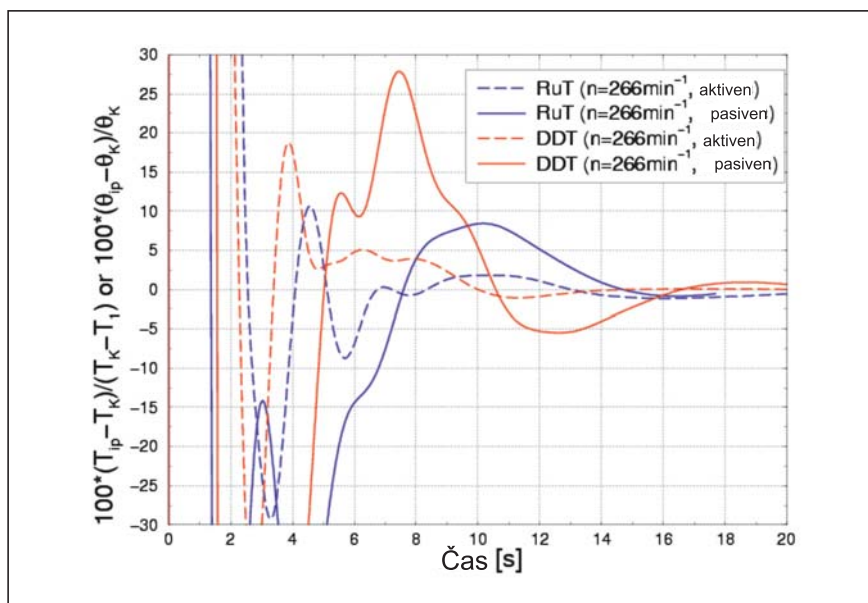
Ne -števil je pri mešalu RuT 4,19, kar predstavlja ~18 % manjšo vrednost od izmerjenega povprečja. Pri mešalu DDT je povprečna vrednost izračunanih Ne -števil 5,22, kar predstavlja za ~14 % manjšo vrednost od izmerjenega povprečja. Odstopanja, čeprav konsistentna, lahko pripisemo predvsem pomanjkljivosti modela turbulence, uporabi stenskih funkcij, izbrani gostoti mreže ob stenah gredi in mešala ter izbranemu modelu rotiranja mešala.

4.2 Čas pomešanja

Na *sliki 7* je podan izsek CFD izračunane temperature odziva za lokacijo termoelementa pri $n = 266 \text{ min}^{-1}$. Črtkana linija predstavlja relativna odstopanja (%) izračunanih vrednosti temperature odziva v

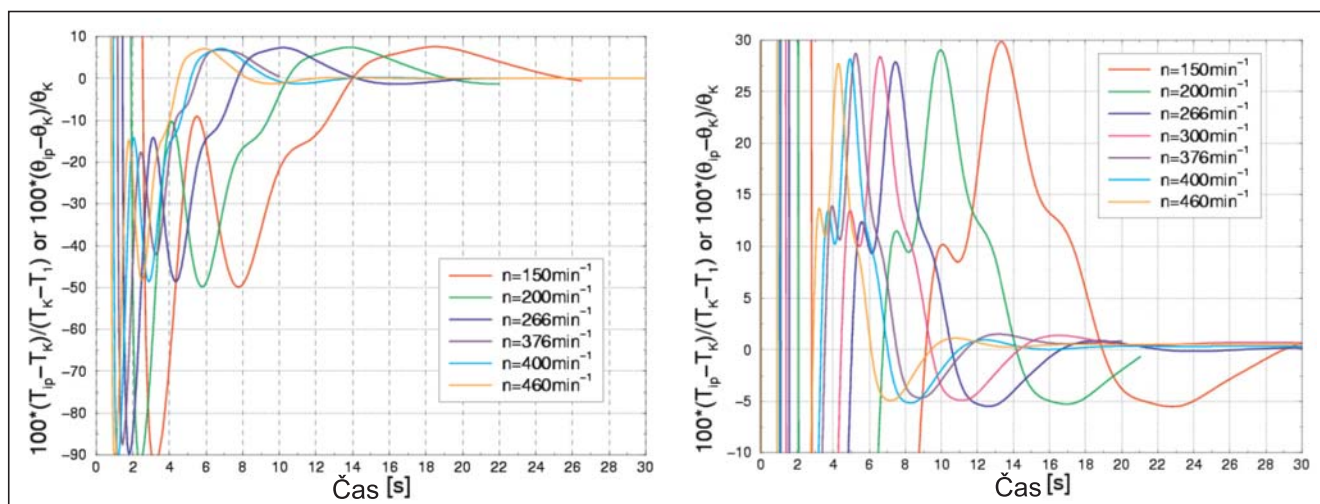


Slika 6. Hitrostno polje izstopajočega toka mešala RuT in DDT



Slika 7. Čas pomešanja na osnovi: dejanskega temperaturnega odziva in brezdimenzijske temperature

ture) gradienti temperaturnih odzivov v njegovi okolici niso več tako izraziti, zlasti pri odzivih mešala DDT, kot je to razvidno s slike 8. Če se striktno držimo postavljenega kriterija, bi v primeru $n = 266\text{min}^{-1}$ lahko sklepali, da je čas pomešanja približno 13,5 s (pri -5%). Če bi ta kriterij nekoliko omilili, potem bi čas lahko ocenili na približno 10 s (pri $+5\%$). Podobno velja tudi, če opazujemo relativna odstopanja temperature ob upoštevanju vseh enačb, slika 7. Pri 300, 376 in 400min^{-1} pa ostajamo znotraj izbranih toleranc. Podoben pojav zasledimo tudi pri samem eksperimentu, kjer prav tako naletimo na nepričakovana odstopanja, (tabela 1) v primeru RuT pri 376min^{-1} in v primeru DDT pri 267min^{-1} in 400min^{-1} .



Slika 8. Čas pomešanja pri različnem številu vrtljajev (RuT levo in DDT desno)

primeru upoštevanja celotnega sistema enačb (en. 8–12), polna pa odziv brezdimenzijske temperature $\theta = (T - T_1)/(T_2 - T_1)$ po tem, ko je bilo hitrostno polje "zamrznjeno". Pri dani motnji je čas pomešanja pri obeh mešalih večji, če ga ocenimo na osnovi odziva brezdimenzijske temperature. Oblika krivulje pri obeh mešalih sledi obliki krivulje dejanskega temperaturnega odziva (črtkana linija). Pri dani motnji lahko sklepamo, da izklop momentne enačbe (četudi s tem izgubimo del informacije) za medsebojno primerjavo rezultatov ne bo kritičen, hkrati pa veliko pridobimo na računskem času (CPU).

Na sliki 8 vidimo časovni odziv brezdimenzijske temperature θ po "za-

mrznitvi" momentne in energijske enačbe pri različnem številu vrtljajev za primer mešala RuT in DDT.

Pri izbranem kriteriju za doseg časa pomešanja ($\pm 5\%$ končne tempera-

Zato sklepamo, da bi sam kriterij lahko bodisi poostri (manj primerno za izvajanje meritev na preizkusni napravi) bodisi omilili ter tako pridobili pri zanesljivosti postopka (primerneje pri CFD-izračunu). Alternativno bi lahko

Tabela 1. Primerjava izmerjenih [6] in izračunanih časov pomešanja

Vrt. frekvenca	Izmerjeni časi (s)		Izračunani časi (s)	
	RuT	DDT	RuT	DDT
n (min^{-1})				
150	17,3	9,0	21,2	18,1
200	11,9	8,0	15,8	13,5
267	8,5	10,0	11,7	10,0
376	8,9	4,9	8,1	7,2
400	5,4	5,3	7,8	6,6
460	4,6	4,3	6,8	5,8

izbrali neko drugo merilno mesto (lokacijo termoelementa), pri katerem so gradienti izbranega temperaturnega odziva izrazitejši. Sicer je razvidno, da se z večanjem vrtilne frekvence mešala večja disipirana moč mešala, kar posredno predstavlja večjo črpalno zmogljivost mešala in intenzivnejšo cirkulacijo oziroma krajši čas pomešanja.

S CFD-izračunom je podan tudi kvalitativen vpogled v časovno-krajevni razvoj umešanja dodane kapljevine in je skladen z vizualnim opazovanjem dodanega barvila. V nadaljevanju je prikazan potek pomešanja v r - z ravnini lokacije termoelementa pri vrtilni frekvenci 267 min^{-1} , prikazano na slikah 9 za mešalo RuT in 10 za mešalo DDT. Rdeča barva predstavlja vnese no vodo s temperaturo, ki je višja oz. enaka končni, modra barva predstavlja začetno nižjo temperaturo.

Pri obeh mešalih se motnja takoj ob vnosu sprva širi v smeri cirkulacije, to je navzdol proti mešalu, kjer z izstopajočim tokom izteka iz mešala. Pri mešalu DDT je zelo opazen izrazit radialno izstopajoč tok v smeri proti posodi mešala, posebej v primerjavi z mešalom RuT. Tok se ob steni posode razdeli v zgornjo in spodnjo cirkulacijsko zanko. Iz nadaljnjega razvoja tokovnega polja sledi, da je pomešanje najprej doseženo v spodnjem delu ter kasneje tudi v zgornjem delu posode. V času, ko je na lokaciji termoelementa x-pomešanje že doseženo, pa v bližnji okolici še ni, kot je to razvidno z zadnje sekvence slik 9 in 10. Čase pomešanja v območju vrtilne frekvence mešala na eksperimentalni napravi (tabela 1) dovolj dobro popiše sledeča enačba:

$$t_m = a + b \cdot \ln(n), \quad (13)$$

pri tem sta koeficienta a in b določena po metodi najmanjših kvadratov. Vrednosti koeficientov a in b ter odstopanja R so za obe mešali prikazani v tabeli 2.

Na sliki 11 so prikazane vrednosti meritev, korelirane po en. 13 za različne vrtilne frekvence. Razvidno je, da se z večanjem vrtilne frekvence (moči mešanja) čas pomešanja pri obeh mešalih eksponentno krajša. Omenjeni me-

Tabela 2. Parametri regresijske krivulje po enačbi (13)

Mešalo	a	b	R
RuT	66,736	-10,127	0,945
DDT	48,021	-7,154	0,7928

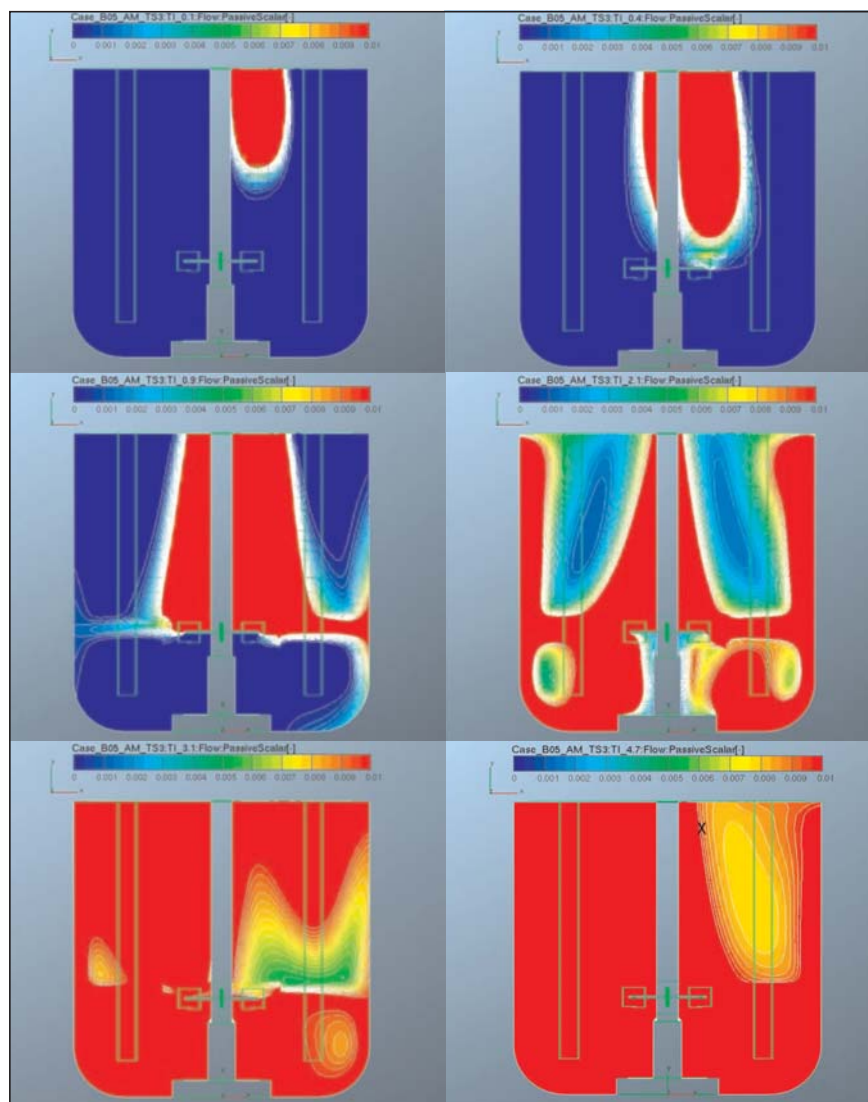
šali imata radialno izstopajoč tok iz mešala, ki se ob steni posode razdeli na zgornjo ter spodnjo cirkulacijsko zanko. Večja disipirana moč mešala DDT torej posredno predstavlja večjo črpalno zmogljivost mešala oziroma intenzivnejšo cirkulacijo ter s tem povezano krajši čas pomešanja na merilni lokaciji. Krajše čase pomešanja dosega mešalo DDT, kar je skladno z večjo disipacijo energije mešala. V literaturi je najti kar nekaj kriterijev, ki čas pomešanja za poljubno izvedbo mešala v okviru standardnih razmerij korelirajo predvsem z močjo mešanja. Pri tem je pomembno navesti,

da čas pomešanja predstavlja samo čas, dosežen na določeni lokaciji, časi pomešanja so lahko glede na

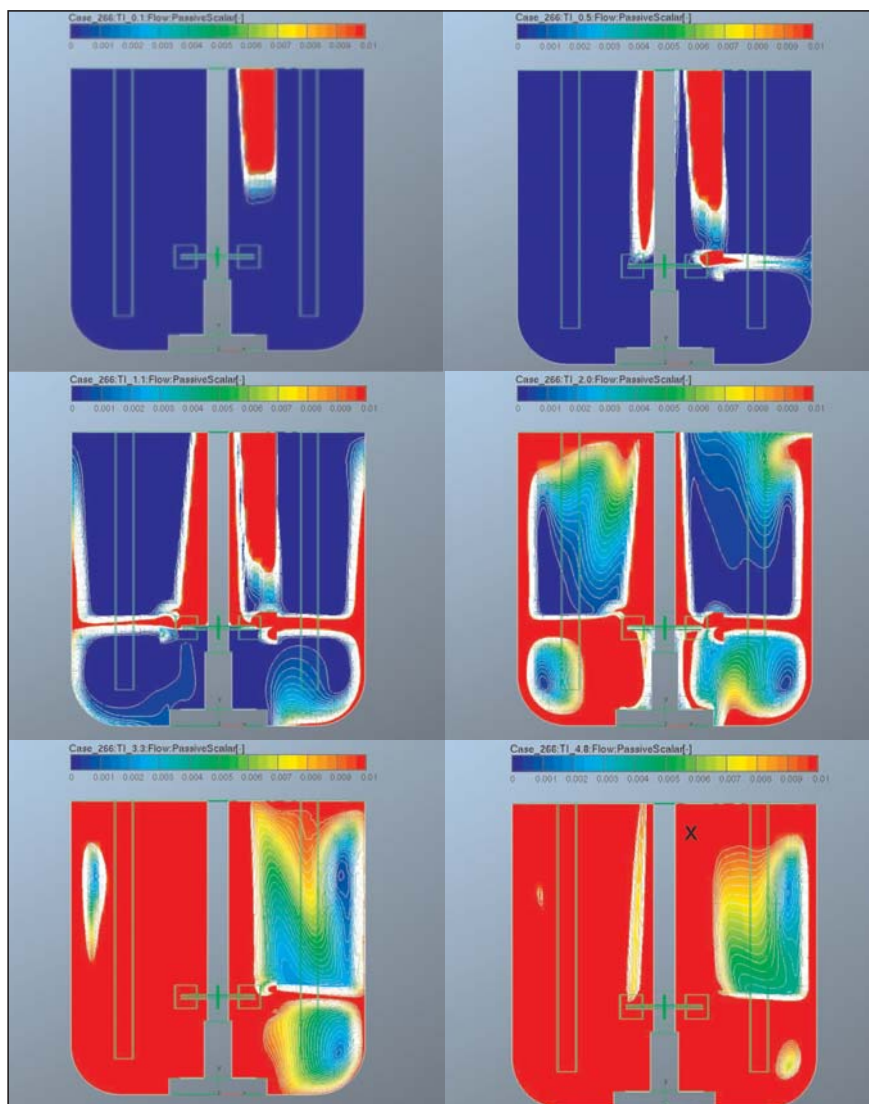
različne merilne lokacije različni [2]. Iz CFD-prikaza razvoja pomešanja, prikazano na slikah 9 in 10, sledi, da so nehomogenosti, kljub doseženemu pomešanju na izbrani lokaciji, v posodi še vedno lahko prisotne. Različna mešala torej ne dosegajo enakih rezultatov procesa. Iz tega sledi, da je čas pomešanja dokaj groba ocena mešalne učinkovitosti.

4.3 Primerjava vrednosti

Ujemanje izmerjenih in CFD-vrednosti časov pomešanja je dobro. Zadnje so, predvsem zaradi izbranega pristopa



Slika 9. Časovno-krajevni razvoj pomešanja pri mešalu RuT



Slika 10. Časovno-krajevni razvoj pomešanja pri mešalu DDT

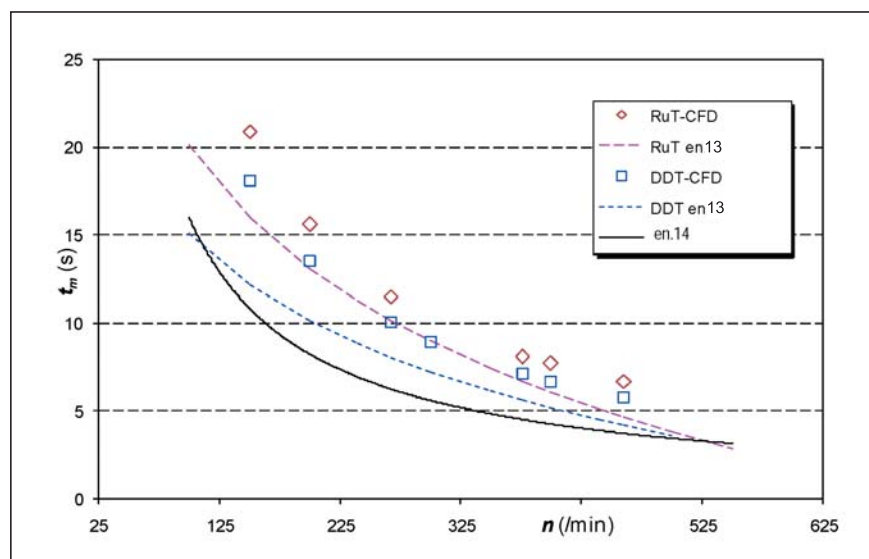
“zamrznitve” hitrostnega polja ter tako doseženim nekajkrat krajšim časom izračuna, konsistentno višje od izmerjenih; v povprečju za 20 % pri mešalu RuT in 22 % pri mešalu DDT. Ta odstopanja lahko pripišemo že omenjeni pomanjkljivosti k -modela turbulence kot tudi stenskih funkcij, izbrani gostoti mreže ob stenah gredi in mešala, itn. Podobne so tudi ugotovitve v delu [13], kjer so CFD izračunani časi pomešanja pri uporabi k - ϵ modela daljši od izmerjenih. Vpliv različnih merilnih lokacij dodatno poveča relativno odstopanje (izračunanih vs. izmerjenih vrednosti) od 11 % do 40 % [15]. Pri mešanju z več stopenjskim mešalom [14] je najti celo za 2–3 krat večje izračunane čase pomešanja od izmerjenih. Vpliv omenjenih odstopanj zasledimo tudi pri izračunani vrednosti Ne-števíla, ki je namreč ~18 % manjše od povprečja izmerjenih vrednosti

pri mešalu RuT in ~14 % manjše pri mešalu DDT. CFD-časi pomešanja pa so bili primerjani tudi z vrednostmi po

kriteriju [3], ki izhaja zgolj iz merjenih vrednosti disipirane energije pri mešanju z različnimi mešali in geometrijski razmerji:

$$t_m = 5,3 \cdot \left(\frac{1}{n}\right) \cdot \left(\frac{1}{Ne^{\frac{1}{3}}}\right) \cdot \left(\frac{T}{D}\right)^2 \quad (14)$$

Enačba (14) velja pri pogojih $1/3 \leq D/T \leq 1/2$ in $H = T$, vrednosti za obe mešali pa so predstavljene na sliki 10 s polno linijo. Časi pomešanja se tako za mešalo RuT kot za DDT po omenjenem kriteriju med seboj praktično ne razlikujejo, kar ni skladno niti z izmerjenimi niti s CFD izračunanimi vrednostmi. Primerjava absolutnih vrednosti porabe energije kot časov pomešanja s tistimi po virih iz literature je lahko zgolj orientacijska. Že vrednost Ne-števíla standardnega Rushtonovega mešala se po virih iz literature [6] zelo razlikuje: od 4,8 in 6,3. Podobna odstopanja je najti prav tako pri časih pomešanja. Različne eksperimentalne metode določanja časa pomešanja namreč temelje na različnih fizikalnih osnovah, kot npr.: temperaturni odziv, sprememba konduktivnosti, metoda razbarvanja, itn. Vsaka metoda določa tudi neko minimalno količino vnesene snovi, ki predstavlja "motnjo". V našem primeru izlitje enega litra vroče vode (kot motnje) traja ocenjeno med 0,75 in 1 s. Ta čas vlitja je neposredno vključen v čas pomešanja, medtem ko so časi vnosa motnje po metodi spremembe konduktivnosti, razbarvanja, pH (vnos 3 ml kisline, solne



Slika 11. Preizkusno izmerjene in CFD izračunane vrednosti časov pomešanja

raztopine, ...) precej krajši. V uporabi so tudi različni kriteriji določanja doseženega stanja pomešanja. Tako je lahko pomešanje doseženo po kriteriju: (i) $A_h = 1 \pm 0,05 \times \Delta A$ [3,7] ali pa (ii) $A'_h = \pm 1 \%$ [2], kjer A predstavlja poljubno merjeno veličino, A' pa njeno fluktuacijo. Na celoten rezultat vpliva tudi lokacija meritev (r, z, ϕ), tako da je dodatno treba upoštevati še vpliv same lokacije. Po viru [4], kjer so bili časi pomešanja merjeni na treh različnih lokacijah, so bile izmerjene sledeče vrednosti: (i) najkrajši čas je bil dosežen v bližini mešala in je bil za 10 % krajši od povprečja vseh treh lokacij, (ii) v bližini stene posode je bil daljši za 6 % od povprečja in (iii) na lokaciji tik pod gladino je bil za približno 4 % daljši od povprečja.

■ 5 Zaključki

V prispevku je podana analiza temperaturnega odziva kot indikatorja časa pomešanja pri mešanju v posodi z mešalom. Opravljene so bile meritve časov pomešanja pri mešanju v posodi z Rushtonovim mešalom ter mešalom z dvema diskoma na preizkusni napravi ter računalniški izračun. Za čas pomešanja je bila uporabljena metoda motnja-odziv, kjer je bila kot motnja vlita manjša količina vroče vode, odziv pa je predstavljala sprememba temperature kapljevine.

Izračun moči mešanja in časov pomešanja pri mešanju kapljevine v posodi s standardnim Rushtonovim mešalom in modificiranim mešalom z dvema diskoma je bil opravljen s programskim paketom AVL Fire. Uporabljena je bila tehnika hkratne uporabe večjega števila referenčnih koordinatnih sistemov. Izračunana moč mešanja je zajemala vse zaviralne sile na stični površini med kapljevino in gredjo z mešalom, čas pomešanja je bil izračunan po enakem principu in na enaki lokaciji kot pri meritvah na mešalni napravi.

Rezultati CFD-izračuna kažejo, da je moč mešanja (Newtonovo število) konsistentno manjša od izmerjenih vrednosti, ~18 % pri mešalu RuT in ~14 % pri mešalu DDT, kar kaže na pomanjkljivost za ta primer upora-

bljenega modela turbulence ($k-\epsilon$) in izbiro stenske funkcije, ki pa je predvsem posledica gostote računske mreže v funkciji omejenih računalniških zmogljivosti (CPU).

Za izračun časa pomešanja je bila uporabljena fluktuacija brezdimenzijske temperature, vzeta kot pasivni skalar ("zamrznjeno" hitrostno polje), v višini 5 % njene končne povprečne vrednosti, kar je za večkratni faktor skrajšalo čas posamičnega izračuna.

Iz medsebojne primerjave časov pomešanja je razvidno, da se izračunani časi pomešanja zelo dobro ujemajo z izmerjenimi vrednostmi in potrjujejo uporabnost izbrane metode. Rezultati so konsistentno nekoliko višji; v povprečju za 20 % pri mešalu RuT in 22 % pri mešalu DDT. Ta odstopanja lahko pripišemo že omenjeni "zamrznitvi" posameznih enačb, pomanjkljivosti uporabljenega modela turbulence kot tudi stenskih funkcij, izbrani gostoti mreže ob stenah grede in mešala, itn. Časi pomešanja se pričakovano krajšajo z večanjem vrtilne hitrosti mešala.

Literatura

- [1] Bombač, A., Vpliv geometrijskih parametrov na Newtonovo število pri aeraciji v posodi z mešali, *Strojniški vestnik* (44) št. 3-4, 105-116, 1998.
- [2] Haucine, I., Plasari, E., David, R., Effects of the Stirred Tank's Design on Power Consumption and Mixing time in Liquid Phase, *Chem.Eng. Technol.* (23), 7-15, 2001.
- [3] Nienow, A. W., On impeller circulation and mixing effectiveness in the turbulent flow regime, *Chem. Eng. Science*, (52), 2557-2565, 1997.
- [4] Roman, R. V., Tudoze, R. Z., Studies on Transfer processes in Mixing Vessels, *Chem. Eng. J.*, (61), 83-93, 1996.
- [5] Levenspiel, O., *Chemical Reaction Engineering*, 3rd Ed., Wiley & Sons, 1999.
- [6] Bombač, A., Žun, I., Eksperimentalna raziskava učinkovitosti modificiranega turbinskega mešala. *Kuhljevi dnevi* 2005,

Podčetrtek, Slovensko društvo za mehaniko, 2004.

- [7] Vasconcelos, J. M. T., Orvalho, C. P., Rodrigues, A. M. A. F., Alves, S. S. Effect of Blade Shape on the Performance of Six Bladed Disk Turbine Impellers, *Ind. Eng. Chem. Res.* (39), 203-213, 2000.
- [8] Karcz, J., Major, M., An Effect of a Baffle Length on the Power Consumption in an Agitated Vessel, *Chem. Eng. Proc.* (37), 249-256, 1998.
- [9] AVL Fire, Manual pages, AVL-List GMBH, 2009.
- [10] BOMBAČ, A., LENARČIČ, J., Presoja izvedbe mešanja v nevtralizacijskem reaktorju z vodilno cevjo. *Ventil*, (15), 432-439, 2009.
- [11] Castillo, S, Zapico, A, Doubrovine, N, Lafforgue, C., Fonade, C., Study of a compact bioreactor for the in-line treatment of dairy wastewaters, *DESALINATION*, (214), 49-61, 2007.
- [12] Cancino, B., Design of high efficiency surface aerators, *Aquacultural Engineering*, (31) 99-115, 2004.
- [13] Aoyi Ochieng, Maurice S. Onyango, Anil Kumar, Kirimi Kiriamiti, Musonge, P., Mixing in a tank stirred by a Rushton turbine at a low clearance, *Chemical Engineering and Processing*, (47), 842-851, 2008.
- [14] Jaworski, Z., Bujalski, W., Otomo, N., Nienow, A. W., CFD study of homogenisation with dual Rushton turbines-comparison with experimental results. *Transactions of the Institution of Chemical Engineers Part A - Research & Design*, 78, 327-333, 2000.
- [15] Montante, G., Moštek, M., Jahoda, M., Magelli, F. CFD simulations and experimental validation of homogenisation curves and mixing time in stirred Newtonian and pseudoplastic liquids, *Chemical Engineering Science*, (60), 2427-2437, 2005

Temperature Response as Mixing Time by Research in a Stirred Vessel

Abstract: Presented in this work are the mixing times of stirred liquid in a vessel using the Rushton turbine (RuT) and a patented double disk turbine (DDT). Mixing time was based on the pulse-response technique where a small quantity of water was put into liquid just below the level which represented the pulse while the change of liquid temperature represented the response. The results were obtained based on measurements by the experimental device and computational fluid dynamics (CFD). Predicted values are consistently slightly higher than experimental ones.

Key words: temperature, pulse-response, mixing time, stirred vessel, Rushton turbine, double disk turbine, CFD

Zahvala

To delo je del večjega projekta št. No. P2-162, ki ga financira Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport RS.



FLUIDNA TEHNIKA - AVTOMATIZACIJA - INDUSTRIJSKA OPREMA



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 induksijski senzorji



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

Valor – program za spodbujanje rasti visokotehnoloških podjetij

Franc GIDER, Alenka MUBI ZALAZNIK, Margareta PEČAVER VIDAKOVIĆ

Izvleček: V članku je predstavljen program Valor, ki ga je Javna agencija za tehnološki razvoj Republike Slovenije (TIA) izvajala v sodelovanju z Ministrstvom za gospodarstvo v letih 2008 in 2009. Program je bil namenjen spodbujanju prenosa znanja iz raziskovalnih institucij v nova visokotehnološka podjetja. V program je bilo vključenih 5 podjetij, katerih projekti so bili usmerjeni v zagon podjetja za trženje visokotehnoloških izdelkov. Po doseženih rezultatih ob zaključku projektov lahko ugotovimo, da je program dosegel svoj namen. V slovenskem prostoru je dvignil zavest raziskovalcev, da je treba razmišljati o prodoru izdelkov na trg, po drugi strani pa spodbudil gospodarstvo, da razmišlja o uvajanju novih tehnologij v proizvodnjo. Vseh 5 podjetij, ki so bila vključena v program, je doseglo pozitivne rezultate, najbolj se to odraža na povečanem številu zaposlenih in dokončanju prototipov za predstavitev trgu.

Ključne besede: Tehnološka agencija Slovenije, odcepljena podjetja (spin-off podjetja), prenos znanja, prenos tehnologije

1 Uvod

Slovenija je država, ki ni izrazito podjetniško usmerjena. Po podatkih raziskave GEM (Global Entrepreneurship Monitor) spada Slovenija s 6,4-odstotnim deležem odraslega prebivalstva v podjetništvu v spodnjo polovico držav, ki so sodelovale pri raziskavi. Zaseda skupno 32. mesto od 43 svetovnih držav oziroma 13. mesto izmed 23 držav EU, ki so v raziskavi sodelovale [2]. Raziskava GEM je tudi ugotovila, da je v Sloveniji izmed novo nastalih podjetij 9,82 % takšnih, ki tržijo tehnologije, stare manj kot eno leto. Pri ustaljenih podjetjih je ta odstotek precej nižji (4,2 %). Izmed nastajajočih in novih podjetnikov je 42,5 % takšnih, ki imajo končano ali nedokončano izobraževanje na fakulteti.

Dr. Franc Gider, univ. dipl. inž., mag. Alenka Mubi Zalaznik, univ. dipl. inž., mag. Margareta Pečaver Vidaković, univ. dipl. inž.; vsi Javna agencija za tehnološki razvoj (TIA), Ljubljana

Za izboljšanje stanja na področju visokotehnološkega podjetništva si je Slovenija v okviru Nacionalnega raziskovalnega in razvojnega programa za obdobje 2006–2010 zadala za cilj, da se bo do leta 2010 delež inovativnih podjetij med malimi podjetji povečal s 13 % na 35 % [4]. Ukrepi za izboljšanje stanja so predvideni tudi v Operativnem programu krepitve regionalnih razvojnih potencialov, v katerem je zapisano, da je v Sloveniji delež malih podjetij z novimi tehnologijami relativno majhen. Eden od ključnih problemov na tem področju pa je premajhna podpora podjetjem pri prenosu raziskav in razvoja iz akademske in raziskovalne sfere v podjetja, zlasti manjša [3]. Na ravni Evropske unije so že precej časa na mizi predlogi za reorganizacijo politike spodbujanja raziskav in inovativnosti. Ena od glavnih zamer trenutnemu sistemu ERA (European Research Area) je ta, da so raziskave preveč bazične in premalo usmerjene v konkretne potrebe družbe (Grand Challenges) [5]. Evropa namenja veliko javnih sredstev raziskavam na področju razvoja novih tehnologij, te pa iz različnih razlogov ne najdejo

ustrezne poti na trg. V primerjavah z ZDA in azijskimi državami smo v EU na tem področju v stalnem zaostanku. Zato nastaja v zadnjih 10 letih kar nekaj pobud ter ukrepov za pospeševanje komercializacije znanja ter prenosa tehnologij na trg.

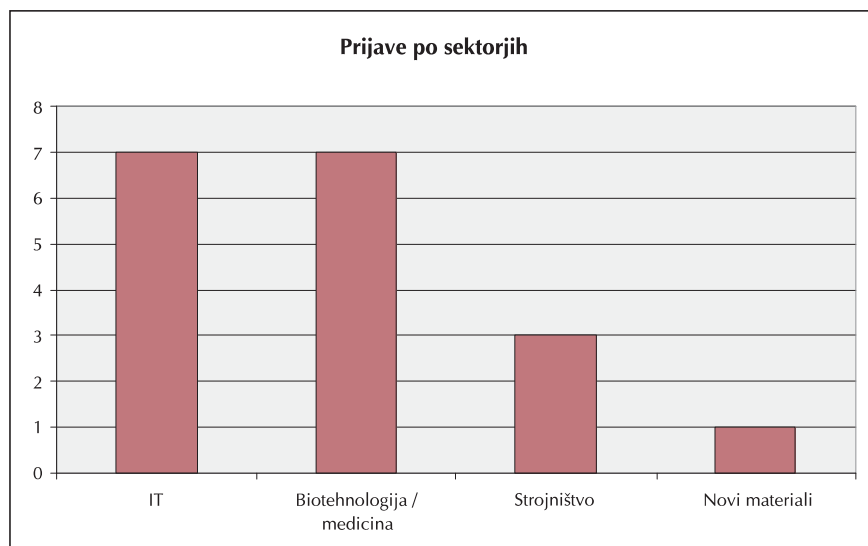
Ko govorimo o prenosu tehnologij, je tu veliko možnih oblik, ki se dogajajo tudi v Sloveniji in jih spodbuja tudi država. TIA na tem področju spodbuja mlade raziskovalce, da se zaposlijo v podjetjih, spodbuja industrijo in raziskovalno sfero, da sodeluje na raziskovalnih in razvojnih projektih, ter spodbuja delovanje tehnoloških platform in nastanek inovacijskih vozlišč [1]. O komercializaciji pa govorimo, ko univerza ali raziskovalni inštitut svojo tehnologijo ali znanje proda v obliki licence ali v obliki novega ustanovljenega podjetja.

V procesu komercializacije raziskovalnega rezultata s tržnim potencialom je do ustanovitve novega podjetja potrebno narediti še kar nekaj korakov. Pomembno je izluščiti tržni del sicer raziskovalnega rezultata, ga zaščititi (intelektualna lastnina),

ovrednotiti in približati trgu (v obliki izdelka ali storitve, ...), da lahko potekajo aktivnosti v smeri dejanskega nastopa na trgu, ki ga podjetje s svojim zastavljenim poslovnim modelom izvaja.

■ 2 Metodologija

Na TIA smo v letu 2008 v sodelovanju z Ministrstvom za gospodarstvo objavili javni razpis Valor v skupni vrednosti 500.000 EUR s ciljem pospeševanja prenosa znanja in raziskovalnih rezultatov iz raziskovalnih skupin na trg ter s tem spodbujanja ustanavljanja podjetij, ki bodo element uspešne komercializacije znanja in bodo zaposlovala visoko usposobljeno delovno silo ter dosegala visoko dodano vrednost [6]. Razpis se je usmeril na mlada podjetja, ki imajo urejeno vprašanje intelektualne lastnine z raziskovalnimi skupinami, kjer je bil razvit raziskovalni rezultat. Projekt je moral vsebovati mednarodno komponento, kar pomeni, da ima bodisi mednarodne partnerje ali je usmerjen na mednarodne trge. Razpis je temeljil na modelu »Open Innovation«, kar pomeni, da poteka proces komercializacije raziskovalnih rezultatov izven organizacije, ki je raziskovalni rezultat razvila, kar spodbuja prenos znanja iz raziskovalnih institucij v podjetja [7]. Trajanje projektov je bilo 1 leto (od avgusta 2008 do septembra 2009). Kot finančni instrument so bile izbrane subvencije (sofinanciranje do 85 %), ker gre za financiranje poslovanja v začetni fazi. Upravičeni stroški na projektu so bili: stroški dela zaposlenih (raziskovalci, tehniki in ostalo podporno osebje, ki so zaposleni izključno za razvojnoraziskovalno dejavnost), stroški storitev zunanjih izvajalcev (poslovno in tržno svetovanje, izdelava tržnih analiz in študij; stroški avtorskih honorarjev, neposredno povezanih s projektom, stroški storitev za inovacije – tehnična knjižnica, kakovostno označevanje, preverjanje in certificiranje), stroški storitev zunanjih izvajalcev za dodatne razvojnoraziskovalne aktivnosti, za izdelavo dodatnih raziskav, neposredno povezanih s komercializacijo raziskovalnega rezultata (dodatne razvojnoraziskovalne aktivnosti, ki so potrebne za prenos raziskovalnih



Slika 1. Prijave na razpis Valor po panogah

rezultatov na trg), stroški nematerialnih investicij (stroški patentnih zaščit, stroški ostalih avtorskih zaščit, stroški patentiranih pravic) in ostali stroški (vodenje projekta, najemnina, računovodske storitve, stroški energije in telefona, interneta).

Na razpis je v roku prispelo 18 prijav iz različnih panog. Največ prijav je prispelo s področja biotehnologije / medicine in informacijske tehnologije – IT (slika 1).

Strokovna komisija je ocenila vloge po desetih kriterijih:

1. opis, namen in cilj projekta,
2. inovativnost projekta – razvoj novih proizvodov ali storitev,
3. tehnološka perspektivnost proizvoda / storitve, ki je predmet projekta,
4. tržna perspektivnost – potencialni trg,
5. analiza trga,
6. organizacija projekta,
7. reference vodje projekta,
8. terminski plan – opisi dela v mejnikih z navedbo rezultatov mejnikov,
9. strategija razvoja podjetja,
10. pričakovano število zaposlenih.

Na podlagi ocen je bilo izbranih 5 podjetij oziroma projektov (prve tri so s področja biotehnologije / medicine, drugi dve pa s področja informacijskih tehnologij):

ACIES BIO: Razvoj novih tetraciklinskih antibiotikov na osnovi odkrite genske skupine. Projekt temelji na

razvoju povsem novih antibiotikov – tetraciklinov. Gre za prenos raziskovalnih rezultatov Biotehniške fakultete v Ljubljani. Namen projekta je bil razviti tehnologijo do stopnje, na kateri bo zrela za vstop strateških industrijskih partnerjev ali investitorjev. Acies Bio je biotehnološko podjetje, ki se ukvarja z raziskavami in razvojem na področju farmacevtske biotehnologije.

LENIS: Razvoj in trženje sodobnih medicinskih izdelkov na osnovi zdravilnih izločkov ličink muhe *Lucilia sericata*. LENIS je novoustanovljeno podjetje, katerega namen je komercializacija rezultatov raziskovalne skupine Biotehniške fakultete v Ljubljani, ki je razvila metodo pridobivanja izločka sterilnih ličink. Raziskovalna skupina naj bi bila prva na svetu, ki je uporabila sterilni izloček za zdravljenje na poskusni skupini pacientov z odličnimi rezultati (namesto živih ličink). V podjetju Lenis nameravajo na podlagi teh rezultatov razviti gel in oblogo za zdravljenje kroničnih ran. EMSISO: Naprava za zdravljenje urinske inkontinence s pomočjo funkcionalne magnetne stimulacije. Cilj projekta je bil izdelati in tržiti posebno napravo, osebni funkcionalni magnetni stimulator, ki ga je razvila raziskovalna skupina na Univerzitetnem kliničnem centru v Mariboru in se bo uporabljal pri zdravljenju pacientov z urinsko inkontinenco. Podjetje EMSISO razvija visokotehnološke rešitve na področju vgrajenih sistemov in elektronike, ponuja razvojne

storitve od definiranja specifikacij za določeno elektronsko napravo do njene implementacije.

OPTILAB: Komercializacija inteligentnega računalniškega sistema za odkrivanje zavarovalniških goljufij na osnovi analize policijskih zapisnikov. Cilj projekta je bil dodelati in izpolniti produkt – inteligentni sistem, ki kombinira najsodobnejše računalniške metode za učinkovit boj proti zavarovalniškim goljufijam za nadaljnjo komercializacijo produkta. Gre za prenos raziskovalnih rezultatov raziskovalne skupine Fakultete za računalništvo in informatiko.

QUARAD: Web Proximity. Projekt je bil osredotočen na optimizacijo aplikacije WMQ, ki služi za meritve različnih parametrov komunikacijskega prometa. Gre za prenos znanja razvojnoraziskovalne skupine za umetno inteligenco na Institutu "Jožef Stefan".

Vsak projekt je spremljala nadzorno-usmerjevalna skupina (NUS), sestavljena iz predstavnika izvajalca projekta, predstavnika TIA in predstavnika Ministrstva za gospodarstvo. Glavna naloga NUS je bila, da spremlja potek projekta in preveri, ali so doseženi rezultati po mejnikih in ali je dosežen končni rezultat projekta. Zato se je NUS sestajala ob koncu vsakega mejnika ter ob zaključku projekta.

Vsi projekti so se zaključili 15. 9. 2009. Na koncu projekta so izvajalci podali končno vsebinsko poročilo z opisom poteka in rezultatov projekta. Glede na končna poročila so projekti Valor dosegli zastavljene cilje in rezultate.

■ 3 Rezultati

Za vsak projekt posebej so bili na začetku določeni kazalniki rezultata in kazalniki učinka, ki so jih podjetja morala zasledovati. Poleg teh kazalnikov so podjetja morala spremljati tudi ekonomske učinke projektov na podjetja, ki so:

- število zaposlenih,
- prihodki od prodaje,
- vlaganje v R & R (% od celotnih prihodkov),
- število zaposlenih v R & R,

Tabela 1. Doseganje ciljev razpisa Valor

Kazalnik	Zastavljeni cilji (nivo razpisa)	Doseženi rezultati
Letno število evropskih patentov za Slovenijo	1	1
Število novonastalih inovativnih podjetij z vsaj 3% višjo dodano vrednostjo od povprečja v panogi	1	0
Število novih kvalitetnih delovnih mest	4	8
Število invencij, pri katerih se je prek posredovanja podpornega okolja omogočilo uspešno trženje in/ali aplikacija v gospodarstvu	3	2

- donosnost poslovanja,
- prispevek projekta k nadaljnjemu razvoju in konkurenčnosti podjetja.

Ekonomski učinki projekta so bili pri vseh podjetjih načeloma pozitivni. Najpomembnejše je bilo povečanje števila zaposlenih, ki je bilo po podjetjih naslednje:

- ACIES BIO: V sklopu projekta Valor je podjetje predvidelo 2 novi zaposlitvi, realizirali pa so 3 – raziskovalci. V prihodnjih treh letih pričakujejo, da bodo na projektu zaposlili vsaj še 1 osebo. Kadrovska okrepitev bo prispevala ne le k hitrejšemu in uspešnejšemu razvoju tega projekta, temveč bo dvignila konkurenčnost celotnega podjetja z novimi kompetencami in znanjem raziskovalcev, s tem pa bodo konkurenčneje nastopali tudi na trgu storitev za farmacevtsko industrijo.
- EMSISO: Ob zaključku projekta so pridobili enega novega zaposlenega, do konca leta 2010 pa predvidevajo zaposliti še enega univerzitetnega diplomiranega inženirja. Vzporedno s trženjem pričakujejo zaposlitev tudi dodatnega ekonomista / prodajnika.
- LENIS: Zaposlili so dva raziskovalca s polnim delovnim časom, en delavec pa ima dopolnilno zaposlitev.
- OPTILAB: Pred projektom so imeli 2 redno zaposlena. S pomočjo sredstev projekta Valor so v celoti izpolnili planirano širitev. Izvedli so 2 dodatni zaposlitvi. Do konca leta 2010 planirajo še tri zaposlitve.
- QUARAD: Število redno zapos-

lenih je ostalo enako, vendar se je povečalo število zunanjih sodelavcev.

Tudi spremljanje ostalih ekonomskih učinkov kaže pozitiven vpliv projektov na podjetja. Vseh 5 podjetij je visokotehnoških, zato glavnino svojih prihodkov vlagajo v raziskave in razvoj (v večini primerov celo nad 95 %). V dveh primerih so se prihodki od prodaje kot posledica projekta že povečali, v ostalih pa prihodke od prodaje pričakujejo v naslednjih letih. Podatki o donosnosti poslovanja bodo zaradi mladih podjetij in kratkega trajanja projektov realnejši v prihodnjih obdobjih, saj se bodo učinki projektov na podjetja spremljali še nekaj let.

Javni razpis Valor je moral zasledovati tudi cilje celotnega programa za spodbujanje podjetništva in konkurenčnosti, ki so razvidni iz tabele 1.

Sofinanciranje prek javnega razpisa je najbolj prispevalo k povečanju števila novih kvalitetnih delovnih mest, saj je 5 podjetij v obdobju trajanja projekta od 8. 8. 2008 do 15. 9. 2009 ustvarilo 8 novih delovnih mest, kar je še enkrat toliko, kot je bilo zastavljeno na začetku razpisa. Tudi pri letnem številu evropskih patentov je razpis dosegel zastavljeni cilj. Dve sta bili invenciji, ki sta jih podjetja prek podpornega okolja začeli uspešno tržiti in uvajati v gospodarstvu. Za ugotovitev števila novonastalih inovativnih podjetij z vsaj 3-odstotno višjo dodano vrednostjo od povprečja v panogi pa je bilo obdobje enega leta, kolikor so trajali projekti in sofinanciranje, prekratko.

Poleg tega je TIA želela izvedeti, na katerih področjih je sofinanciranje podjetjem največ prineslo. Podjetja so na prvo mesto postavila povečanje števila zaposlenih in izdelavo prototipa. Sledili so še pozicioniranje storitve na trgu, prodor na tuje trge in izdelava izdelka.

Za sodelujoča podjetja je TIA naročila tudi neodvisno študijo, ki bo ugotovila, kakšen je bil napredek v času trajanja projekta. Študija bo obravnavala projekte predvsem z dveh vidikov: povečanja tržnega potenciala izdelkov oziroma storitev podjetij in povečanja tržne vrednosti podjetij. Študija še poteka, zato rezultati še niso dosegljivi.

V okviru evropskega projekta Valor, v katerem je bil razvit model komercializacije znanja, ki smo ga uporabili v javnem razpisu, je bil spomladi leta 2009 organiziran mednarodni forum z naslovom Kako znanstvenoraziskovalni dosežki postanejo posej [8]. Na forumu so podjetja lahko predstavila svoje projekte in se srečala s potencialnimi tujimi investitorji. Na tem forumu je potekalo tudi glasovanje za najboljšo projektno idejo in slovensko podjetje Lenis je bilo proglašeno za najboljši projekt med vsemi udeleženci.

■ 4 Diskusija in zaključek

Pri izvajanju programa Valor v letih 2008 in 2009 smo prišli do naslednjih pomembnih ugotovitev:

- pozitivni odziv podjetij na razpis

Valor kaže na pomanjkanje tovrstnih programov v Sloveniji;

- razpis Valor je v letu 2008 spodbudil ustanovitev novih podjetij;
- sofinanciranje je imelo pozitivne učinke na izvajalce projektov;
- razpis je na eni strani spodbudil raziskovalno sfero, ki je začela prepoznavati potencialne komercialne produkte, na drugi strani pa gospodarsko sfero, da razmišlja o tem, kako pripeljati raziskovalne rezultate prek procesa komercializacije na trg.

Na TIA ocenjujemo, da smo za mlada visokotehnološka podjetja pripravili spodbudo, ki ni bila administrativno zahtevna in je pripomogla k promociji visokotehnološkega podjetništva med raziskovalci in drugimi partnerji, ki so za ta zahtevni proces potrebni.

Poleg tega smo lahko ugotovili, da tovrstne spodbude pozitivno vplivajo na interdisciplinarno povezovanje raziskovalcev in drugih kadrov, potrebnih za uspeh tehnološkega podjetja. Enako smo uspeli promovirati prenos intelektualne lastnine in iz njega izhajajoče pravice na ustanovljena podjetja.

Za leto 2010 pripravljamo nov program za komercializacijo znanja, ki bo temeljil na naših izkušnjah razpisa iz leta 2008. Pri njegovem oblikovanju in izvajanju nam bo glavno vodilo aktiven dialog s ciljno publiko ter v obliki mentorstva tudi bolj aktivno delo naših ter zunanjih strokovnjakov z izbranimi podjetji. Naš cilj je v pri-

hodnjih dveh letih, kolikor bo trajal program, podpreti ustanovitev približno 15 novih podjetij.

Viri

- [1] Spletna stran Javne agencije za tehnološki razvoj Republike Slovenije (www.tia.si), 2009.
- [2] Rebernik, M., Tominc, P., Pušnik, K.: Rast podjetniške aktivnosti v Sloveniji: GEM Slovenija 2008, Univerza v Mariboru, Maribor, 2009.
- [3] Operativni programi krepitve regionalnih razvojnih potencialov za obdobje 2007–2013, Služba Vade RS za lokalno samoupravo in regionalno politiko, Ljubljana, 2008.
- [4] Resolucija o Nacionalnem raziskovalnem in razvojnem programu za obdobje 2006–2010 /ReNRRP/, Uradni list Republike Slovenije, št. 3/2006.
- [5] Georghiou, L.: Europe's research system must change, *Nature*, Vol 452, No 24, pp. 935–936, april 2008.
- [6] Javni razpis Spodbujanje procesa komercializacije znanja, Uradni list Republike Slovenije, št. 67, 4. 7. 2008.
- [7] Chesbrough, H.: *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Harvard Business School Press, Boston, 2003.
- [8] Spletna stran mednarodnega foruma Valor (www.valorforum.eu), 2009.

Valor – Program for the Growth of High-Tech Companies

Abstract: The following article presents the Valor Program that the Slovenian Technology Agency (TIA) carried out in cooperation with the Ministry of the Economy in 2008 and 2009. The program aimed at encouraging knowledge transfer from research institutions to new high-tech companies. It involved 5 companies whose projects included starting up a high-tech products marketing company. The results show that the program has accomplished its purpose of raising the consciousness of Slovenian researchers regarding the necessity to think about products market breakthrough. Additionally, it has encouraged businessmen to think about introducing new technologies into production. All 5 companies that were included in the program achieved positive results which is most strongly reflected in the increased number of employees and the completion of prototypes for the presentation on the market.

Key words: Slovenian Technology Agency, spin-off firms, transfer of knowledge, technology transfer

HFC-E: Super glikol – 2. del

Ronald KNECHT

3.2 Mazalne lastnosti superglikola

Izboljšanje mazalnih lastnosti je bilo glavni cilj novega izdelka.

Kot je bilo že omenjeno, lahko klasične HFC-tekočine uporabljamo le pri omejenih tlakih in temperaturah. V številnih primerih se to odraža v dramatičnem skrajšanju življenjske dobe črpalk in še zlasti ležajev.

V laboratorijih podjetja Quaker so bili opravljeni različni preizkusi mazalnih lastnosti:

- test na štirikrogelnem aparatu (Four ball test),
- FZG-test mazanja zobnikov,
- test z Vickersovo krilno črpalko 104C (100 h, 140 bar, 66 °C/151 °F),
- test z aksialno batno črpalko (1000 h, 340 bar, 70 °C/ 158 °F).

V vseh primerih je bila opravljena primerjava standardnih tekočin HFC in HFD-U s tekočinami HFC-E.

3.2.1 Rezultati testa na štirikrogelnem aparatu

Preizkuševališče prikazuje *slika 4*. Po izvedbi preizkusa pri standardnih pogojih merimo premere obrabnih kalot na treh mirujočih kroglicah.

Rezultati preizkusov so prikazani v *tabeli 4*.

Rezultati so veliko boljši kot pri klasični tekočini HFC, presenetljivo pa je, da so boljši celo od rezultatov za tekočino HFD-U.

Ronald Knecht, Quaker Chemical BV, Uithoorn, Nizozemska

Prevod in priredba z dovoljenjem avtorja: mag. Milan Kambič, univ. dipl. inž., OLMA, d. d., Ljubljana.



Slika 4. Določanje mazalnih lastnosti na štirikrogelnem aparatu

3.2.2 FZG-test mazalnih lastnosti

Preizkuševališče za FZG-test mazalnih lastnosti je prikazano na *sliki 5*.

Prenosnik napolnimo s preizkušanim oljem. Obremenitev povečujemo v 12 stopnjah. Po vsaki stopnji zapišemo videz in težo zobnikov. Preizkus nada-

klasičnih tekočin HFC in so primerljivi celo s tekočinami HFDU.

3.2.3 Test z Vickersovo krilno črpalko V-104C

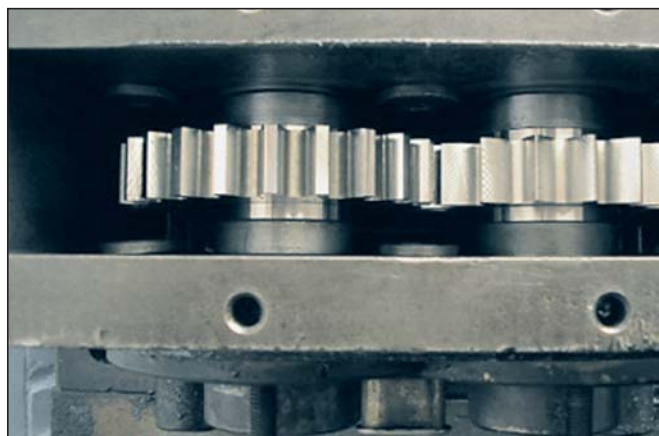
Ta test je bil opravljen v hidravlični testni enoti, prikazani na *sliki 6*.

Tabela 4. Rezultati testa na štirikrogelnem aparatu

Izdelek	Kalota, 40 kg, 1 h (mm)	Kalota, 120 kg, 1 h (mm)	Obremenitev za kaloto > 1 mm (kg)
HFC	< 0,7	3	90
Quintolubric 777-46	< 0,7	0,8	180
Quintolubric 777-68	< 0,7	0,7	180
HFD-U	ni testirano	2,3	120

ljujemo, dokler ne opazimo poškodbe površine zobnikov. Kadar tudi pri najvišji obremenitvi ni opazne poškodbe, v poročilo navedemo stopnjo obremenitve >12.

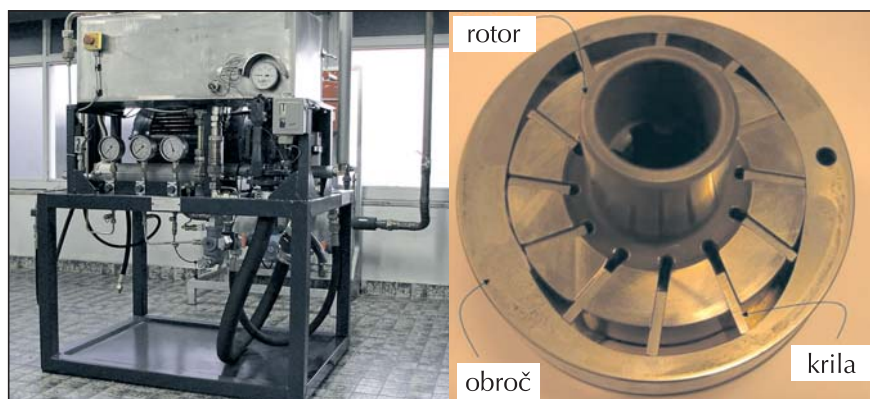
Rezultati FZG-testa očitno pressegajo rezultate



Slika 5. Določanje mazalnih lastnosti po FZG-metodi

Tabela 5. Rezultati preizkusa po testni metodi FZG

Izdelek	Sveža tekočina	Starana tekočina (600 h; 70 °C in odzračeno)
HFC	6–7	ni bilo testirano
Quintolubric 777-46	>12	ni bilo testirano
Quintolubric 777-68	>12	>12
HFD-U	>12	ni bilo testirano

**Slika 6.** Določanje mazalnih lastnosti z Vickersovo krilno črpalko V-104C

Test je bil opravljen skladno s standardom ASTM D 2882, kar praktično pomeni 100 ur obratovanja pri 140 bar (2000 psi) in 66 °C (151 °F). Po končanem testu je bila izmerjena sprememba teže obroča in kril črpalke. Rezultati so prikazani v tabeli 6.

Tabela 6. Sprememba teže pri testu z Vickersovo krilno črpalko

Izdelek	Sprememba teže (mg)
HFC	6800
Quintolubric 777-46	1020
Quintolubric 777-68	1350
HFD-U	<5

**Slika 7.** Določanje mazalnih lastnosti z aksialno batno črpalko A7/A8

Tudi rezultati tega testa kažejo, da tekočini HFC-E presegata klasično tekočino voda-glikol.

3.2.4 Test z aksialno batno črpalko

Ta test je opravil Nemški rudarski inštitut (DMT), ki ga je tudi razvil.

Na sliki 7 je prikazana testna naprava in Rexroth-Hydromaticove črpalke/motorji vrste A7/A8.

Test je bil opravljen le s HFC-E tekočino Quintolubric 777-68.

Pogoji testa so zelo zahtevni:

- Test poteka 1000 ur.
- Vsaki 2 sekundi se tlak spremeni od 0 do 340 bar (0–4860 psi).
- Temperatura tekočine se vzdržuje na 70 °C (158 °F).
- Testna naprava ni opremljena s filtrom.

Test je bil ustavljen po skoraj 1000 urah, nakar je proizvajalec črpalke in motorje ocenil in ugotovil:

- Valji in bati so zmerno obrabljeni v srednjem delu.
- Na kotalnih ležajih ni večje obrobe.
- Glava valja in plošča sta zmerno obrabljeni.

Tekočina je bila po testu v dobrem stanju.

3.3 Vpliv na okolje

Ob ugotavljanju vpliva superglikola na okolje so bili proučeni naslednji parametri:

- toksičnost,
- razred ogrožanja vode (WGK),
- biološka razgradljivost,
- označevanje nevarnosti na sodu,
- KPK (kemijska potreba po kisiku) odpadnih voda.

Toksičnost, razred ogrožanja vode in biološko razgradljivost je skladno s

Tabela 7. Podatki o vplivu superglikola Quintolubric 777 na okolje

Test	Rezultat
Razred ogrožanja vode (WGK)	1
Biološka razgradljivost (OECD 301-C)	72,9 %
LD 50 (podgane)	> 2000 mg/kg
LC 50 (ribe)	3200 mg/l
EC50 (vodne bolhe)	35000 mg/l
IC 50 (alge)	520 mg/l
Draženje kože	0
Draženje očesne sluznice	0
Toksičnost aerosolov	0

standardnimi testnimi pogoji določal Inštitut za higieno v Nemčiji. Rezultati so prikazani v tabeli 7.

Varnostni list tega izdelka ne vsebuje opozoril v točki 2 ali 3. To pomeni, da izdelek nima R- in S-stavkov, ne vsebuje nevarnih sestavin in zato ni potrebno uporabljati oznak za nevarnosti.

Odstranjevanje odpadnih HFC-tekočin je težko in drago. Zelo lahko se mešajo z vodo (ni jih možno posnemati), imajo visoko KPK-vrednost. Tudi če vodo odparimo, je lahko kontaminirana z glikoli (problem pri po-

Tabela 8. KPK-vrednosti vode, odparele iz klasične tekočine HFC in Quintolubric 777

Test	HFC	Quintolubric 777-46	Quintolubric 777-68
Vsebnost vode	± 45	23	18
KPK čistega izdelka	852	1450	1500
KPK v odpareli vodi	42	0,5	4,5

Značilne lastnosti HFC-E-tekočin Quintolubric 777-46 in Quintolubric 777-68 so prikazane v tabeli 9.

■ 4 Obratovalne specifikacije

Vzdrževanje superglikola Quintolubric 777 je podobno kot pri normalnih HFC-tekočinah. V rednih in-

- Mazalne lastnosti superglikola Quintolubric 777 so izvrstne in pri različnih testiranjih presegajo mazalne lastnosti standardnih HFC-tekočin (pri FZG-testu so celo primerljive s tistimi, ki jih imajo HFD-U-tekočine).
- Vpliv tekočin Quintolubric 777 na okolje je zelo dober. Izdelki nimajo oznak nevarnosti in niso toksični.

Tabela 9. Značilne lastnosti tekočin Quintolubric 777-46 in Quintolubric 777-68

Lastnost	Metoda	Običajna vrednost Quintolubric 777-46	Običajna vrednost Quintolubric 777-68	Enota
Videz	GTM*2225 GTM*2250	brezbarvna do rumena tekočina	brezbarvna do rumena tekočina	
Kinematična viskoznost pri 0° C	ASTM D 445	454	891	mm ² /s
pri 20° C		124	203	mm ² /s
pri 40° C		47,1	71,0	mm ² /s
pri 100° C		7,85	12,1	mm ² /s
Indeks viskoznosti	ASTM D 2270	136	169	
Gostota pri 15 °C	ASTM D 1298	1,12	1,12	g/cm ³
Točka tečenja	ASTM D 97	-36	-37	°C
Plamenišče	ASTM D 92	Nič	Nič	°C
Gorišče	ASTM D 92	Nič	Nič	°C
Vsebnost vode	GTM*6105	23	18	%
pH-vrednost	DIN 51369	8,3	8,3	
Izločanje zraka	ASTM D 3427	13	18	minuta
Test penjenja	ASTM D 892 Sekvenca I	<200-0	<200-0	ml-ml
Korozijska zaščita	ISO 4404-1	uspešno	uspešno	
FZG-test	DIN ISO 14635-1	>12	>12	
Odpornost proti požaru: - test sproščanja toplote - test vzdrževanja ognja na stenju	7th Luks. poročilo 3.1.3 3.2.1	RI 59 uspešno	RI 57 uspešno	
Združljivost z elastomeri	ISO 6072	uspešno	uspešno	
KPK	dr. Lange	1450	1500	g O ₂ /l

* GTM = Global Test Method (globalna testna metoda), testni postopek razvit v QUAKER-ju

novni uporabi vode – na primer za pripravo emulzij). Prisotnost glikolov v vodi lahko ugotovimo z meritvijo KPK-vrednosti.

Tekočine Quintolubric 777 imajo zaradi manjše vsebnosti vode celo višji KPK, vendar imajo pomembno prednost pri odstranjevanju. Uporabljeni poliglikoli se težko destilirajo, zato ima odparela voda nižji KPK kot pri klasičnih HFC-tekočinah, kar je prikazano v tabeli 8. Težave pri ponovni uporabi ali spuščanju v kanalizacijo so zato manjše.

tervalih je priporočljivo kontrolirati alkalno rezervo in vsebnost vode. Podrobne obratovalne specifikacije je možno dobiti na zahtevo.

■ 5 Zaključki

Na osnovi navedenega lahko zaključimo:

- Odpornost tekočin Quintolubric 777 proti požaru je odlična in kljub nižji vsebnosti vode v osnovi primerljiva kot pri standardnih HFC-tekočinah.

- Ob prehodu s HFC-tekočine na superglikol Quintolubric 777 na hidravličnem sistemu niso potrebne tehnične spremembe.

Literatura

- [1] Anforderungen und Prüfungen schwerentflammbarer Hydraulikflüssigkeiten zur hydrostatischen und hydrokinetischen Kraftübertragung und Steuerung, Luxemburger Bericht 7. Ausgabe, April 1994



Industrijski forum Inovacije, razvoj, tehnologije

2010

Forum znanja in izkušenj

V dveh dneh se je na Industrijskem forumu IRT 2009 družilo in tkalo nove vezi več kot 250 strokovnjakov, ki so lahko prisluhnili več kot 50 prispevkom o strokovnih, inovacijskih in tehnoloških dosežkih domačega znanja zadnjih nekaj let. Ob forumu se je predstavilo tudi več deset podjetij iz industrije, ki so na razstavnih prostorih na ogled postavili svoje najnovejše dosežke. Udeleženci so se strinjali, da je zaradi gospodarske krize še toliko pomembnejše druženje na dogodkih, saj se na njih sklene veliko novih poznanstev, ki omogočajo izmenjavo mnenj, izkušenj in znanj, pogosto pa pomenijo tudi začetek uspešnega sodelovanja. Zato snovalci revije IRT3000 na krilih uspeha prvega foruma in v ustvarjalnem sodelovanju z industrijo pripravljajo Industrijski forum IRT 2010.

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

Osrednje teme IFIRT

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

Portorož, 7. in 8. junij 2010

Organizatorja dogodka: PROFIDTP, d. o. o., Gradišče nad Pijavo Gorico 204, 1291 Škofljica; ECETERA, d. o. o., Motnica 7 A, 1236 Trzin | **Partner dogodka:** Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije, **Organizacijski vodja dogodka:** Darko Švetak, darko.svetak@forum-irt.si | **Programski vodja dogodka:** dr. Tomaž Perme, tomaz.perme@forum-irt.si

Dodatne informacije in prijava na dogodek: Industrijski forum IRT 2010, Motnica 7 A, 1236 Trzin | tel.: 01/600 1000 | faks: 01/600 3001 | e-pošta: info@forum-irt.si | www.forum-irt.si

www.forum-irt.si

Projektiranje in izdelava hidravličnega sistema za regulacijo turbine črpalne elektrarne

Aleš BIZJAK, Robert JURCA

V prispevku je prikazan projekt večjega hidravličnega sistema, ki smo ga izdelali za regulacijo turbine črpalne hidroelektrarne ČHE Avče. Tovrstni projekti niso zanimivi le zaradi impresivne velikosti samega proizvoda, ampak tudi zaradi vrste drugih izzivov s področja projektiranja in izdelave.

Projekt smo pričeli s podrobnim usklajevanjem zahtev. Osnovne zahteve je postavilo japonsko podjetje. Te smo v prvi fazi usklajevali s standardi in tehničnimi rešitvami, uveljavljenimi v evropskem prostoru. Zaradi geografske oddaljenosti in časovnega zamika je bilo neposredno komuniciranje precej omejeno, zato je bila natančna in nedvoumna predstavitev predlaganih rešitev tu precej pomembna. Obvladovanje tlačnih izgub pri velikih pretokih fluida, posebna rešitev filtracije ter konstrukcijsko obvladovanje velikosti proizvoda so bile poleg ostalih projektantskih nalog posebnosti, ki so zahtevale nekoliko bolj poglobljen pristop ob podpori sodobnih inženirskih orodij, ki jih uporabljamo v Klavdivarju.

Proizvodnja hidravličnega sistema je zajemala izdelavo posebnih sestavin, kamor npr. sodijo bloki s hidravličnimi ventili, montaža, površinska zaščita in

Mag. Aleš Bizjak, univ. dipl. inž.,
Robert Jurca, univ. dipl. inž., Klavdivar, d. o. o., Žiri

preizkus. Poseben poudarek je bil na kakovosti izdelave, čistoči in ne nazadnje tudi na ličnosti proizvoda. Med preizkusom smo v čim večji možni meri simulirali predvideno delovanje hidravličnega sistema v dejanskem okolju ter preverili parametre, s katerimi smo potrjevali pravilnost delovanja in skladnost hidravličnega sistema z zahtevami kupca.

■ 1 Hidravlični sistemi za regulacijo turbin hidroelektrarn

Na hidroelektrarnah imajo sistemi oljne hidravlike različne funkcije. Večinoma se uporabljajo tam, kjer zagotavljajo gibanje pod vplivom višje sile ali momenta, ter tudi na drugih področjih, kot je na primer mazanje turbinskih ležajev ter hlajenje in filtriranje mazalnega fluida. Pogonske funkcije hidravličnih sistemov zajemajo pogon zapornic, različnih zapiranih ventilov, perifernih strojev, kot je npr. stroj za čiščenje rešetk, ter pogon regulacije turbine kot eno najpomembnejših funkcij.

Pogon regulacije turbine v osnovi omogoča zvezno krmiljenje položaja vodilnih in gonilnih lopatic turbine, s katerimi se sama turbina prilagaja zelenemu režimu delovanja. Dejansko je izvedba hidravličnega sistema za regulacijo turbine odvisna od vrste turbine, velikosti in zahtevanega režima delovanja aktuatorjev ter od dodatnih funkcij, ki so vključene v hidravlični sistem, kot je npr. pogon predturbinskega ventila. Pomemb-

na funkcija takšnega hidravličnega sistema je tudi zagotavljanje hitrega zaustavljanja dotoka vode v primeru nujnosti. V ta namen je hidravlični sistem opremljen z akumulatorsko postajo, ki ima shranjeno zadostno količino energije za izvedbo zapiranja in lahko v omejenem času zagotovi zadosten pretok fluida ob zahtevanem tlaku. Ravno funkcija hitrega zapiranja zaradi večjih pretokov in znatne količine fluida v akumulatorski postaji bistveno vpliva na samo zasnovano hidravličnega sistema.

Tako kot na ostalih področjih industrijske hidravlike tudi na področju hidroenergetske opreme hidravlični sistemi sledijo sodobnim smernicam zasnove v smislu standardiziranosti sestavin in podsestavov, omogočanja upravljanja na daljavo, zanesljivosti, dolge življenjske dobe in nizkih stroškov vzdrževanja, kompaktnosti, preprečevanja hrupnosti ter prijaznosti do okolja.

■ 2 Hidravlični sistem za regulacijo turbine črpalne elektrarne

Hidravlični sistem za regulacijo črpalne elektrarne je bil zasnovan na osnovi projektnih zahtev japonskega kupca Mitsubishi Heavy Industries, ki je eden glavnih dobaviteljev opreme za ČHE Avče.

Dejansko gre za pogonski agregat s hidravličnim krmiljem, za del širšega sistema, ki v grobem vključuje še hidravlični akumulator oziroma

posebno tlačno posodo, centralni sistem za nadzor in vzdrževanje čistoče hidravličnega fluida, akuatorje in dodatne krmilne bloke, vgrajene ločeno od pogonskega agregata. V nadaljevanju bo pod izrazom hidravlični sistem obravnavan sistem v ožjem smislu, to je pogonski agregat, ki je zasnovan in izdelan kot celota, ter krmilni blok predturbinske lopute, ki je vgrajen ločeno.

Bistvena naloga Kladivarja na področju projektiranja je bila, da zasnuje tak sistem, ki bo upošteval projektne zahteve in bo hkrati prilagojen direktivam in standardom, veljavnim na evropskem področju. Poleg tega mora vključevati takšne sestavine, ki so na našem področju standardizirane, splošno uporabljane in dobavljive. Drugi del projektantskih nalog je zajemal usklajevanje in izvajanje vseh podrobnosti, predvsem konstrukcijskega značaja, ki omogočajo optimalno umestitev in priključitev hidravličnega sistema na mesto delovanja ter optimalno dostopnost za uporabo, nadzor delovanja in vzdrževanje.

■ 3 Zasnova hidravličnega sistema

Hidravlični sistem je prikazan na sliki 1. Njegovi glavni podsistemi so:

- dve črpalki zmogljivosti približno



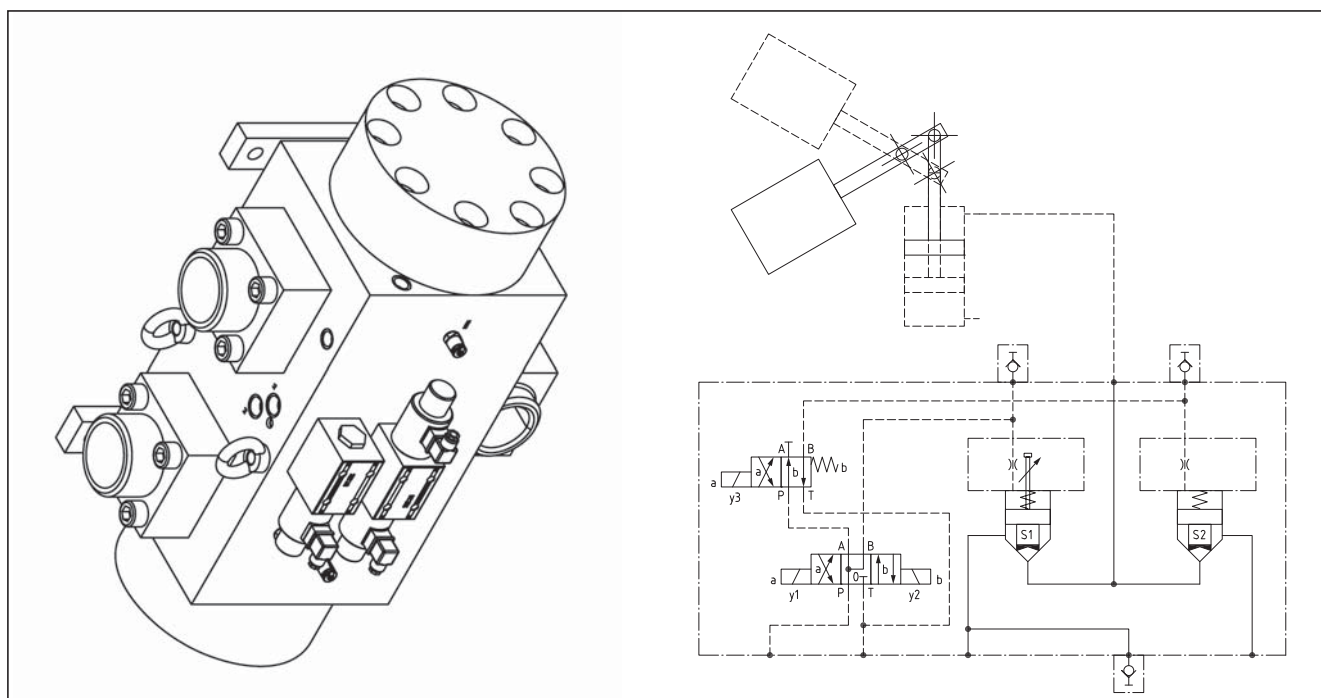
Slika 1. Hidravlični sistem v montaži Kladivarja

- 300 l/min, gnani z elektromotorjem,
- bloki z varnostnim ventilom, obtočnim ventilom in protipovratnim ventilom,
- rezervoar volumna 9 m³, dvoprekatne izvedbe, s sistemom za nadzor nivoja fluida,
- sistem za nadzor in vzdrževanje temperature fluida v rezervoarju,
- merilniki tlaka,
- sistem grobe filtracije in
- krmilni blok predturbinskega ventila, ki je vgrajen ločeno.

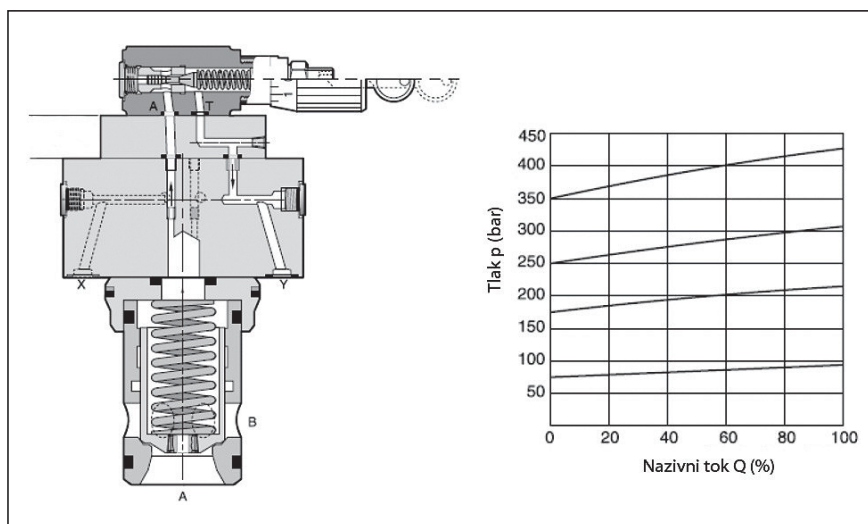
Zaradi varovanja tehničnih rešitev podrobnosti hidravličnega sistema ne moremo razkrivati. V nadaljevanju bodo predstavljene posebnosti hidravličnega sistema z vidika projektiranja in konstruiranja.

3.1 Izbor ventilov

Sistem deluje z relativnim nizkim tlakom – približno 75 bar, vendar ob dokaj velikih pretokih, ki jih ustvarjajo črpalke, hidravlični akumulator



Slika 2. Zasnova hidravličnega bloka za upravljanje predturbinskega ventila



Slika 3. Prerez prelivnega ventila in njegova p/Q -karakteristika

ter hidravlični valj predturbinskega ventila. Zadnja dva lahko v zahtevanih primerih ustvarita nekajkrat višji pretok od same črpalke. Ob nizkem tlaku in velikih pretokih pa se poveča pomen obvladovanja tlačnih izgub v sistemu, zato je prva resnejša naloga projektanta pravilen izbor velikosti hidravličnih ventilov. Krmiljenje večjih pretokov izvajamo z ventili iz sistema DIN-vložkov, ki opravljajo funkcije zapiralnih, protipovratnih dušilnih in varnostnih ventilov. Nazivne velikosti teh ventilov segajo do DN 100.

Na sliki 2 je prikazan primer zasnove hidravličnega bloka za upravljanje enostransko delujočega hidravličnega valja, ki krmili aktuator predturbinskega ventila. Ob povratnem gibu pod vplivom sile teže uteži dobimo približno več kot 5-krat večji pretok od toka črpalke. Zaradi zagotavljanja ustrezne hitrosti upravljanja predturbinskega ventila dušenje skozi sedežna ventila v danih pogojih ne sme presegati dovoljene vrednosti.

Pri izboru prelivnega (varnostnega) ventila smo bili ozko omejeni s tlačnim območjem med tlakom, pri katerem

prelivni ventil začne odpirati, ter največjim tlakom, ki se na osnovi p/Q -karakteristike prelivnega ventila pojavi pri polnem toku črpalke čez prelivni ventil (slika 3). Tlak pričetka odpiranja je namreč najvišji tlak, pri katerem dobimo še poln uporabni tok črpalke, medtem ko je najvišji tlak sistema

določen z omejitvami tlačne posode in njenih varnostnih sestavin. Zahtevam smo se prilagodili z izborom prelivnega ventila takšne velikosti, da je tok črpalke predstavljal le približno 20 % nazivne vrednosti toka ventila.

3.2 Konstruiranje hidravličnega sistema

Konstruiranje hidravličnega sistema smo izvajali v 3D v programu SolidWorks. Konstruiranje je zajemalo:

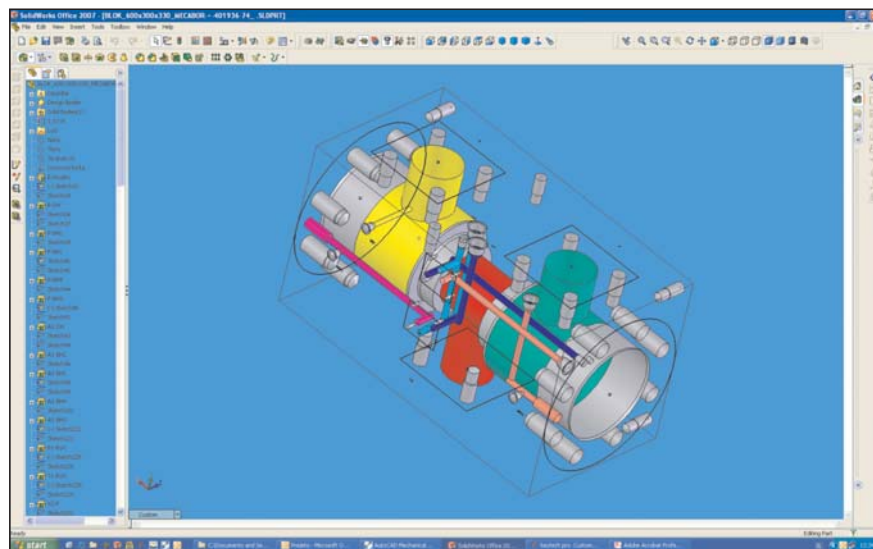
- konstruiranje krmilnih blokov,
- konstruiranje rezervoarja,
- izris sestavov pogonskega agregata in hidravličnih blokov.

Na osnovi izbranih sestavin smo najprej konstruirali hidravlične krmilne bloke ter izrisali njihove sestave.

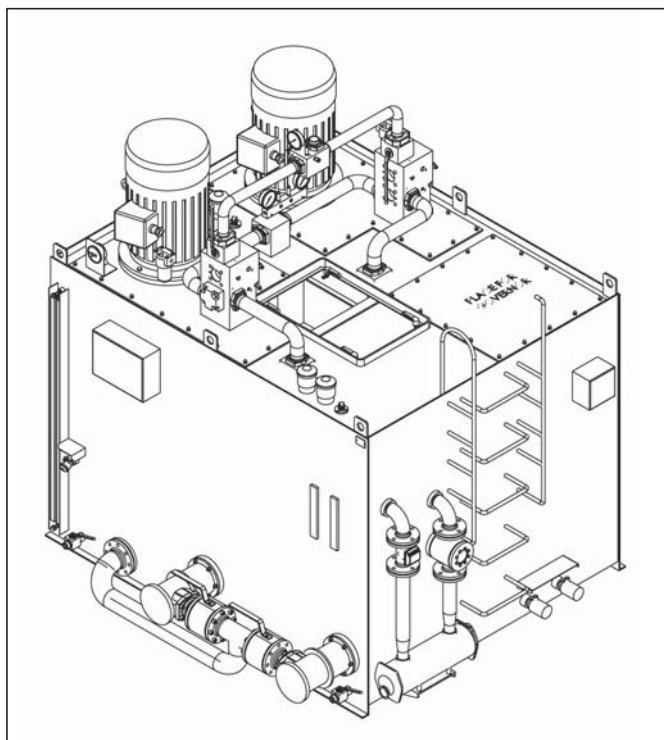
Konstruiranje smo izvajali s pomočjo posebnega programa za konstruiranje hidravličnih blokov MDTools, ki ga uporabljamo kot nadgradnjo programa SolidWorks. Program je bil skupaj s povezanimi CAM-programi podrobneje predstavljen na konferenci Fluidna tehnika 2007.

Posebne koristi takšnega programa so se v tem primeru izkazale predvsem v smeri enostavnejšega prilagajanja sprotim zahtevam projekta. Program namreč združuje informacije, pridobljene iz hidravlične sheme, konstrukcijske lastnosti sestavin ter zahtevano konstrukcijo bloka v 3D-model sestava. V primeru prilagoditev, kot so zamenjave ali dodajanje sestavin, spreminjanje njihove lege, prilagajanje priključkov ipd., se velik del operacij, od spremembe parametrov do izdelave 3D-sestava, izvede avtomatsko in hitro ter z bistveno manj vložene delo, kot če bi popravke izvajali ročno.

Te risbe sestavov smo nato uporabljali sami pri nadaljnjem konstruiranju hidravličnega sistema ali pa smo jih s pomočjo elektronske pošte pošiljali kupcu, ki jih je nato uporabljal pri snovanju sistema. Tovrstno tehnično komuniciranje s kupcem je predstavljalo tudi največji delež inženirskega sodelovanja ter usklajevanja in se je izkazalo predvsem po ažurnosti ne glede na geografsko oddaljenost ter tudi po popolnosti in točnosti podatkov.



Slika 4. Modeliranje hidravličnega bloka



Slika 5. Model hidravličnega sistema

Bistvena posebnost našega hidravličnega sistema je bila tudi velikost – posledica velike dimenzije rezervoarja. Poleg ustreznega dimenzioniranja nosilnih elementov sta pri sistemu takšne velikosti izpostavljeni tudi pomembnost umestitve v prostor, razporeditve sestavin za enostavno posluževanje ter zasnova, ki omogoča varno proizvodnjo in kasnejše posluževanje in vzdrževanje.

Rezervoar vsebuje dva prekata, ki ju povezuje grob filtrirni sistem. Prvi prekat je namenjen stekanju povratnih vodov, v drugi prekat pa sta nameščeni črpalki in njuna sesalna voda. Takšna zasnova varuje črpalki in preprečuje, da bi morebitne nečistoče iz povratnih vodov sistema vdrle v katero od črpalk ter naprej v sistem. Stena med obema prekatoma deluje tudi kot ojačitev rezervoarja. Na rezervoarju so vse sestavine hidravličnega sistema (slika 5), razen tistih, ki so dobavljene kot priložena oprema in so vgrajene ločeno. Zato ima rezervoar tudi funkcijo povezovanja hidravličnih sestavin v celoto. Tu je predvsem treba upoštevati maso sestavin, možnosti funkcionalne povezave med samimi sestavinami sistema ter primerno zasnovane in nameščene povezave z ostalimi se-

stavlinami širšega sistema.

Konstrukcija hidravličnega sistema je pogojena z možnostmi razpoložljivega prostora ter z dostopom za posluževanje in vzdrževanje. Prostor, kjer je hidravlični sistem za regulacijo turbine, je običajno zelo omejen ter zasíčen z različno opremo in inštalacijami. Na osnovi razpoložljivega prostora je sistem zasnovan tako, da zadostujeta

le dve strani dostopa. Iz smeri glavnega dostopa lahko tako spremljamo večino vizualnih signalov za nadzor stanja in delovanja sistema (slika 6), medtem ko je druga prosta stran namenjena fizičnemu dostopu na sam sistem ter nadzoru pretoka na nekaterih nizkotlačnih vodih.

Zaradi višine rezervoarja je bilo potrebno urediti tako dostop na sistem

kot tudi možnost varnega vstopa in spusta v rezervoar. Za ta namen smo v konstrukcijo rezervoarja vključili zunanjo lestev, loputo za dostop človeka v rezervoar ter tudi notranjo lestev.

3.3 Filtrirni sistem

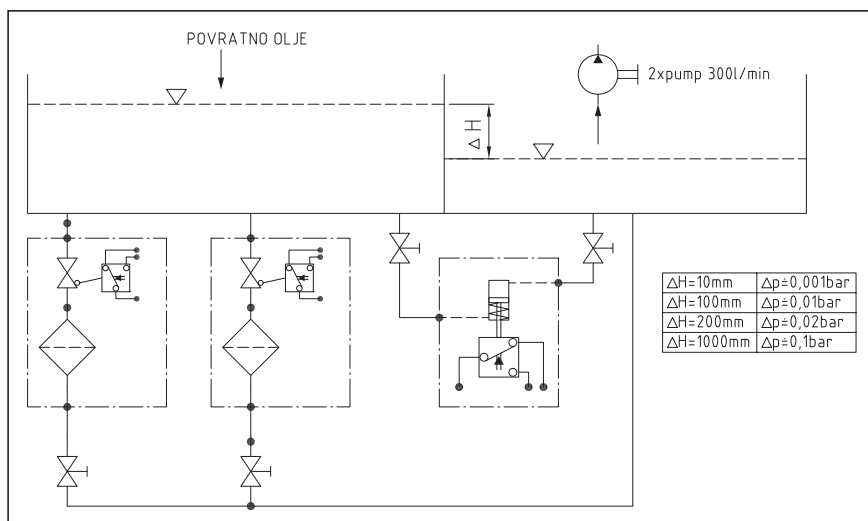
V hidravlični sistem so vključeni le grobo filtriranje in filtri za zagotavljanje čistoče fluida za krmiljenje ventilov. Hidroelektrarna ima namreč centralni sistem za celovit nadzor čistoče in vzdrževanje hidravličnega fluida, ki vključuje še fluid za mazanje ležajev.

Posebnost našega sistema pa je izvedba grobega filtriranja, ki povezuje oba prekata rezervoarja in filtrira fluid, ki prehaja iz enega prekata v drugega. Pri tem tok skozi filter ustvarja le tlačna razlika, ki nastane zaradi različnih nivojev gladine fluida v obeh prekatih. Ker gre za grobo filtriranje skozi kovinsko mrežico, za zagotavljanje ustreznega toka zadostuje že manjša tlačna razlika.

Idejo za takšno izvedbo je dal naročni. V Kladivarju pa smo bili nad njo v začetku precej skeptični, saj se s takšnimi rešitvami še nismo srečevali. Vsakršno samodejno prehajanje fluida je lahko precej negotovo, saj se večkrat soočamo z različnimi pretoki



Slika 6. Postavitev vizualnih merilnikov in indikatorjev



Slika 7. Shema grobe filtriranja

ter spremenljivo viskoznostjo, ki se spreminja s temperaturo fluida. Na osnovi kalkulacij in ob upoštevanju različnih dejavnikov pa smo dejansko potrdili možnost izvedbe ter tak sistem tudi izdelali in uspešno preizkusili.

Razmere v filtru nadzira nastavljivo diferencialno tlačno stikalo, ki spremlja tlačno razliko med obema prekatoma in javi, če je vrednost prevelika. Katera vrednost dejansko ustreza delovnim razmeram sistema in katera prikaže preveliko zasičenost filtra, bo natančno definirano na osnovi zagonskih preizkusov, ko bo znana tudi

dinamika dotoka fluida iz povratnih vodov.

■ 4 Izdelava sistema

Izdelava sistema je zajemala izdelavo posebej zasnovanih blokov, montažo sistema, površinsko zaščito ter preizkus. Hidravlični bloki so bili obdelani v Kladivarju na posebnem CNC-stroju, ki je namenjen izdelavi posamičnih blokov. Izjema je bil le blok NG100, saj izdelava izvrtine za DIN-vložek takšne velikosti zahteva večji in močnejši stroj, kot ga imamo na voljo. Pomemben del obdelave je tudi temeljito raziglanje in bruše-

nje površin na zahtevano hrapavost. Raziglanje se pri večjih blokih izvaja ročno, manjše bloke pa raziglamo s tehnologijo termičnega raziglanja v posebnem stroju.

Proizvodnja takšnega hidravličnega sistema zahteva dovolj razpoložljivega prostora za montažo in preizkus ter pripomočke za varno delo in rokovanje z večjimi sestavinami. V Kladivarju imamo posebno proizvodno halo za montažo hidravličnih sistemov, ki zadosti tudi zahtevam proizvodov večjih dimenzij (slika 8). Posebno pozornost namenjamo čiščeni in preprečevanju vdora delcev v notranjost hidravličnih sistemov. Zato je ta montažna hala ločena od drugih prostorov, proizvodnih in transportnih, ki so večji potencialni vir nesnage.

Med preizkusom hidravličnega sistema smo skušali v največji možni meri simulirati razmere med dejanskim delovanjem hidravličnega sistema. Posebno pozornost je zahtevalo preverjanje delovanja sestavin pod maksimalnim pretokom fluida, ki smo ga ustvarili z uporabo hidravličnih akumulatorjev.

■ 5 Zaključek

V Kladivarju imamo dolgoletne izkušnje na področju projektiranja in izdelave hidravličnih sistemov. Kljub temu je skoraj vsak nov sistem svojevrsten izziv. V obravnavanem primeru je najbolj očitna dimenzijska velikost, vendar bi lahko rekli, da je njegova glavna posebnost v zahtevnosti komuniciranja in usklajevanja, tako zaradi obsežnosti celotnega projekta kot tudi zaradi globalne razpršenosti vseh udeležencev. Pri obvladovanju takšnega projekta, v vsem svojem obsegu in dinamiki sprememb ter prilagoditev, igra zelo pomembno vlogo ustrezna informacijska in CAD-podpora projektantskih aktivnosti.



Slika 8. Montaža hidravličnih sistemov v Kladivarju



Vpliv okolice na točnost meril

Klemen BOHINC

Danes si ne moremo več predstavljati življenja brez meritev, ki jih srečujemo tako v delovnem kot v domačem okolju. Med najbolj pogoste meritve lahko štejemo meritve fizikalnih veličin, ki jih izvajamo z najrazličnejšimi namenskimi zaznavali. Marsikdaj se srečamo z bolj kompleksnejšim merjenjem zaradi najrazličnejših zunanjih vplivov, ki pa lahko veliko prispevajo k zmanjšanju točnosti meril, če jih ne upoštevamo pri izračunavanju merilnega rezultata in pripadajoče merilne negotovosti. Med enega izmed najbolj vplivnih pogojev zagotovo lahko štejemo vpliv temperature zraka okolice, ki so mu izpostavljena merila. Vzrok za to je temperaturna odvisnost različnih zaznaval in tudi elektronike, ki signal z zaznavala obdela in prikaže na prikazovalniku. Pri mehanskih merilnikih temperatura vpliva na mehanske lastnosti merilnega elementa. Izdelovalci morajo zato podati, v kakšnem temperaturnem območju se merilnik lahko uporablja in kakšne pogoje lahko pričakujemo, če se temperatura bistveno razlikuje od običajne temperature zraka v prostoru. V industriji so različni merilniki lahko še posebej izpostavljeni ekstremnim temperaturnim razmeram, a morajo kljub temu meriti z zadovoljivo točnostjo. Praktične izkušnje so pokazale, da veliko merilnikov meri z zadovoljivo natančnostjo le v ozkem temperaturnem intervalu, zunaj tega območja pa njihovi pogojski hitro presežejo dopustne meje zaupanja.

Merjenje fizikalnih veličin, kot so na primer tlak, temperatura, masa, volumen, pretok, sila, idr., je zelo pomemben parameter, ki igra ključno vlogo v industriji in na sploh. Zaznavala za

merjenje teh veličin so v splošnem odvisna od vplivov okolice, ki lahko povzročajo njihove mehanske poškodbe. Mednje štejemo npr. vodno paro, korozijske vplive, ki vplivajo na prožne lastnosti elastičnih merilnih zaznaval, pospešene procese staranja materialov, ki so v neposrednem stiku z agresivnim medijem (koeficienti občutljivosti merilnih pretvornikov), pospešene procese staranja elektronskih komponent pod vplivom povišane temperature in druge. Ti pojavi povzročajo degradacijo merilnikov in vplivajo na njihovo časovno stabilnost in s tem na negotovost meritev.

V nadaljevanju je opisano, kako vplivajo pogoji okolice na zaznavala, ki jih v Laboratoriju LOTRIČ uporabljamo za kontrolo avtoklavov oz. parnih sterilizatorjev. Avtoklav je naprava za dekontaminacijo, pri čemer se uničijo vsi mikroorganizmi (tudi spore in virusi) v nekem materialu ali na njem. Grajen je na osnovi kotla, ki je delno polnjen z vodo, iz katere se med segrevanjem in izločanjem zraka ustvarja vodna para, ki je zaradi tlaka, ki je višji od atmosferske-

ga, segreta na temperaturo, odvisno od postopka sterilizacije. Sterilizacija večinoma poteka 15 do 20 minut pri 121 °C in nadtlaku 1,1 bara. Občutljivejši materiali se sterilizirajo 30 minut pri 105 °C in nadtlaku 0,2 bara. V uporabi so še druge kombinacije temperatur, tlakov in časov za sterilizacijo. Postopek je primeren za sterilizacijo večine gojišč, steklene in plastične laboratorijske posode, pipetnih nastavkov, laboratorijskih fermentorjev in podobno. Sterilizirati ne moremo hlapnih in temperaturno občutljivih snovi.

Pri avtoklavih je s stališča varnosti na določen čas potrebno izvesti varnostni pregled. Z določenim volumnom se avtoklavi uvrščajo v tlačno opremo z visoko stopnjo nevarnosti in jih je potrebno pregledati glede na Pravilnik o pregledovanju in preskušanju opreme pod tlakom, avtoklave z manjšim volumnom pa je glede na Pravilnik o tlačni opremi potrebno redno vzdrževati. Poleg varnostnega pregleda se izvaja tudi meroslovni pregled, kjer se poleg umerjanj manometrov in termometra, kontrole časa, tesnosti, programskih funkcij, testa Bowie & Dick in biološkega testiranja izvede tudi kontrola porazdelitve in penetracije toplote. Za izvedbo kontrole porazdelitve toplote in kontrole penetracije toplote se uporabljajo namenska spominška zaznavala temperature in tlaka, odporna na visoke temperature in paro.

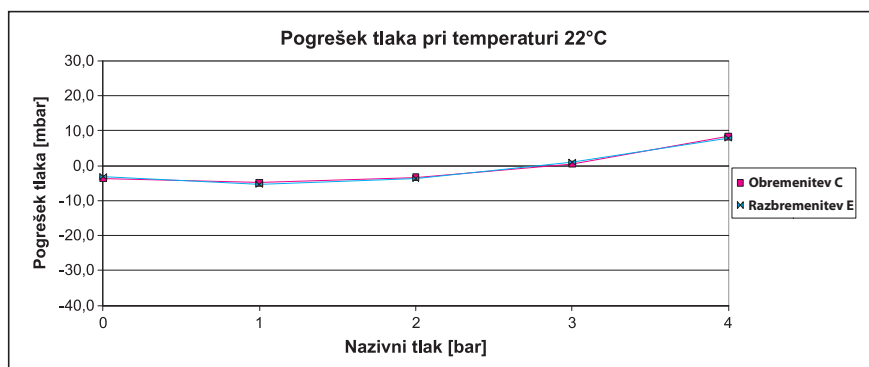


Slika 1. Postavitev opreme za umerjanje tlačnega spominškega zaznavala v razširjenem temperaturnem območju s pomočjo klimatske komore

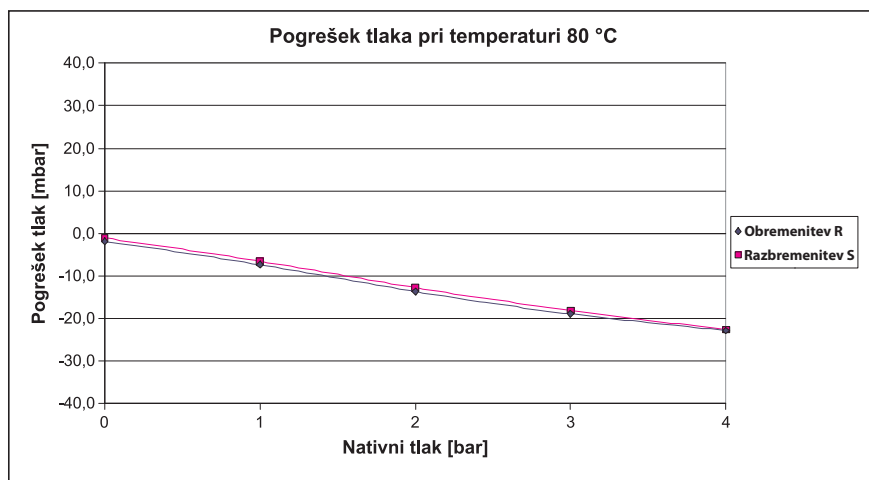
Klemen Bohinc, univ. dipl. inž.,
LOTRIČ, d. o. o., Laboratorij za
meroslovje, Selca

Preglednica 1. Prikaz pogreškov tlačnega spominskega zaznavala v odvisnosti od temperature

Temperatura	22 °C		80 °C		122 °C	
Nazivni tlak [bar]	Pogreški tlaka pri različnih temperaturah [mbar]					
	Obr.	Razbr.	Obr.	Razbr.	Obr.	Razbr.
0	-3,652	-3,107	-1,846	-1,084	0,192	3,423
1	-4,860	-5,322	-7,361	-6,521	-12,413	-11,067
2	-3,271	-3,690	-13,648	-12,730	-23,948	-22,380
3	0,422	0,997	-18,931	-18,063	-31,505	-31,183
4	8,341	7,955	-22,815	-22,635	-37,545	-37,417



Slika 2. Pogreški tlačnega zaznavala pri temperaturi 22 °C



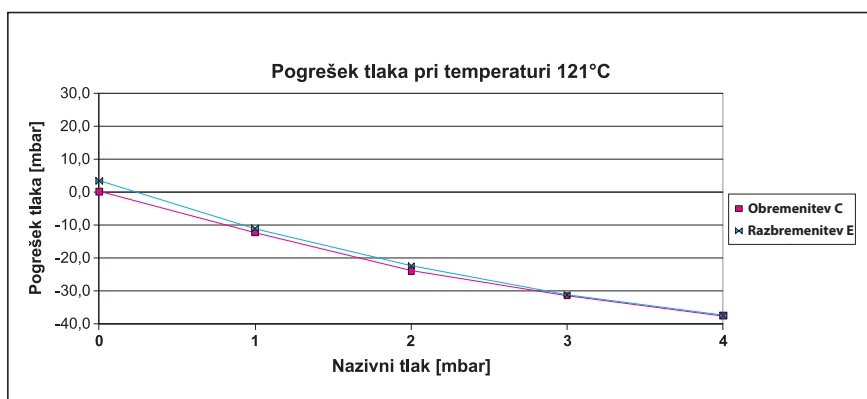
Slika 3. Pogreški tlačnega zaznavala pri temperaturi 80 °C

Pri izvedbi kontrole se različno število zaznaval postavi v posodo avtoklava (odvisno od velikosti posode), kjer se beležijo vrednosti temperature in tlaka v času cikla sterilizacije. S pomočjo podatkov, ki se z vmesnikom prenesajo na računalnik, določimo, ali je avtoklav znotraj mejnih vrednosti +3 °C. Zaradi zagotavljanja zadovoljive merilne negotovosti pri izvajanju kontrole porazdelitve in penetracije toplote je potrebno izvesti umerjanje temperature in tlaka spominskih zaznaval. Običajno se tovrstno umerjanje

nje izvaja pri temperaturi okolice 22 °C +/- 2 °C in relativni vlagi 50 % r. v. +/- 10 % r. v. V našem primeru pa so ta zaznavala izpostavljena mnogo zahtevnejšim pogojem, kjer se temperature gibljejo nad 100 °C. Glede na izkušnje laboratorija se je izvedlo umerjanje zaznavala tlaka najprej pri temperaturi 22 °C in nato še pri višjih temperaturah. Rezultati so sila zanimivi in se po pričakovanju razlikujejo glede na temperaturo, pri kateri se je izvajalo umerjanje. Za to se je izdelala posebna posoda, kamor se vstavi spominsko zaznavalo tlaka. V posodi je mogoče nastavljati želeni tlak s pomočjo natančnega ventila na vhodu. Posoda se postavi v klimatsko komoro, kjer se nastavlja želena temperatura. Na ta način se simulira temperatura, ki so ji zaznavala dejansko izpostavljena pri kontroli porazdelitve in penetracije toplote avtoklava (slika 1).

Umerjanje se je izvajalo pri treh različnih temperaturah, in sicer pri okolni temperaturi 22 °C, 80 °C in 121 °C, kjer se najpogosteje izvaja sterilizacija oz. kontrola porazdelitve in penetracije toplote. Preglednica 1 prikazuje, kako je točnost tlačnega spominskega zaznavala odvisna od temperature.

Umerjanja smo izvedli v 5 točkah pri naraščanju in znižanju tlaka, tako da smo ugotavljali tudi histerezo zaznavala. Videti je, da pogrešek narašča glede na višjo razliko od okolne temperature 22 °C, kar je potrdilo predvidevanja pred izvedbo umerjanja. Razred točnosti zaznavala tlaka je 0,5 % celotnega merilnega območja, kar pomeni, da lahko odstopa +/-25 mbar. Iz preglednice lahko razberemo, da pri temperaturi 121 °C zazna-



Slika 4. Pogreški tlačnega zaznavala pri temperaturi 121 °C

valo odstopa izven dopustnih meja, ki jih predpisuje izdelovalec.

Zanimivi so tudi trendi naraščanja pogreškov glede na nastavljeni tlak, kar je razvidno iz grafov.

Z grafa na *sliki 2* je razvidno, da je bilo nastavljanje tlačnega zaznavala pri izdelovalcu izvedeno pri temperaturi okolja, in je znotraj dopustnih mej 25 mbar, ter naravnano tako, da je zaznavalo pri vseh vrednostih tlaka optimalno nastavljeno.

Pri umerjanju zaznavala tlaka in temperaturi 80 °C so opazna že večja odstopanja, pri višjih tlakih, kar je potrjilo predvidevanja, da je zaznavalo temperaturno odvisno, je to potrebno upoštevati pri kontrolah porazdelitve in penetracije temperature. Trend pogreškov se je spremenil in povečal, vendar je še v dopustnih mejah.

V primeru temperature okolice 121 °C je s *slike 4* razvidno, da zaznavalo tlaka odstopa od dopustnih mej 25 mbar, kar je pri kontroli porazdelitve

in penetracije toplote avtoklava nedopustno, če ne upoštevamo korekcij.

Na podlagi vseh izvedenih umerjanj lahko ugotovimo in zaključimo, da je merilnike nujno potrebno periodično pregledovati in umerjati v čim bolj enakih pogojih, kot so jim dejansko izpostavljeni. S tem zagotovimo nadzor nad metrološkim stanjem in sledljivost meritev do ustreznih osnovnih enot SI merskega sistema. ■

Fluidna tehnika – je najhujše mimo?

Po podatkih VDMA (Združenje nemške strojne industrije) so bila naročila v juliju 2009 za 43 % pod ravniyo predhodnega leta – notranji trg za 41 % in zunanja naročila za 44 %. Pri tem pa so se v preteklih mesecih uresničile napovedi o zmanjšanju hitrosti padanja z dobrimi obeti, da se bliža najnižja

točka konjunktore. Seveda zagotovi-la še niso zanesljiva, prvi znaki pa so obetajoči. Področji tekstilnih strojev in fluidne tehnike imata po statistiki VDMA točki najnižje konjunktore že za sabo. Tako predsednik VDMA dr. Manfred Wittenstein. Za leto 2009 pa VDMA računa na 20-odstotni skupni

padec. Promet naj bi padel na 158 milijard evrov in zadržal to vrednost v letu 2010. Ob tem pa pričakujejo ponovno rast zaupanja kupcev in s tem tudi nove investicije v stroje in naprave.

Po Fluid 43(2009)10 – str. 6
pripravil Anton Stušek

SERVO VENTILI, PROPORCIONALNI VENTILI IN RADIALNO-BATNE ČRPALKE

MOOG

Zakaj radialno-batne visokotlačne črpalke MOOG?

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

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

Brez njih si ne moremo zamisliti delovanje strojev za brizganje plastike in aluminija, strojev za oblikovanje v železnah in lesni industriji, v letalih 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

Mobilna kogeneracijska enota na gorivne celice

Jure VINDIŠAR, Vladimir JOVAN

■ Uvod

Klasična kogeneracija (SPTE) na fosilna goriva je z učinkovito so-proizvodnjo toplote in električne energije uspela doseči raven tehnološkega razvoja, ki omogoča implementacijo te rešitve v različna energetska postrojenja. Na drugi strani predstavljajo danes gorivne celice eno izmed najobetavnejših razvojno raziskovalnih področij, ki lahko s svojim razvojem in prenosom bazičnih znanj na aplikativno področje bistveno pripomore k preoblikovanju sedanjega, na fosilnih gorivih temelječega energetskega sistema, v trajnostna in energetsko učinkovita gospodarstva. Ključne prednosti v primerjavi s konvencionalnimi rešitvami energetske oskrbe pomenijo manjše emisije CO₂, večjo osnovno energetske učinkovitost, večji električni izkoristek, tiho obratovanje, možnost ohranjanja in skladiščenja čiste energije (v obliki vodika) ter povečano varnost in zanesljivost oskrbe z električno energijo.

V prispevku predstavljamo mobilno kogeneracijsko enoto na gorivne celice kot rezultat projekta, ki pomeni aplikativno povezavo tehnologij kogeneracije in gorivnih celic za sinergijsko izkoriščanje prednosti, ki jih obe navedeni tehnologiji ponujata. Izdelek je rezultat dvoletnega dela strokovnja-

Mag. Jure Vindišar, univ. dipl. inž., Inea, d. o. o., Ljubljana; Dr. Vladimir Jovan, univ. dipl. inž., Institut Jožef Stefan, Ljubljana



Slika 1. Prirjen agregat z gorivnimi celicami proizvajalca Hydrocenics Inc.

kov podjetij INEA in DOMEL v sodelovanju z raziskovalci na Institutu "Jožef Stefan" v okviru razpisa TP MIR07 s sodelovanjem Tehnološke agencije Slovenije (TIA) in s subvencioniranjem Ministrstva za obrambo RS. Aplikacija na eni strani uporablja najnovije tehnologije uporabe vodika ter na drugi strani odgovarja na logistične in energetske potrebe pripadnikov slovenske vojske v posebnih situacijah in je izvedena v skladu z vojaškimi standardi. Uporabljen sistem kogeneracije za mobilne enote z uporabo gorivnih celic tehnološko učinkovito rešuje problematiko izkoriščanja odpadne koristne toplote s sistemom odjema toplote in njeno koristno uporabo.

■ Opis izdelka

Poudarka izdelka sta implementacija agregata z gorivnimi celicami kot energetskega vira ter zasnova sistema za odvzem toplote iz gorivnih celic

kot dodanega sklopa, ki omogoča povečanje celotnega izkoristka agregata z gorivnimi celicami in tako prispeva k razvoju novega učinkovitega energetske - ekološkega koncepta uporabe gorivnih celic. S tem lahko mobilna kogeneracijska enota na gorivne celice pripomore k učinkovitejši neodvisni energetske oskrbi lokacij, ki jim občasno ali konstantno primanjkuje električne in/ali toplotne energije.

Mobilna kogeneracijska enota v okviru specialnega kontejnerja obsega bivalni del in energetske centralo in omogoča hkratno bivanje in zadovoljevanje osnovnih energetske potreb, tako za bivalni del kot za bližnjo okolico. Energetske srce sistema je prirjeni 7 kW agregat proizvajalca Hydrocenics, ki deluje na osnovi PEM gorivnih celic.

Prototip bivalnega kontejnerja, ki je namenjen za oskrbo osnovnih ener-

getskih potreb na specifični lokaciji je predviden za namestitev največ treh oseb z zagotavljanjem ugodnega delovno-bivalnega okolja v skladu z vojaškimi standardi (temperaturni pogoji okolja od -32°C do 49°C). Sistem poleg osnovnih potreb po toploti/hladu (ogrevanje, hlajenje in sanitarna voda) zadovoljuje tudi energetske potrebe za osebno komunikacijsko ter računalniško opremo, za notranjo in zunanjo osvetlitev ter za zagotavljanje električnega napajanja v okolici kontejnerja.

Pri tem se je v fazi načrtovanja in izvedbe zlasti sledilo naslednjim ciljem:

- zagotovitev robustnosti vse integrirane opreme glede na zahteve dopustnih vibracij in ravnanja s kontejnerjem v fazi delovanja in fazi transporta (kopenski, zračni, ladijski transport),
- omogočanje modularnosti sistema strojnih in elektro povezav z drugimi sklopi oziroma podsklopi celotnega sistema,
- doseganje maksimalne funkcionalnosti pri namestitvi vseh podsklopov v kontejner,
- omogočanje povezljivosti več kontejnerskih enot za pokrivanje povčanih energetskih potreb.

Energetska centrala obsega približno 1/3 celotne prostornine kontejnerja.



Slika 2. Umestitev gorivne celice omogoča enostavno uporabo in vzdrževanje gorivne celice

V njej je nameščena vsa potrebna energetska oprema vključno z gorivnimi celicami (sklad 79-tih vodno hlajenih nizkotemperaturnih gorivnih celic). Vodik, ki se uporablja kot gorivo, je shranjen v standardnih jeklenkah združenih v snope v ločenem, plinsko zatesnjenem prostoru. Dodatno varnost zagotavlja možnost naravnega prezračevanja kontejnerja in integrirani varnostni sistem za zaznavanje povečane koncentracije vodika.

Proizvedena električna energija in toplota iz agregata na gorivne celice, ki presega trenutne potrebe posameznega kontejnerja, se lahko v primeru modularne postavitve več

kontejnerjev, uporablja v drugih ločenih kontejnerjih. Poseben izziv pri oblikovanju kontejnerja in nameščanju opreme je bil doseči tako zasnovo kontejnerja, ki v skladu z vojaškimi standardi omogoča enostaven transport na območje uporabe s pomočjo tovornjaka ali helikopterja. Zato je bil izbran sistem MultiLift kontejnerja.

Mobilna kogeneracijska enota na gorivne celice je primerna za uporabo v reševalnih akcijah ob raznih naravnih nesrečah, v vojaških operacijah, v gradbeništvu, za organizacijo prireditvev na prostem, ipd. - torej povsod, kjer je za določen čas potreben zanesljiv in neodvisen vir energije ter bivalno-delovni prostor za manjšo skupino ljudi.

■ Zaključek

Rezultat projekta ni zgolj demonstracijski prototip izdelka za namensko uporabo, temveč predstavlja odlični izhodiščni poligon za preverjanje dejanskih zmogljivosti implementiranih podsklopov vodikovih tehnologij.

Izvajalci projekta verjamemo, da so vodikove tehnologije na osnovi gorivnih celic tehnologije prihodnosti, ki bodo postale del celostne rešitve oskrbe s čistimi viri energije. Tudi zato smo omenjena podjetja in IJS konec prejšnjega leta postali ustanovni člani Razvojnega centra za vodikove tehnologije (RCVT) z ambicioznim ciljem, da bo center s svojo raziskovalno-razvojno dejavnostjo v naslednjih 5 letih omogočil razvoj in proizvodnjo ključnih komponent za gorivne celice, v naslednjih 10 letih pa omogočil gradnjo lastnih sistemov z gorivnimi celicami in njihovo vgradnjo v različne namenske aplikacije.

Rezultati predmetnega projekta predstavljajo dodatno motivacijo za doseg skupnih ciljev, da s prihodnjim tesnim sodelovanjem postanemo pomembni in prepoznavni partnerji v globalnih dobaviteljskih verigah podsklopov za implementacijo vodikovih tehnologij.



Slika 3. Poseben izziv je bil namestitev opreme in oblikovanje kontejnerja, da ustreza zahtevnim pogojem transporta

Tehnologija brezkontaktnih senzorjev vrtenja za množične aplikacije, 1. del

Delovanje senzorjev običajno temelji na brezkontaktnem zaznavanju kota s pomočjo magnetizma. Brezkontaktno delovanje pomeni, da ni mehanskega trenja, kar zagotavlja popolno merjenje. Ker je tak način delovanja zanesljiv celo v najtežjih pogojih obratovanja in zaradi nizkih stroškov primerljiv z drugimi načini merjenja, predstavlja odlično izbiro za uporabo v množičnih aplikacijah. Tipična področja uporabe so neštete aplikacije v poljedelstvu, vozilih in plovilih. Zahvaljujoč njihovi oblikovni združljivosti jih lahko pogosto vgradimo namesto običajnih potenciometrov, ki so manj primerne za uporabo v okoljih z veliko vibracijami.

Potreba po merjenju kotov že dolgo predstavlja velik delež v različnih tehnologijah. Pri tem lahko poudarimo osnovno razliko med merjenjem do polnega obrata in merjenjem mnogokratnih obratov. Tako razlikujemo senzorje za en obrat, ki merijo do polnega obrata, in senzorje za več obratov, ki imajo zmožnost zaznavanja večkratnih obratov.

Magnetni senzorji kota za 360°

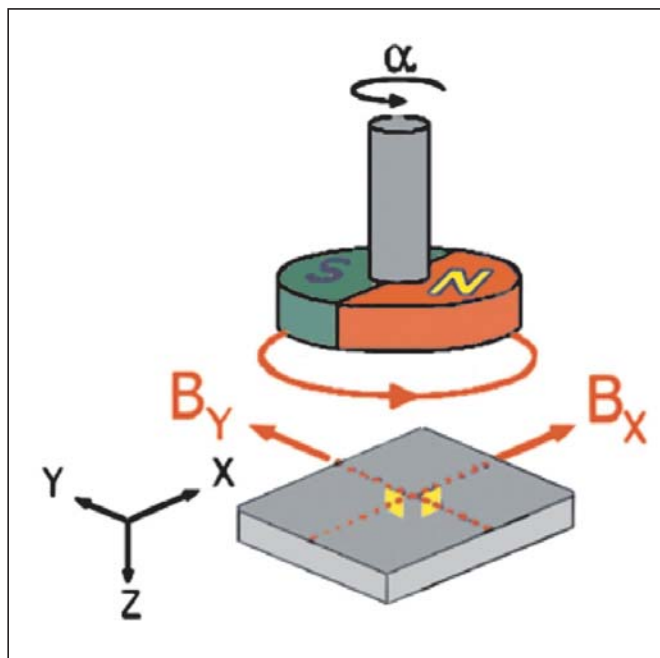
Poznamo različne metode za mehansko merjenje kota, vendar pa se izkaže, da je konstrukcija skoraj popolnoma enaka. Magnet je pritrjen na vrtljivo os. Različna oblika silnic magnetnega polja, odvisna od kota rotacije, je detektirana s senzorskim elementom. Izbira tega senzorskega elementa je odločilna za območje detekcije kotnega senzorja. Z optimizacijo Hallovih senzorskih elementov in pripadajoče elektronike za določanje vrednosti je podjetju Novotechnik uspelo razviti izjemno robustne, zanesljive in visoko precizne senzorje.

Magnet je pritrjen na vrtljivo os skupaj s senzorski NOVO Hall. Odvisno od kota vrtenja se spreminjata orientacija magnetnega polja in napetost signala senzorskega elementa. Ta je sestavljen iz dveh Hallovih elementov, postavljenih drug na drugega. S tem je omogočen neoviran prenos vrednosti katerega koli kota ob polni rotaciji. V integriranem vezju senzorja se vsakokratna sprememba napetosti pretvori v analogni signal, sorazmeren s kotom vrtenja. Senzorji delujejo z ločljivostjo 14 bitov in neodvisno linearnostjo $\pm 0,3\%$.

Neobčutljivi so na onesnaženje ali vlago (IP54 ali IP65) in načrtovani tako, da omogočajo karseda enostavno priključitev. Podolgovate luknje za pritrditev poenostavijo prilagoditev lege.



Senzor RFC 4800, ki je skladen z vsemi zahtevami EMC za mobilne aplikacije



Magnet je vgrajen na vrtljivo os. Odvisno od kota vrtenja se spreminja orientacija magnetnega polja in s tem napetost signala senzorskega elementa, ki v osnovi sestoji iz dveh Hallovih senzorjev, postavljenih drug na drugega.

Hallov efekt pri senzorjih za en obrat

Ta efekt je leta 1879 odkril fizik Edwin Hall. Magnetno polje, poravnano navpično na prevodnik, skozi katerega teče tok, odkloni ta tok. Na ta način na primer delujejo električni motorji. V notranjosti prevodnika gre za podoben pojav. Tokovnice se odklonijo na eno stran, učinek odklona povzroči odklon napetosti pravokotno na tok. Ta učinek je zelo izrazit pri Hallovih generatorjih. Ker pa s spremembo signala v senzorskem elementu še ne dobimo vrednosti, ki bi bila linearna s kotom vrtenja, so bile v preteklosti mogoče samo omejene detekcije kotov. Z optimiziranjem senzorskih elementov in elektronike za določanje vrednosti so senzorji, ki so danes na tržišču, primerni za detekcijo izmerjenih kotov do polnih 360°.

Obstajajo izvedbe, primerne za industrijske ali mobilne aplikacije. Senzor RFC 4800 ustreza vsem zahtevam EMC za mobilne aplikacije, izpolnjuje zahteve za zaščito pred vstopom prahu, vlage in vode do IP69, z različnimi mehanizmi in priključnimi moduli pa ga je mogoče enostavno integrirati v razne aplikacije. Za izvedbo RFC 4000 so na voljo tudi različni vmesniki. Ta senzor

je s celotno višino 7 mm še posebno tanek, tako da ga lahko brez težav vgradimo tudi tam, kjer je malo prostora.

Vir: *Adept plus, d. o. o., Hrašče 5, 6230 Postojna, tel.: 05-75-36-136, faks: 05-75-36-138, www.ad-avtomatizacija.si, g. Boštjan Krošelj*

nadaljevanje s str. 487

■ The 6th Fluid Power Network International (FPNI) PhD Symposium – Šesti mednarodni doktorski simpozij o vezjih v fluidni tehniki

08.–11. 06. 2010
West Lafayette, IN, USA

Organizator:

– Purdue University, West Lafayette, IN, USA

Informacije:

– prof. Monica Ivantysynova
– tel.: +01(765) 447-1609
– faks: +01(765) 448-1860
– e-pošta: mivantys@purdue.edu
– internet: <http://cobweb.ecn.purdue.edu/mahalab/index.html>

nadaljevanje na str. 567



Projektiranje in izdelava strojev, krmilnih elektro omaric in prodaja komponent s področja avtomatizacije.

Celotna strokovna ekipa pod eno streho omogoča kratke odzivne čase!



avtomatizacija
industrijskih procesov

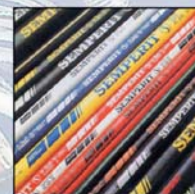
Adept plus d.o.o.
Hrašče 5, SI-6230 Postojna
www.ad-avtomatizacija.si

HIB, Kranj, d.o.o.

Savska c. 22, 4000 Kranj, Slovenija, tel.N.C.: 04/280 2300, fax: 04/280 2321
<http://www.hib.si>, E-mail: info@hib.si

PROIZVODNI PROGRAM:

- Visokotlačne hidravlične cevi
- Industrijske cevi
- Priključki za hidravlične in industrijske cevi
- Hitre spojke za hidravliko in pnevmatiko
- Komponente za hidravliko
- Komponente za pnevmatiko
- Transportni trakovi
- Klinasti jermeni
- Tehnična guma



Zastopamo: **SEMPERIT** (Avstrija), **HABASIT** (Švica)
SALAMI (Italija), **DNP** (Italija), **ZEC** (Italija), **MERLETT** (Italija)
AEROQUIP (Nemčija), **NORRES** (Nemčija), **LUDECKE** (Nemčija)

Poslovne enote:

LJUBLJANA, Središka ul. 4, 1000 Ljubljana,
tel.: 01/542 70 60, fax: 01/542 70 65

CELJE, Lava 7a, 3000 Celje,
tel.: 03/545 30 59, fax: 03/545 32 00

PTUJ, Rajšpova ul. 16, 2250 Ptuj,
tel.: 02/776 50 71, fax: 02/776 50 70

MARIBOR, HPS d.o.o., Ob nasipu 36,
2342 Ruše, tel.: 02/668 85 36, fax: 02/668 85 37

SLOVENJ GRADEC, Kov. galant. ŠTRUC, Pod bregom 4,
2380 Sl. Gradec, tel.: 02/883 86 90, fax: 02/883 86 91

BREŽICE, Sečen Ivan s.p., Samova ul. 8, 8250 Brežice,
tel.: 07/496 66 50, fax: 07/496 66 52

KOČEVJE, Protos d.o.o., Reška cesta 13, 1330 Kočevje,
tel./fax: 01/895 49 12

SEMIČ, Kovinostrugarstvo Martin Radoš, Cerovec 3,
8333 Semič, tel.: 07/306 33 20

STÄUBLI predstavlja novosti na področju robotike

V Linzu, Avstrija, je nemški proizvajalec robotov STÄUBLI 18. novembra organiziral forum svoje robotike. Na njem so bile predstavljene novosti, ki jih bo Stäubli ponudil trgu konec letošnjega in v prvi polovici naslednjega leta. Med njimi so trije tipi robotov, in sicer: SCARA TS80, obdelovalni petosni robot RX170HSM ter dva šestosna robota. Prvi, TX90 HE, se uporablja za delo v vlažnih prostorih, drugi RX200 pa je namenjen podpori proizvodnih procesov v praktično vseh industrijskih branžah. Podrobneje vam bomo predstavili robota SCARA TS80 in TX90 HE.

Za uporabnike, ki pri izbiri robota dajejo prednost kratkemu čas taktov in visoki natančnosti gibanja, ima Stäubli novo rešitev. Trgu nudimo nov ultra hiter štiriosni robot. Govorimo o novem High-Speed-Scara TS 80, ki lahko v eni minuti doseže do 100 točk. Že na prvi pogled napravi vtis njegov novi design. Kljub togetemu videzu je njegova struktura vitka. Temu primerna je tudi teža, ki mora omogočati izredno hitre pomike. Zato je novi TS 80 primeren za uporabo v primerih, kjer natančnost in hitrost delata z roko v roki. Vsako delovno operacijo lahko izvede še enkrat hitreje, kot je bilo to možno opraviti do sedaj. Pri dosegu robota 800 mm je z njegovo hitrostjo možno izvajati zelo zahtevne naloge v industriji fotovoltaike. Seveda pa je njegova uporabnost možna v vseh panogah: v avtomobilski, prehranski, farmacevtski industriji, pri brizganju plastike, montažni in posluževalni tehniki ...

Robot je predhodnik nove generacije robotov Scara, ki bo trgu ponujena v treh izvedbah: TS40, TS60 in TS80 z dosegom 400 mm, 600 mm in 800 mm.

Nekaj je jasno že sedaj: ti roboti so najhitrejši, kar jih je trenutno na trgu. Vendar pa njihova glavna prednost ni

le hitrost. Kot je pri Stäubliju že stalna praksa, se odlikujejo tudi z izredno natančnostjo. Točnost ponovljivosti pomika robota je 0,01 mm, njegova maksimalna nosilnost pa 8 kg. Kupec ima izbiro med dvema opcijama dolžine pomika vertikalne osi, in sicer 200 mm ali 400 mm. Že v osnovni izvedbi izpolnjuje standard CleanRoom 6 za delo v čistih prostorih. Standardno ima ta robot vgrajen absolutni merilni sistem. Ta omogoča, da robot v vsaki točki svojega gibanja točno ve, v kateri poziciji se nahaja, in se mu ni potrebno vračati na referenčno točko za določanje njegove pozicije. Za to skrbi absolutni digitalni Encoder.

Za programiranje se uporablja standardno programsko orodje VAL3, kar pomeni, da vam ni treba kupovati novega programskega paketa. Robot upravlja prav tako standarden Stäublijev krmilnik CS8C. Ta omogoča integracijo kateregakoli sistema Vision preko serijskega ali ethernet vmesnika.

Druga pomembna novost med Stäubli roboti je bila prvič predstavljena na Hannoverškem sejmu. Gre za robot TX90 HE – verzija 2. Ta specialna izvedba omogoča njegovo delovanje v proizvodnih

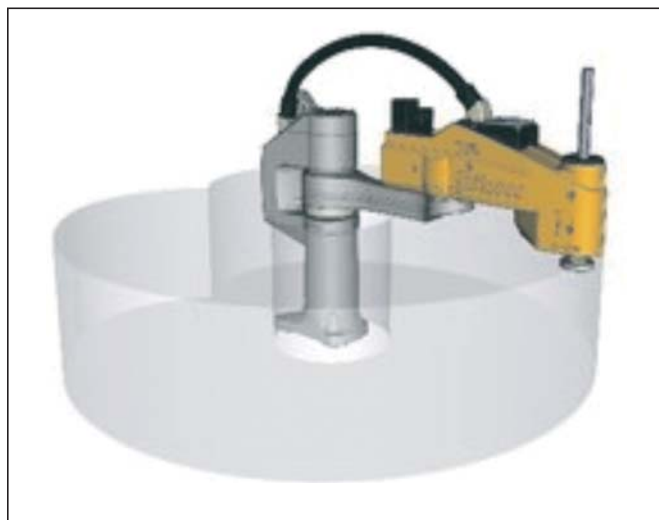


Novi SCARA Robot Stäubli TS80

okoljih z visoko vsebnostjo vlage ali tam, kjer je zaradi zahtev delovnega procesa voda. Tak primer uporabe so pralne ali čistilne naprave v prehranski industriji.

Oznaka HE (Humid Environment) se nanaša na robote, ki so namenjeni uporabi v ekstremno vlažnih prostorih, torej tam, kjer robot pride v stik z vlago ali vodo. Taki primeri so:

- razrez z vodnim curkom,
- posluževanje obdelovalnih strojev, kjer se uporablja velika količina hladilnega sredstva,
- živilska industrija.



Prikaz delovnega območja robota Stäubli TS80



Robot Stäubli TX90 HE – verzija 2, namenjen delu v ekstremno vlažnih prostorih

V takih primerih je Staubli TX90 HE prva izbira. Pri dosegu 1000 mm je njegova nosilnost 7 kg. Možno ga je dobiti v dveh podaljšanih verzijah L in XL. Pri L-verziji je doseg robota 1200 mm pri nosilnosti 6 kg. XL-verzija omogoča doseg 1450 mm z nosilnostjo 5 kg. Za Staublija sta tipični visoka natančnost in točnost ponovljivosti gibanja.

S tem robotom smo dobili možnost avtomatizacije proizvodnih procesov v prehrabni industriji, kar je bilo do sedaj dokaj omejeno. Prednost tega robota ni le v tem, da prevzema od človeka težka dela v neprijaznem delovnem okolju, ampak tudi v doseganju visokih higienskih standardov v prehrabni industriji. Standardna izvedba robota ima zaščito IP65. Zglobni del robota, os 5 in 6, pa je izdelan v zaščiti IP67, kar omogoča delo v pogojih, kjer je vrednost PH v

tekočem mediju med 4,5 in 8,5. Dodatno zaščito pred vdorom vlage ali tekočine v notranje dele robota daje enota za nadtlak. Delu v omenjenih pogojih je prilagojen tudi položaj priključkov robota, ki so vgrajeni v njegovo podnožje. Kompletno ohišje je pred končnim lakiranjem zaščiteno s posebnim antikorozijskim premazom, ki preprečuje njegovo rjavenje.

Trenutno je na trgu na razpolago tip TX90 HE – verzija 2. Vendar se to lahko v kratkem spremeni. Zaradi velikega povpraševanja kupcev se že razmišlja o aplikaciji ostalih vrst robotov TX na verziji HE – verzija 2.


Vir: DOMEL, d. d., Otoki 21, 4228 Železniki, tel.: 04 5117 100, faks: 04 5117 106, www.staubli.com/robotics, www.domel.si, brane.cencic@domel.si, g. Brane Čenčič

DOMEL®

Ustvarjamo gibanje


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

Servo pogoni



Rexroth
Bosch Group

Roboti Stäubli



STÄUBLI
ROBOTICS
MAN AND MACHINE
www.staubli.com

Phytron koračni motorji



phytron®
customized solutions
in motion

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







2010

Industrijski forum Inovacije, razvoj, tehnologije

Portorož, 7. in 8. junij 2010

industrijski
forum IRT
www.forum-irt.si

Dodatne informacije in prijava na dogodek: Industrijski forum IRT 2010, Motnica 7 A, 1236 Trzin | tel.: 01/600 1000 | faks: 01/600 3001 | e-pošta: info@forum-irt.si | www.forum-irt.si

www.forum-irt.si

Novi tihi hladilniki serije OSCA/OSCAF

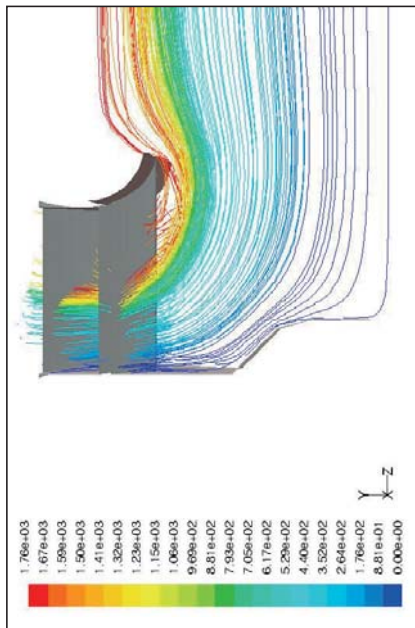
Področja uporabe hladilnikov OSCA/OSCAF so predvsem mazalni sistemi, obdelovalni stroji, stiskalnice, hidravlični agregati, kratka povsod tam, kjer je zaželeno hlajenje hidravličnega olja ali vodnega glikola v vzporednem toku in z majhnim hrupom.



Slika 1. Hladilnik serije OSCA/OSCAF

OSCA/OSCAF je evolucija prejšnje serije, pri čemer je bila natančno proučena in optimirana vsaka komponenta hladilnika. Rezultat optimizacije je 15 % večja hladilna moč pri istem padcu tlaka, 25 % manjši volumen, 20 % manjša teža ter za polovico zmanjšan hrup.

Od predhodnika je bil prevzet vertikalni izhod zraka, ki uporabnikom da več svobode pri postavitvi hladilnika, hkrati pa sta bila s pomočjo orodij CFD optimirana radialni ventilator in ohišje (slika 2 in 3). Tako je pri modelu OSCA 2L uspelo zmanjšati hrup za 5 dB(A) na 60 dB(A) v primerjavi s SCA 2L. To človek dojema kot pol



Slika 2. CFD analiza

manj hrupa in je izrazito predvsem pri aplikacijah, kjer so prisotni ljudje, ki upravljajo s stroji, in je seveda zaželeno čim tišje delovanje.



Slika 3. Radialni ventilator



Slika 4. OSCAF hladilnik s filtrom

Prav tako je bil od predhodnika prevzet koncept vgrajene tihe vijajčne črpalke, ki hladilniku omogoča optimalno delovanje, neodvisno od takta hidravličnega sistema in brez nevarnosti pojava tlačnih konic, ki bi lahko poškodovale hladilnik. Tako je možno dimenzioniranje hladilnika glede na potrebno hladilno moč in ne na največji povratni tok, kar bi bilo, če ne bi bilo črpalke.

Hladilnik OSCAF je opremljen tudi s filtrom (slika 4), ki ima za HYDAC netipično smer pretoka od znotraj navzven, kar je v tem primeru prednost, saj vse nečistoče, ki jih zadrži filter, ob zamenjavi ostanejo v njem. Zamenjava filtra je zelo enostavna, potrebno je le odviti čep ter element zamenjati. Dodatno je vgrajen še magnet, ki zadrži feromagnetne delce, ter obvod, ki se odpre v primeru, če je filter preveč zamašen.

Vir: Hydac, d. o. o., Zagrebška 20, 2000 Maribor, tel.: +386 2 460 15 20, faks: +386 2 460 15 22, info@hydac.si, www.hydac.com, g. Dejan Glavač



IFAM

international trade fair of
automation & mechatronic

27.-29. 01. 2010

hall K, Celje, Slovenia www.ifam.si

Mednarodni strokovni sejem
za avtomatizacijo,
robotiko,
mehatroniko, ...

International Trade Fair
for Automation,
robotics,
mechatronic, ...



PASSION FOR PERFECTION
ifam@icm.si

“Easy Fit” – breznajonj priključki za enostavne priklape v prostorsko omejenih okoljih

Novost v prodajnem programu podjetja Hidex predstavljajo priključni elementi “Easy Fit” proizvajalca Manuli Rubber Industries. Breznajonj priključki so namenjeni enostavnim priklapom gibljivih cevovodov v prostorsko omejenih okoljih, saj se njihova montaža izvaja brez uporabe navora, potrebna je le uporaba sile. Na podoben način, le z uporabo izvijača, je omogočena tudi njihova demontaža. Uporabljajo se lahko na vseh vrstah hidravličnih cevi proizvajalca Manuli Rubber Industries in so zaradi tega in zaradi svoje enostav-



nosti ter hitrosti montaže primerni tudi za uporabo na montažnih linijah pri prvih vgradnjah. Obenem njihova uporaba prispeva tudi k podaljšani življenjski dobi cevi, saj prosto vrtljivi spoji preprečujejo torzijske obremenitve v ceveh. Priključki „Easy Fit“ zagotavljajo varno delovanje in brezhibno tesnjenje vodov tudi po izvedenih 500.000 tlačnih pulzih 133-odstotnega priporočenega mejnega tlaka pri 350 bar. Obenem pa zagotavljajo najmanj 400 ur delovanja brez pojavitve korozije pri standardnem korozijskem testu s soljo (ASTM B 117) pri temperaturi olja 100 °C.

Vir: *HIDEX, d. o. o.,*
Ljubljanska c. 4, 8000 Novo mesto,
tel.: 07 / 33 21 707, faks: 07 / 33 76
171, web: www.hidex.si,
e-mail: info@hidex.si

Gibljive cevi podjetja LA & Co

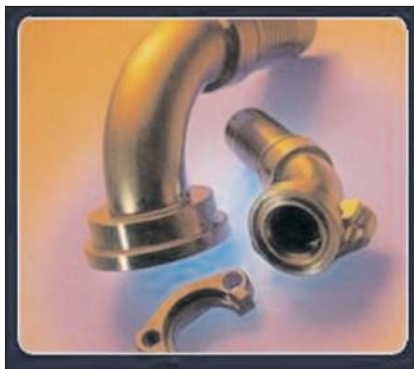
Želimo vas obvestiti, da smo v podjetju LA & Co, d. o. o., pričeli izdelovati gibljive hidravlične cevi.

V našem programu ponujamo celotno paleto gibljivih cevi:

- nizkotlačne gibljive cevi 1SN, 2SN – enojni ali dvojni kovinski oplet,
- gibljive cevi za srednji tlak 4SP in 4SH – štirislojni kovinski oplet,
- gibljive cevi za visoki tlak R13 in R15 – 4/6 radialnih spiralnih opletov,
- nizkotlačne gibljive cevi z nerjavno zaščito 1.4301.

Za termozaščito gibljivih cevi je na izbiro zaščita VIGOT F88, ki nudi:

- do 225 °C – 24-urna odpornost,
- do 1090 °C – maks. 10- do 15-minutna odpornost,
- do 1650 °C – maks. 15- do 20-sekundna odpornost.



- priključki z vrtljivo matico DKO L/S, metrični, BSP- in JIC-navoj,
- navojne priključke CEL/S, metrični, BSP- in JIC-navoj,
- prirobnični SAE - SFL/S priključek s pripadajočim O-tesnilom in pritrdilno SAE-ledvičko,
- ušesni BO-priključki s pritrdilnim HS-vijakom z metričnim in BSP-navojem.

Vsi priključki so dobavljivi v pocinkani in nerjavni izvedbi 1.4571. Za izdelavo uporabljamo izključno visokokvalitetne armature in cevi po standardih EN in SAE.

Vse omenjeno in še veliko več si lahko ogledate na naši spletni strani www.la-co.si.

Vir: *LA & Co., d. o. o., Limbuška*
cesta 42, 2000 Maribor, tel.: 02 42
92 673, faks: 02 42 05 550,
e-mail: info@la-co.si,
www.la-co.si, g. Velimir Sever

Ponujamo tudi celotno paleto priključkov za gibljive cevi:

Zmogljiva rešitev za manjše avtomatizacijske aplikacije

Anton ACCETTO

Mitsubishi Electric je svoji seriji kompaktnih krmilnikov MELSEC FX3 pravkar dodal še enega novega člana. Krmilnik FX3G je posebej zasnovan za potrebe manjših strojnih in tovarniških avtomatizacijskih aplikacij. Odlikujejo ga hitrost, zanesljivost in ekonomičnost, omogoča pa tudi prilagodljivo konfiguracijo z razširitvenimi, omrežnimi in posebnimi funkcijskimi moduli. Kot vsi krmilniki aktualne Mitsubishijeve serije krmilnikov tretje generacije se tudi ta najnovejši kompaktni PLC lahko pohvali z naprednimi novimi tehnologijami, vključno z dodatnim adapterskim vodilom, poleg tega pa je popolnoma združljiv z obstoječo serijo MELSEC FX.



Slika 1. Krmilnik FX3G predstavlja nov zmogljiv dodatek k Mitsubishijevi izredno uspešni seriji kompaktnih PLC-jev FX3

Novi krmilnik FX3G je polnopravni član Mitsubishijeve serije MELSEC FX, ki je s preko devet milijonov prodanih enot ena izmed najuspešnejših linij kompaktnih krmilnikov na svetu. Zaradi njihove napredne tehnologije in izjemne cenovne ugodnosti imajo robustni standardni krmilniki prejšnjih generacij zadostno moč za krmiljenje številnih aplikacij, zlasti za standardne strojne in tovarniške naloge. Najpomembnejše nove funkcije pri aktualni generaciji vključujejo večji programski pomnilnik, hitrejšo izvrševanje instrukcij, dodatne programske instrukcije ter izpopolnjene

funkcijske in razširitvene možnosti, zlasti kar se tiče varnosti, komunikacije in pozicioniranja. Poleg vsega naštetega krmilnik omogoča tudi enostavno integracijo drugih avtomatizacijskih komponent, kot npr. nadzornih HMI-terminalov in frekvenčnih pretvornikov, potrebnih za konfiguracijo prilagojenih rešitev.

Standardizirana tehnologija in delovanje

Novi krmilnik temelji na enakem prostorsko varčnem tehnološkem konceptu kot zmogljivejši modeli MELSEC FX3U in FX3UC iz iste serije, ki so namenjeni za kompleksnejše in zahtevnejše naloge. Tudi pri njem so vse potrebne komponente – vključno

z napajalno enoto, pomnilnikom in točkami V/I – integrirane neposredno v enoto, ki je tako pripravljena za takojšnjo uporabo. Njegova visoka hitrost procesiranja, ki znaša samo 0,21 mikrosekund na cikel logične instrukcije, ter velik pomnilnik, ki omogoča do 32.000 programskih korakov, mu zagotavljata natančno krmiljenje relativno zahtevnih avtomatizacijskih nalog.

Poleg standardnega systemskega vodila, ki omogoča priklop največ osmih razširitvenih, omrežnih in posebnih funkcijskih modulov, ima novi krmilnik tudi sekundarni sistem vodila. Do 4 dodatne module – dva vmesniška modula (RS-232 ali RS-485) in dva analogna adapterja, vključno z novim modulom za zajem temperaturnih podatkov za elementa Pt1000 in Ni1000 – je mogoče priklopiti na to "adaptersko vodilo", zaradi katerega je kompaktni PLC izjemno prilagodljiv. Ti novi moduli za priklop na adaptersko vodilo so bili razviti posebej za družino krmilnikov MELSEC FX3, pri čemer so bili uporabljeni sodobni čipi, ki omogočajo zelo kompaktno izvedbo. Module je mogoče integrirati brez dodatnega programiranja in so lahko neposredno naslovljeni s posebnimi podatkovnimi registri. Poleg zmanjševanja števila potrebnih programskih korakov ta pristop privarčuje tudi čas in denar.

Anton Accetto, univ. dipl. inž.,
INEA, d. o. o., Ljubljana



Slika 2. Krmilnik FX3G nudi enostavno integracijo z ostalimi Mitsubishijevimi FA-komponentami, kot je npr. frekvenčni pretvornik FR-D700 in terminal GT1020 HMI, kar omogoča preprosto konfiguracijo sistema

Dodatne razširitvene reže so na prednjem delu enote, kamor je mogoče vstaviti največ dve razširitveni kartici za dodajanje komunikacijskih vmesnikov (RS-232, RS-422 ali RS-485) in analognih funkcij.

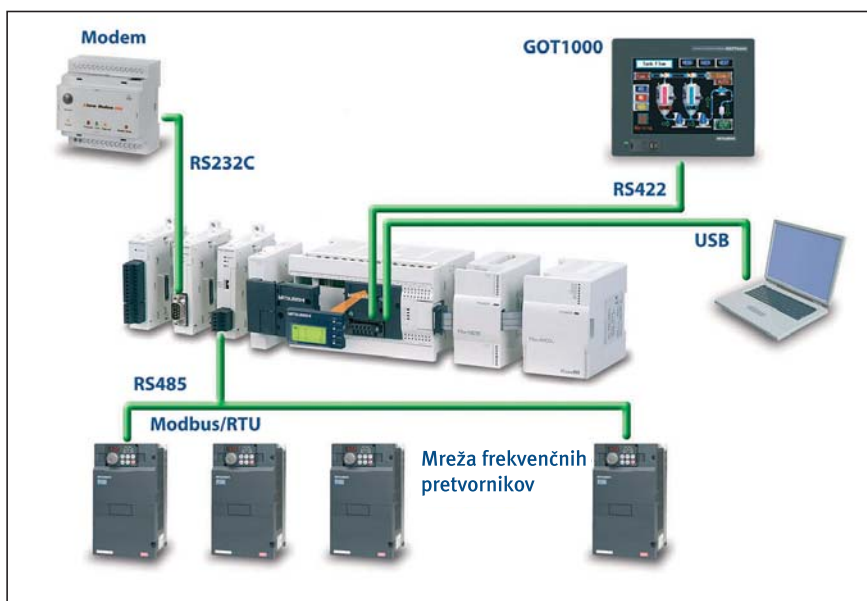
Novi krmilnik je mogoče programirati s programsko opremo GX Developer ali GX IEC Developer (GX Works). To uveljavljeno razvojno orodje za vse Mitsubishijeve kompaktne in modularne krmilnike podpira mednarodni standard IEC 61131-3 in razvoj

programov s pomočjo funkcijskih blokov, lestvičnega diagrama (LD), seznama instrukcij (IL), strukturiranega teksta in sekvenčnega funkcijskega diagrama (SFC). Nabor programskih instrukcij vključuje tako osnovne instrukcije kot tudi preko 120 namenskih aplikacijskih instrukcij, kar zagotavlja hitro in preprosto programiranje in konfiguracijo sistema. Ostale lastnosti celotne družine krmilnikov MELSEC FX3 so prav tako standardizirane, vključujejo pa mere za namestitev, priključke, standardne funkcije in operacije ter znatno poenostavljeno in takoj razumljivo upravljanje na vseh nivojih.

Prilagodljiva razširitev z največ 256 V/I točkami

Osnovne enote MELSEC FX3G so na razpolago v različicah s 14, 24, 40 in 60 V/I-točkami in 100–240 V AC-napajanjem za mednarodno uporabo. Različice s 24 V DC-napajanjem bodo na voljo kasneje. Vsi tipi izhodov so na razpolago kot digitalni releji ali v tranzistorskih različicah, vse osnovne enote pa je mogoče razširiti na skupno največ 128 V/I-točk z uporabo dodatnih modulov ali do 256 V/I-točk preko odprtega omrežja s področnim vodilom CC-Link. Osnovne varnostne funkcije, kot so vezje za zasilni izklop, senzori svetlobne mreže in nadzorni sistem varnostnih vrat, je mogoče integrirati neposredno v standardni krmilni sistem brez kakršnegakoli dodatnega programiranja z uporabo varnostne stikalne tehnike, ki jo je Mitsubishi Electric razvil posebej za omrežje CC-Link.

Prikazovalni modul, ki se vstavi v prednji panel osnovne enote, nudi vse potrebne hitre informacije. Omogoča prikazovanje in urejanje pomembnih podatkov krmilnika s pomočjo štirih funkcijskih tipk. Dvostopenjski sistem geselske zaščite z ločenimi nabori dostopnih dovoljenj za uporabnike in razvijalce zagotavlja, da lahko do programa krmilnika dostopa samo pooblaščen osebje. Uporabniki smejo uporabljati vse funkcije, ki so potrebne za normalno delovanje, medtem ko je intelektualna lastnina, razvita za strojno projektiranje, varno zaščitena.

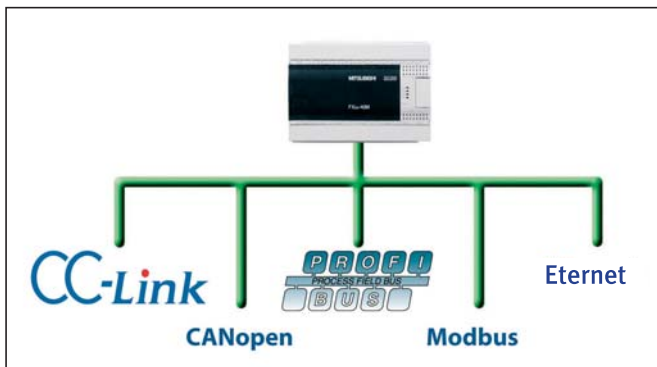


Slika 3. Kljub kompaktnim meram ponuja krmilnik FX3G obilo razširitvenih možnosti za izdelavo popolnega avtomatizacijskega sistema

Obširne komunikacijske in pozicionirne zmožnosti

Ta mali, kompaktni PLC je zelo sposoben komunikator, ki podpira bogat nabor standardnih omrežij, kot so Profibus DP, CC-Link, Ethernet in CANopen ter podatkovno komunikacijo preko največ treh serijskih vmesnikov. USB-vhod in vmesnik RS-422 sta integrirana na prednjem panelu. Druge priključke je mogoče vzpostaviti s pomočjo vmesniških modulov, ki so bodisi nameščeni znotraj ohišja (RS-232, RS-422, RS-485) ali pa priklopljeni preko adapterskega vodila (RS-232, RS-485).

Krmilnik pa ne zaostaja niti pri pozicionirnih nalogah. Vse osnovne enote razpolagajo s šestimi hitrimi števcji, ki podpirajo frekvence do 60 kHz. Poleg tega so na razpolago pulzni izhodi za frekvence do 100 kHz – dva na manjših modelih (do 24 V/I-točk) in tri na večjih modelih (od 40 V/I-točk) – za krmiljenje največ treh neodvisnih koračnih ali servomotorjev. Te integrirane lastnosti in na uporabo



Slika 4. Podpora odprtemu omrežju je ključna prednost krmilnika FX3G

pripravljene programske funkcije za natančno pozicioniranje omogočajo zelo poceni izdelavo aplikacij za preprosto prečkanje in prilagoditev osi – brez dodatne opreme.

Vse, kar potrebujete za ekonomične rešitve

Najnovejša generacija krmilnikov ima še eno veliko prednost: moduli, funkcije in instrukcije so zasnovani za učinkovito vzajemno delovanje z drugimi proizvodi za avtomatizaci-

vopogoni in nadzornimi HMI-enotami. Na primer: preko serijskega vmesnika RS-485 lahko priklopite do osem frekvenčnih pretvornikov, ne da bi potrebovali drag sistem področnega vodila. Poleg znižanja stroškov ožičenja uporabnikom tudi ni več potrebno pisati svojega lastnega PLC-programa za frekvenčne pretvornike, saj je protokol zanje že integriran v krmilnik. Trije parametri zadostujejo za nastavitve frekvenčnega pretvornika, potrebujete pa le štiri instrukcije: za njegov zagon in zaustavitev ter za branje in zapisovanje parametrov. Natančen pregled stanja frekvenčnega pretvornika omogoča hitro odpravljanje napak in razhroščevanje, preventivno vzdrževanje in nadzorovanje porabe.

Del popolne družine krmilnikov

Novi krmilnik MELSEC FX3G prinaša ekonomično rešitev za standardne strojne in tovarniške aplikacije v Mitsubishijevo najzmogljivejšo linijo kompaktnih PLC-jev. Že tako vsestranska družina MELSEC FX3 z njim postane idealna platforma za gradnjo prilagojenih avtomatizacijskih rešitev nižjega in srednjega razreda. Vsi kompaktni krmilniki najnovejše Mitsubishijeve tehnološke generacije so popolnoma združljivi z obstoječo serijo FX, kar zagotavlja dolgoročno zaščito obstoječe naložbe v krmilno tehnologijo. Kjer pa je potrebna večja zmogljivost, je sistem mogoče enostavno razširiti z večjimi modularnimi PLC-sistemi iz serij MELSEC System Q in iQ Automation Platform.



Slika 5. Uporaba krmilnika FX3G za neposredno krmiljenje do največ treh pozicionirnih osi, npr. Mitsubishijevih servosistemov MR-J3, brez vmesne opreme

Vir: <http://www.mitsubishi-automation-si.com/>



DRUŠTVO
VZDRŽEVALCEV
SLOVENIJE

DVS

Najavljamo
20. Tehniško
posvetovanje
vzdrževalcev
Slovenije

Rogla,
14. in 15. oktobra 2010!

Nove rešitve za interpretacije in predstavitev

Luka MULEJ, Gregor BERGINC

Ljudje smo vizualna bitja, kar dokazujejo že prazgodovinske umetnine, ki jih je ustvaril jamski lovek. S tem je hranil svoje dogodke, podobno, kot to danes počnemo s fotoalbumi. V današnji digitalni dobi se verjetno že slabo spominjamo, kako smo dobrih 20 let nazaj previdno pritiskali na sprožilec analognega fotoaparata. Z radostjo smo pričakovali rezultat, ki smo ga pri lokalnem fotografu dobili po nekaj dneh.



Rezultat rekonstrukcije iz digitalnih fotografij

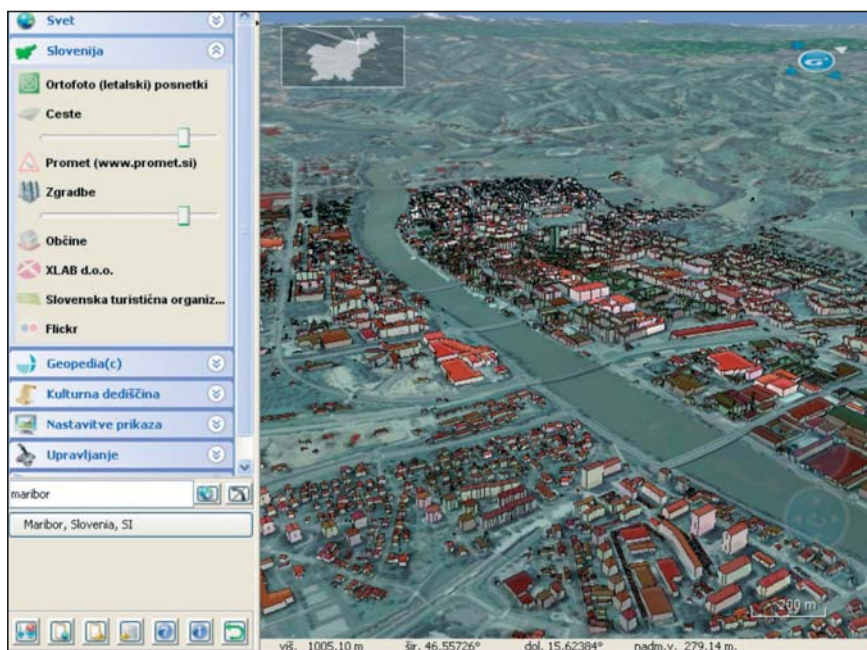
fotografij. To pomeni, da lahko dejansko uporabimo omenjenih 100 ali več fotografij in iz njih naredimo fotorealistični model. Sodobna rešitev, ki je uporabna na številnih področjih, predstavlja povsem nov pogled na fotografiranje in modeliranje predmetov.

Trenutno se za rekonstrukcijo predmetov uporabljajo natančni laserski merilci. Ti so zaradi visoke cene in zahtevnosti postopka snemanja primerni le za profesionalne uporabnike. Z uporabo naše rešitve segment rekonstrukcije približujemo najširši

Danes je kultura slikanja povsem drugačna, saj niti ne razmišljamo o tem, da v nekaj minutah naredimo tudi po 100 slik in več. Slikamo toliko časa, da smo zadovoljni, saj nam vgrajeni LCD-zaslon na digitalnem fotoaparatu omogoča takojšnji ogled posnetka. Zaradi velike količine jih ponavadi enkrat ali dvakrat morda pogledamo, vse prenesemo na zgoščenko, ta pa se ponavadi izgubi nekje v omari. In prihodnost?

V raziskovalnem oddelku podjetja XLAB smo razvili najsodobnejše algoritme, ki nam omogočajo 3D-rekonstrukcijo predmetov iz digitalnih

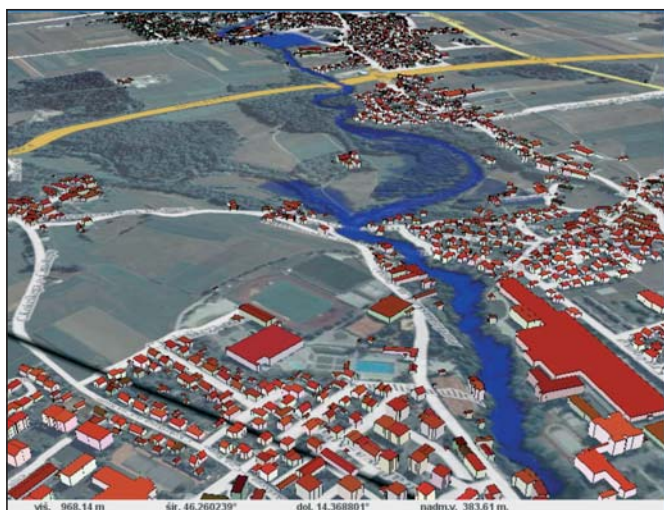
Luka Mulej, univ. dipl. Inž.,
Gregor Berginc, univ. dipl. Inž.,
XLAB, d. o. o., Ljubljana



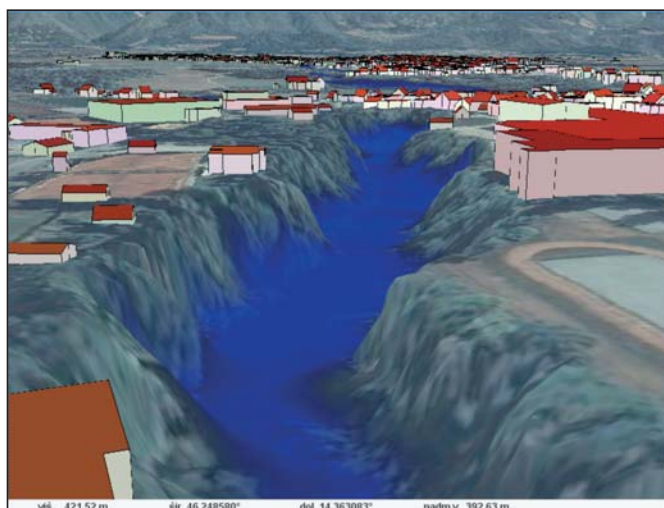
Gaea+ je zgrajena na platformi NASA World Wind

javnosti, saj za izdelavo natančnega fotorealističnega predmeta zadostuje že mobilni telefon z vgrajenim fotoaparatom.

prednost orodja Gaea+ je podpora odprtim standardom, ki omogočajo izjemno hitro in enostavno integracijo z obstoječimi viri podatkov ter rešitvami



Podpora standardnim protokolom WFS in WMS



Integracija podatkov LiDAR

Rešitev je zaradi svoje enostavnosti, cene in povezljivosti z Gaea+ uporabna na številnih področjih (prostorske rešitve, nepremičnine, turizem, arhiviranje, promocija ...). Fotorealistične predmete preprosto izvozimo v standardni datoteki in jih po želji obdelujemo z grafičnimi programi. Pripravimo jih lahko za tisk na 3D-printerjih ali pa jih umestimo v realistični prostor in prikažemo z naprednim trirazsežnostnim vizualizacijskim orodjem Gaea+, ki je preko spleta dostopno najširši javnosti.

Gaea+ omogoča prikazovanje poljubnih podatkov v kontekstu resničnega geografskega prostora. Poglavitna

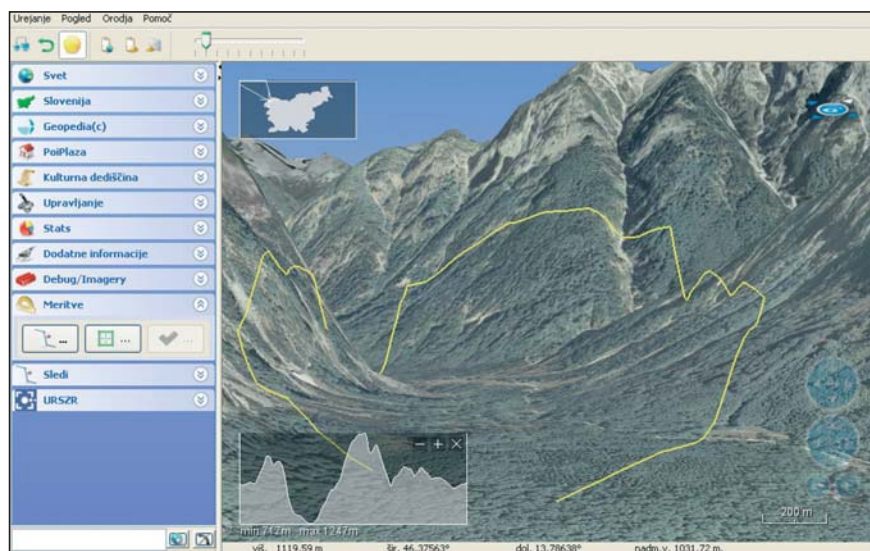
s področja geografskih informacijskih sistemov. S svojo napredno tehnologijo omogoča prikaz podatkov v realnem času, kar je v določenih primerih (npr. nadzor in reševanje) ključnega pomena. Odlikujeta jo izjemno preprosta uporaba in možnost prilagoditev in predelav glede na potrebe in želje posameznih skupin uporabnikov. Popolno prilagoditev delovnega okolja po meri končnega uporabnika pa omogoča tudi zasnova grafičnega uporabniškega vmesnika.

LiDAR (ang. Light Detection And Ranging) na daljavo. Višinski model terena, pridobljen s pomočjo laserskega skeniranja iz letala, ponuja izjemno visoko ločljivost površja Zemlje (od nekaj centimetrov naprej), kar profesionalnim uporabnikom omogoča natančno preučevanje terena z naprednimi integriranimi GIS-orodji (višinski profil terena, meritev razdalj in drugo).

Vizualizacijsko orodje Gaea+ je že v prvem letu obstoja navdušilo številne uporabnike:

- Uporablja se v Upravi RS za zaščito in reševanje za podporo dela zaposlenih v centrih za reševanje, nadzor in obveščanje.
- V sodelovanju z Inštitutom za vodarstvo smo orodje uporabili za prikaz, analizo in simulacijo poplavnih območij.
- Uspešno sodelujemo tudi s Skupnostjo občin Slovenije, za katero smo priredili različico orodja Gaea+ (3D-občine) z novimi vsebinskimi sloji. 3D-občine so pozele veliko zanimanja med posameznimi občinami in državnimi institucijami (ministrstva, ipd.), saj smo bili prvi, ki smo prikazovali celoten 3D-realistični model RS.
- V projektu "Klikni svojo pot" smo skupaj z Urbanističnim inštitutom Republike Slovenije in Mestno občino Ljubljana promocijsko pripravili različico, kjer uporabniki v realistični 3D-model

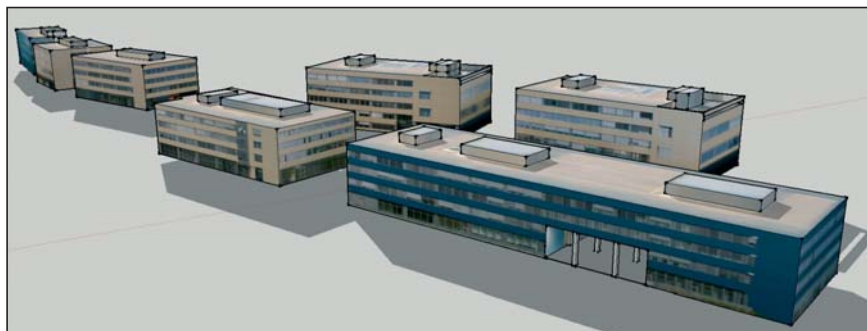
Gaea+ je edino orodje, ki omogoča učinkovit prenos ter prikaz podatkov



Integrirana GIS orodja

Slovenije vrišjejo svojo pot, ki jo opravijo s kolesom v službo. Pridobljeni podatki bodo namenjeni analizi in pripravi predlogov za nove kolesarske poti v MOL.

- V okviru nacionalnega projekta DEDI smo v prostor umestili digitalizirano kulturno dediščino Republike Slovenije, ki jo bomo v nadaljevanju projekta DEDI2 nadgradili z naprednimi vsebinami ter virtualnimi popotovanji.

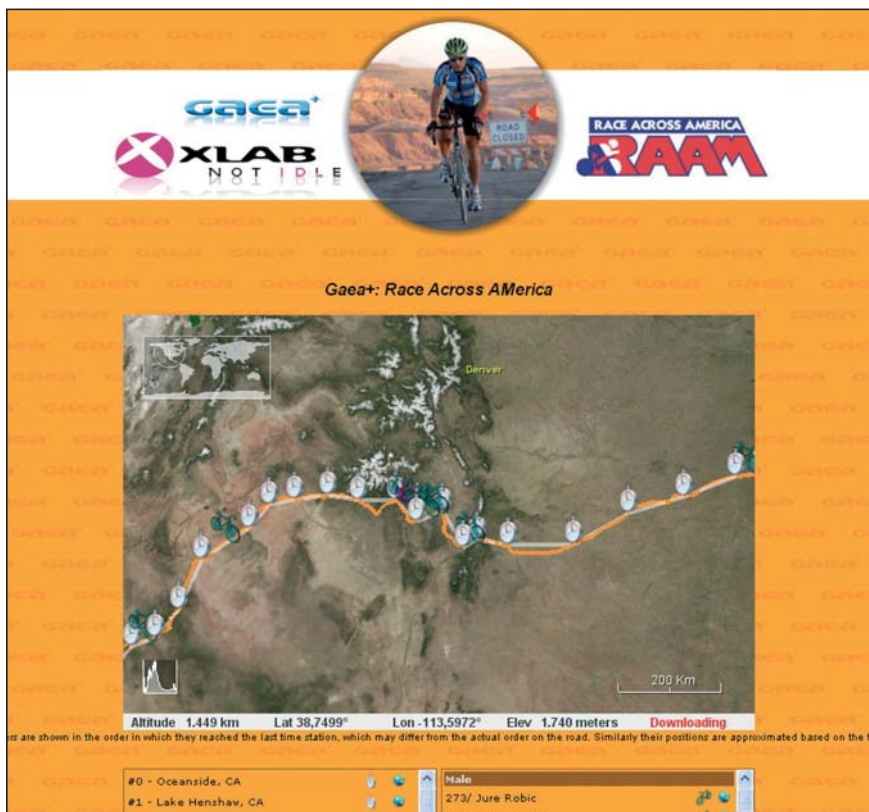


Neposredni vnos 3D-predmetov iz grafičnih programov

- Z orodjem Gaea+ aktivno sodelujemo tudi z Društvom za digitalizacijo Slovenije, kjer predstavlja 3D-nadgradnjo spletnega portala Geopedia.

V primerjavi z ostalimi GIS-rešitvami orodje Gaea+ s svojo hitrostjo delovanja napredne 3D-vizualizacije realističnega terena nedvomno prekaša ostale dvodimenzionalne GIS-rešitve in je odlično za komuniciranje z najširšo javnostjo. Prilagodljiv poslovni model uporabnikom omogoča poljubno izbiro funkcionalnih in podatkovnih sklopov.

Orodje je na voljo na uradni spletni strani www.gaeaplus.si, na kateri so pripravljene napotki za zagon. Namenjeno je najširši javnosti, zato je za nekomercialno rabo na voljo brezplačno. Za komercialno rabo so pripravljene različni paketi, omogočamo pa tudi prilagajanje orodja individualnim potrebam naročnika. Vabimo vas, da se za več informacij obrnete na info@gaeaplus.si.



Predelava orodja za neposredno prikazovanje podatkov in integracijo okolja v spletno stran

Ultrazvok

varjenje - kovičenje - pertlanje
preoblikovanje - vtiskovanje
vsidranje

Varjenje
plastičnih mas
z ultrazvokom

TELSONIC
ULTRASONICS
S W I T Z E R L A N D

Dolgoletni uradni zastopnik

VIAL
AUTOMATION d.o.o.
Sinergija človeka in tehnologij

Tel.: ++386 3 713 27 90
Fax: ++386 3 713 27 94

E-pošta: info@vial-automation.si | Web: www.vial-automation.si

Nove knjige

- [1] Levi, M.: *The Mathematical Mechanic* – Mnogo je fizikalnih sistemov, ki lahko delujejo v dveh smereh. Če priključimo električno napetost na motor, dobimo na njegovi gredi mehansko energijo. In obratno: če gred podobnega električnega stroja poganjamo z mehansko energijo, na njegovih sponkah generiramo električno energijo. Podobno se dogaja tudi z matematiko in fizikalnimi vedami. Avtor dela, profesor matematike na pensilvanski univerzi v ZDA, tako tolmači tudi povezavo med matematiko in mehaniko in uči, kako uporabljati »fizikalno razmišljanje pri reševanju problemov«. Ti so dejansko matematična vprašanja. Začenja s problemom tanka s pravokotnim prerezom in njegovo povezavo s Pitagorovim izrekom ter nadaljuje vse do zamotanega primera oblikovanja Euler-Lagrangejeve enačbe, simbolične funkcije prenosa toplote in Gauss-Bonnet-

ovega teorema. – Zal.: Princeton University Press, 41 William St., Princeton, NJ 08540, USA; 2009; ISBN: 978-0-691-14020-9; obseg: 196 strani; cena: 19,95 USD.

Nov standard SAE za priključke gibkih cevodov

SAE – odbor za gibke cevi in cevne priključke gibkih cevodov je objavil novo izdajo standarda *J 516-2004 09 – Hydraulic Hose Fittings* (Cevni priključki za gibke cevodove).

Ta standard specificira splošne podatke in dimenzije za običajne cevne priključke za gibke cevodove v povezavi s specifikacijo gibkih cevi po standardu SAE J 517, ki se uporabljajo pri stacionarnih in mobilnih hidravličnih napravah. Standard upošteva tudi njihovo uporabo v pomorstvu.

*Po H & P 62(2009)10 – str. 11
pripravil Anton Stušek*



nadaljevanje s str. 555

FLUIDTRANS COMPOMAC 2010 – Mednarodni sejem fluidne tehnike, pogonske tehnike in mehatronike

04.–07. 05. 2010
Milano, Italija

Organizatorji:

- Fiera Milano
- Assofluid

nadaljevanje na str. 570

informativa 10

Vseslovenski sejem izobraževanja,
štipendiranja in zaposlovanja

petek in sobota, 29. in 30. januar 2010
od 9. do 18. ure

Gospodarsko razstavišče, Ljubljana

Organizator: **CRP** Centrum za razvoj in promocijo



www.informativa.si

VSTOP PROST!

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

Pantheon™ dopolnjuje zmogljivosti planiranja proizvodnje s Preactorjem

Podjetje ProdIT, d. o. o., je uspešno opravilo testiranje programskega vmesnika za povezavo ERP-sistema Datalab PANTHEON in razvrščevalnika proizvodnih operacij Preactor.

Regionalni mrežni Preactor partner Inea, d. o. o., objavlja uspešen zaključek testiranja programskega vmesnika za povezavo ERP-sistema Datalab Pantheon in specializiranega orodja za razvrščanje proizvodnih operacij na omejene kapacitete virov Preactor. Vmesnik Pantheon-Preactor je izdelalo podjetje ProdIT, d. o. o.

Proizvodnim podjetjem, ki uporabljajo Pantheon, so od zdaj še bolj dostopne Preactorjeve rešitve za napredno planiranje in razvrščanje (Advanced Planning and Scheduling, APS), s katerimi lahko optimizirajo proizvodno zmogljivost in učinkovitost.

Orodja Preactor dajejo proizvodnim podjetjem potreben pregled nad vplivi poslovnih odločitev. Pre-

actor vizualizira trenutno obremenitev virov podjetja, prikaže učinek nepričakovanih dogodkov in podpira preverjanje ter primerjavo alternativnih planov. S tem podjetja postanejo gibka in učinkovita pri odzivanju na nagle spremembe v povpraševanju. V času recesije so gibka podjetja v prednosti in lahko računajo na povečanje tržnega deleža. Načini in učinki uporabe orodij Preactor so opisani v več kot 100 preverljivih študijah primerov uvedbe, ki so prosto na razpolago na spletni strani *proof.preactor.com*.

Mihael Krošl, zadolžen za razvoj poslovanja s Preactorjem v Sloveniji, dodaja: "Preactor je v Sloveniji prisoten že skoraj desetletje. V zadnjem času postaja priznana rešitev tudi med uporabniki Pantheona. S programskim vmesnikom, ki ga je izdelalo podjetje ProdIT, dobivajo uporabniki Pantheona tesno povezan interaktivni planski modul. S tem lahko računajo na potrebno vidljivost pri upravljanju virov v okoliščinah, ko sta oskrba in povpraševanje nezanesljiva."

Informacije o orodjih Preactor v povezavi s Pantheonom je mogoče dobiti na podjetju ProdIT, kontaktna oseba: Igor Kokalj, 059 137 980, *Igor.Kokalj@ProdIT.eu*.

O podjetju ProdIT, d. o. o.

Podjetje ProdIT, d. o. o., "Preactor Reseller", nudi vmesnik za tesno izmenjavo podatkov med orodji Preactor in ERP-sistemom DataLab PANTHEON kakor tudi implementacijo tega vmesnika in orodij Preactor. Na ta način omogoča svojim uporabnikom kar najbolj izkoristiti prednosti obeh produktov. Za čim bolj kakovostno sledenje tem ciljem je podjetje ProdIT, d. o. o., sklenilo dogovor o poslovnem sodelovanju na področju rešitev za planiranje in razvrščanje Preactor s podjetjem INEA, d. o. o., regionalnim mrežnim partnerjem Preactor.

www.inea.si

The screenshot displays the Preactor Sequencer software interface. The main window shows a Gantt chart with a timeline from 10-01-2000 to 14-01-2000. The chart is divided into sections for different machines (Stroj 1001, Stroj 1002, Stroj 2001, Stroj 2002) and shows various operations (Operacija MF 01, Operacija MF 02, etc.) with their respective start and end times. A central window titled 'Obdelava delovnih nalogov' (Processing work orders) is open, showing details for a specific work order (09-6H-000001) and a 'Preactor' button. A table at the bottom right shows a list of operations with columns for Order No., Part No., Product, Op. No., Op. Name, Resource, Required, Setup start, Start time, and End time.

Order No.	Part No.	Product	Op. No.	Op. Name	Resource	Required	Setup start	Start time	End time
09-6H-000001	IZDELJEM...	IZDELJEM MF 02	15	Operacija MF 01	Oddeljek 100	Stroj 1001	10.01.2000 09:05	10.01.2000 11:40	0
09-6H-000001	IZDELJEM...	IZDELJEM MF 02	25	Operacija MF 01	Oddeljek 200	Stroj 2001	10.01.2000 11:40	10.01.2000 02:40	0
09-6H-000002	IZDELJEM...	IZDELJEM MF OP 01	17	Operacija MF 01	Oddeljek 200	Stroj 2002	10.01.2000 09:00	10.01.2000 01:18	0
09-6H-000002	IZDELJEM...	IZDELJEM MF OP 01	27	Operacija MF N 02	Oddeljek 100	Stroj 1001	10.01.2000 01:18	10.01.2000 02:58	0
09-6H-000003	IZDELJEM...	IZDELJEM MF SH 02	17	Operacija MF N 01	Oddeljek 100	Stroj 1002	10.01.2000 09:05	10.01.2000 09:35	0
09-6H-000003	IZDELJEM...	IZDELJEM MF SH 02	27	Operacija MF N 02	Oddeljek 200	Stroj 2001	10.01.2000 09:35	10.01.2000 10:46	0
09-6H-000004	IZDELJEM...	IZDELJEM MF 01	9	Operacija MF 01	Oddeljek 100	Stroj 1002	10.01.2000 09:35	10.01.2000 01:30	0
09-6H-000005	IZDELJEM...	IZDELJEM MF SH 01	11	Operacija MF 01	Oddeljek 200	Stroj 2002	10.01.2000 01:18	10.01.2000 02:08	0
09-6H-000005	IZDELJEM...	IZDELJEM MF SH 01	15	Operacija MF N 02	Oddeljek 100	Stroj 1002	10.01.2000 02:08	10.01.2000 07:58	0

Uporabnikov okoje za pošiljanje podatkov iz PANTHEON v razvrščevalnik Preactor, v ozadju razvrstitev operacij na interaktivni planski tabli

Zanimivosti na spletnih straneh

- [1] **Programi in produkti ASME** – <http://catalog.asme.org> – ASME (Ameriško združenje inženirjev strojništva) objavlja, da imate poleg rednih spletnih strani sedaj na voljo tudi integralni katalog vseh njihovih programov, storitev in drugih produktov, ki ga lahko vzamete z go.asme.org/pdfcatalog.
- [2] **H & P – forum fluidne tehnike** – www.hydraulicpneumatics.com – Spletni forum fluidne tehnike pri reviji Hydraulics & Pneumatics ima že več kot 1210 rednih uporabnikov. Na njem dobite odgovore na vaša vprašanja o ustreznosti rešitev pri načrtovanju in problemih delovanja in vzdrževanja fluidnotehničnih naprav in sistemov. Pred kratkim so bila vključena nekatera nova poglavja, povezana s konstrukcijskimi problemi pri hidravličnih črpalkah, zanimivimi rešitvami krmilnih vezij, hidravličnim pogonom kolesa, posebnih črpalkah za bagre idr.
- [3] **Uporabnost fluidnotehničnih sestavin** – www.hydraulicpneumatics.com – Na tem naslovu dobite izčrpne podatke o uporabnosti fluidnotehničnih sestavin in naprav na različnih tehnoloških in industrijskih področjih. Poudarki so na področjih, kjer se je fluidna tehnika še posebno uveljavila: gradbeništvo, rudarstvo, pomorstvo, kmetijstvo in

gozdarstvo, zabavna in živilska industrija, strega in montaža, pakiranje, prometna sredstva itd.

- [4] **Žerjavogradnja 2009/10** – www.lectura.de – Vodnik po žerjavogradnji Kran-Guide 2009/10 predstavlja ponudbo 47 izdelovalcev s trinajstimi različnimi vrstami žerjavov in 4240 različnimi tipi. Poleg najpomembnejših tehničnih podatkov je opisana oprema za različne vrste žerjavov, npr. za stolpne gradbene žerjave, avtodvigala, mobilna in industrijska dvigala, žerjave na goseničnih podvozjih in za teleskopske delovne ploščadi. Vodnik je na voljo v treh jezikih (nemško, angleško in rusko) na formatu A4. Tiskani izvodi vodnika, ki stane 139 evrov, obsegajo tudi vse uporabniške cene za 10 let nazaj. Verziji CD in »online« sta na voljo v sedmih jezikih za 176 evrov. Obe navajata tudi cene za 15 let nazaj. Več informacij je na voljo na zgornjem spletnem naslovu.
- [5] **Katalog merilnih dajalnikov** – www.wachendorff-automation.de – Wachendorff Automation je že dvajset let izdelovalec robustnih industrijskih in mobilnih merilnih pretvornikov. Na svojih spletnih straneh predstavlja 160 strani obsegajoč katalog z naslovom Systeme in Drehgeber WDG, v katerem so na voljo precizni merilni pretvorniki poti, položaja, kotnega zasuka in vrtilne frekvence. Katalog je na voljo na naslovu: Wachendorff Automation GmbH & Co KG; tel.: +49(0) 67 22/99-66-



VSE ZA HIDRAVLIKO IN PNEVMATIKO







ODGONI ZA KAMIONE





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

logistika'10

>>>

3. – 4. februar 2010
 Fakulteta za logistiko v Celju

- Razstava podjetij s področja logistike
- Predavanja v sklopu konferenčnega dela
- Spremljivalni program
- Podelitev priznanja Logist/ka leta 2009

Organizator: 

Izvajalec:  INBEARING d.o.o.

Medijski pokrovitelj: 

Logistika – temelj konkurenčne prednosti

Več na: www.logistika-slo.si

25; e-pošta: ndgawachendorff.de, informacije na zgornjem spletnem naslovu.

- [6] **Svetovanje in usposabljanje za uporabo direktive 2006/42/EU – www.eplan.de** – Konec leta 2009 stopa v veljavo nova direktiva EU za strojništvo 2006/42/EU, ki je obvezna ne samo za izdelovalce strojev in naprav v celoti, ampak tudi za izdelovalce strojnih enot in sestavin, za vzdrževalce in uporabnike pri

kakršnih koli spremembah in dogradnjah – skratka: vsi udeleženci – od procesa konstruiranja, projektiranja, zagona, uporabe in vzdrževanja – bodo odgovorni za skladnost z novo direktivo, še posebno ko gre za zagotavljanje varnosti strojev in naprav. EPLAN Software & Service je zato na spletnih straneh pripravil poseben paket usposabljanja in svetovanja za uporabo nove direktive.

- [7] **Spletni portal: vodna hidravlika – www.dwh-portal.de** – Nemški spletni portal vodna hidravlika ne informira izčrpno samo o vodni hidravliki, ampak je njegov osnovni cilj tudi povezovanje raziskovalcev, razvijalcev, dobaviteljev in uporabnikov. Tukaj ne gre samo za poslovne stike, ampak tudi za izmenjavo informacij o izkušnjah na področjih vodne hidravlike. Objavlja novice o ponudbi izdelkov in objavi publikacij.

nadaljevanje s str. 567

Vzporedne prireditve:

- TEW – Teden tehnoloških razstav
- BIAS – Mednarodni strokovni sejmi avtomatizacije, instrumentacije, mikroelektronike in informacijske tehnologije za industrijo
- Mechanical Power Transmission & Motion Control – Mednarodni strokovni sejem pogonske tehnike, sistemov krmiljenja gibanja in mehanskih pogonskih elementov

Informacije:

- www.fieremostre.it

■ The 12th Scandinavian International Conference on Fluid Power SICFP '11 – Dvanajsta skandinavska konferenca o fluidni tehniki

18.–20. 05. 2011

Tampere, Finska

Organizatorja:

- IHA-Department of Intelligent Hydraulics and Automation, Tampere University of Technology
- Network of Fluid Power Centres in Europe

Tematika:

- mobilna hidravlika
- industrijska hidravlika
- vodna hidravlika
- robotika in daljinsko upravljanje
- pnevmatika itn.

Informacije:

- www.ih.tut.fi/sicfp11

IFAM
international trade fair of
automation & mechatronic
24. - 26.02.2010
Beograd, Srbija, www.ifam-rs.si

Seznam oglaševalcev

ADEPT PLUS, d. o. o., Postojna 555	KLADIVAR, d. d., Žiri	480
CELJSKI SEJEM, d. d., Celje 491	LE-TEHNIKA, d. o. o., Kranj	569
DOMEL, d. d., Železniki 557	MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	479
DVS, Ljubljana 563	MOTOMAN ROBOTEC, d. o. o., Ribnica	496
ENERPAC GmbH, Düsseldorf, ZRN 507	OLMA, d. d., Ljubljana	479, 487
FESTO, d. o. o., Trzin 479, 572	OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o, Trzin	479, 567
GR INŽENIRING, d. o. o., Ljubljana 567, 569	PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	479
HAVE HIDRAVLIKA, d. o. o., Petrovče 482	PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	559
HIB, d. o. o., Kranj 555	PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	491, 543
HYDAC, d. o. o., Maribor 470, 505	PS, d. o. o., Logatec	499
HYPEX, d. o. o., Lesce 535	SICK, d. o. o., Ljubljana	479
ICM, d. o. o., Celje 524, 570	STROJNIŠTVO.COM	491
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.) NORGRN, Lesce 479	TEHNOLOŠKI PARK, Ljubljana	503
INEA, d. o. o. 479	Iskra ASING, d. o. o., Šempeter pri Gorici	571
Iskra ASING, d. o. o., Šempeter pri Gorici 571	JAKŠA, d. o. o., Ljubljana 524	524
Šempeter pri Gorici 571	VIAL, d. o. o., Žalec	566
JAKŠA, d. o. o., Ljubljana 524	UL, Fakulteta za strojništvo	525