



OPL

FESTO

Merimo
LOTRIČ
za prihodnost

- Intervju
- MOTEK 2010
- Predstavitev
- Generator tokovnih pulzacij
- Akustične lastnosti aksialnega ventilatorja
- Razvoj prenosnikov toplote
- Iz prakse za prakso
- Podjetja predstavljajo



Changes for the Better

HYDAC

OLMA

Parker

Vse za učinkovito in zanesljivo avtomatizacijo vaših strojev in vodenje procesov v industriji na enem mestu.



NORGREN

SICK
Sensor Intelligence.

MIEL OMRON
www.miel.si
Elementi in sistemi za industrijsko avtomatizacijo

SPIRING
www.spiring.si

Horia

INEA

Hidravlične sestavine

Hidravlični sistemi

Storitve

Program
zastopstev



Potni, tlačni in tokovni ventili
za odprte tokokroge



Zavorni ventili in izplakovalni
ventili za zaprte tokokroge



Posebni ventili in bloki



Hidravlične naprave



Motorji in črpalke



Elektronske sestavine



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

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

Impresum	393	■ INTERVJU	
Beseda uredništva	393	Pogovor s prof. dr. Francem Golograncem ob njegovi 90-letnici	394
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	406	■ MOTEK 2010	
■ NOVICE	410	Tomaž PERME: 29. mednarodni sejem MOTEK pognal avtomatizacijo zopet v tek	400
■ ZANIMIVOSTI	416	■ PREDSTAVITEV	
Seznam oglaševalcev	472	Primož POTOČNIK: Viroga: razvoj jadralnega kajaka	418
Znanstvene in strokovne prireditve	435	■ MERILNA TEHNIKA	

Naslovna stran:

INEA, d. o. o. Stegne 11, 1000 Ljubljana Tel.: 01 5138 100 Fax: 01 5138 170 info@inea.si www.inea.si	Velika Bučna vas 7 8000 Novo mesto Tel.: + (0)7 337 66 50 Fax: + (0)7 337 66 51
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	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
FESTO, d. o. o. IOC Trzin, Blatnica 8 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)1 530 21 10 Fax: + (0)1 530 21 25	SICK, d. o. o. Cesta dveh cesarjev 403 1000 Ljubljana Tel.: + (0)1 47 69 990 Fax: + (0)1 47 69 946 e-mail: office@sick.si http://www.sick.si
LOTRIČ, d. o. o. Selca 163, 4227 Selca Tel.: + (0)4 517 07 00 Fax: + (0)4 517 07 07 internet: www.lotric.si	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
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	Pirnar & Savšek, Inženirski biro, d. o. o. C. 9. avgusta 48 1410 Zagorje ob Savi Tel.: 03 56 60 400 Faks: 03 56 60 401 www.pirnar-savsek.si
HYDAC, d. o. o. Zagrebska c. 20 2000 Maribor Tel.: + (0)2 460 15 20 Fax: + (0)2 460 15 22	Hidria IMP Klima, d.o.o. Godovič 150, 5275 Godovič tel: 05 3743 000 klima@hidria.com www.hidria.com
PARKER HANNIFIN Corporation Podružnica v Novem mestu	

■ MERILNA TEHNIKA

Andrej SVETE, Peter SAMBOL, Jože KUTIN, Ivan BAJSIČ:
Razvoj generatorja tokovnih pulzacij kapljevine 424

■ TURBINSKI STROJI

Matej MILAVEC, Stane PIVK, Brane ŠIROK, Matjaž EBERLINC: Vpliv
zračne reže na aerodinamske in akustične lastnosti aksialnega ventilatorja 430

■ RAZVOJ PRENOSNIKOV TOPLOTE

Janez DOLINAR, Vinko BOGATAJ: Merilni sistem za
merjenje lastnosti lamelnih toplotnih prenosnikov 436

■ IZ PRAKSE ZA PRAKSO

Rok DOLINAR: Avtomatiziran nadzor delovanja s sistemom RunSafe 448

■ ALI STE VEDELI

Aleksander ČIČEROV: Novosti s področja letalske zakonodaje 452

■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Električna minivodila – EGSL (FESTO) 456
Natančno pozicioniranje s pametno kamero (SICK) 457

■ NOVOSTI NA TRGU

HYDAC diesel PreCare (HYDAC) 458
Senzor za uporabo v menjalnikih in reduktorjih (VIAL) 459

■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO

Tomaž PERME: Solution:ing in mehatronske rešitve za 21. stoletje 460

■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA

Pravna urejenost letalske varnosti 468
Robotics 469
Nove knjige 470

■ PROGRAMSKA OPREMA – SPLETNE STRANI

Zanimivosti na spletnih straneh 472

Članek v katalogu
Fotografije in slike

VENTIL

REVUA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

ISSN 1818-7275 | OKTOBER, 16 / 2010 / 5

NPI

FESTO

LOTRIČ

HYDAC

OLMA

Parker

NORGREN

SICK

MIEL omron

SPRING

HÖPPE

Vse za učinkovito in zanesljivo avtomatizacijo vaših strojev in vodenje procesov v industriji na enem mestu.



INEA
informatizacija, energika, avtomatizacija



Très chic: Designerski agregat.

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

Solutions for a World under Pressure

HAWE
HYDRAULIK

© Ventil 16(2010)5. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.
© Ventil 16(2010)5. Printed in Slovenia. All rights reserved.

Impresum

Internet:
www.revija-ventil.si

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

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

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

Letnik	16	Volume
Letnica	2010	Year
Številka	5	Number

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

Ustanovitelj:
SDFT in GZS – ZKI-FT

Izdajatelj:
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Glavni in odgovorni urednik:
prof. dr. Janez TUŠEK

Pomočnik urednika:
mag. Anton STUŠEK

Tehnični urednik:
Roman PUTRIH

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

Oblikovanje naslovnice:
Miloš NAROBÉ

Oblikovanje oglasov:
Narobe Studio

Lektoriranje:
Marjeta HUMAR, prof., Paul McGuiness

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

Tisk:
Eurograf d.o.o., Velenje

Marketing in distribucija:
Roman PUTRIH

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

Naklada:
2 000 izvodov

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

Revijo sofinancira Javna agencija za knjigo Republike Slovenije (JAKRS)

Revija Ventil je indeksirana v podatkovni bazi INSPEC.

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

Stavka – javni in realni sektor – kdo je na boljšem?



V zadnjih dneh septembra in v prvih oktobra smo se povečini ukvarjali s stavko v javnem sektorju. Stavka je bila dobro in v okviru ene skupine sindikatov tudi enotno organizirana. Najvplivnejši sindikalni voditelji so se umaknili v ozadje in na plan so stopili manj prepoznavni sindikalisti. To je z vidika javnosti politično modra odločitev. Razne ankete so pokazale, da ima stavka med ljudmi presenetljivo podporo, če vemo, da zaposleni v javni upravi od zaposlenih v realnem sektorju ne uživajo prav veliko spoštovanja. Pri

vsaki stavki pa se nikoli v potankosti ne ve, kdo ima prav, kdo ne, kdo izsiljuje in kdo slepi. Če izhajamo iz trenutnega gospodarskega in ekonomskega stanja v naši državi, potem stavka prav gotovo ni upravičena. Če pa izhajamo iz ravnanja vlade, ko je nekaterim poklicnim kategorijam s stavko popustila, in iz ravnanja pri zaposlovanju v javnem sektorju v zadnjem obdobju, so stavkovne zahteve popolnoma razumljive. Zakaj je vlada v zadnjih dveh letih na novo zaposlila 3587 ljudi in zakaj je ustanovila devet agencij in raznih uradov? Kateri niso produktivni in ne ustvarjajo dodane vrednosti? Ali se oktobra 2008 ni vedelo za gospodarsko krizo? Ali res potrebujemo šolo za ravnatelje, ki ima direktorja in verjetno še nekaj zaposlenih, ali pa agencijo za knjigo, če vemo, da vsako leto v Sloveniji izide več tisoč novih poljudnih in strokovnih knjig? Ali je po teh podatkih »knjiga« v Sloveniji v krizi? (Naj mi avtorji izdanih knjig oprostijo, saj vem, da v Sloveniji niti en pisatelj ne živi spodobno samo od pisanja. Sem pa prepričan, da se z novo agencijo njihovo gmotno stanje ne bo izboljšalo.) Skratka: število zaposlenih v javnem sektorju se stalno povečuje ne glede na to, ali je potreba ali ni, in ne glede na to, ali je kriza ali je ni. Zanimivo bi bilo pridobiti podatke, koliko zaposlenih je iz javne uprave odšlo v službo v industriji in obratno. Še bolj zanimivo pa bi bilo slišati njihovo oceno o zahtevnosti posamezne službe v javnem in zasebnem sektorju. Verjetno ne bom veliko zgrešil, če zapišem, da je delo v javni upravi vsaj za 30 % enostavnejše in zanesljivejše od dela v podjetjih, ki delajo za trg. Vsi tisti, ki delajo v realnem sektorju, morajo stalno pridobivati delo, naročila in stranke. Delo morajo opraviti kakovostno, brez pripombe stranke ali kupca. Ko je storitev narejena ali produkt prodan, je treba od stranke in kupcev dobiti še denar. V javni upravi pa je potrebno od zgoraj naštetih operacij opraviti le eno. Ni se treba boriti za trg in ni potrebno terjati denarja za opravljeno delo. Treba je samo narediti naloge, ki jih ima vsak zapisane v svoji pogodbi. Poleg tega je služba v javnem sektorju v večini primerov večna. Upam, da država ne bo šla v stečaj! In ko govorimo o kakovosti opravljenega dela, je slaba kakovost izvedenih del v industriji zelo hitro kaznovana s slabo prodajo in z odpovedjo naročil. V državni upravi pa je drugače. Slaba kakovost ni sankcionirana. Tu pa tam slišimo pripombe posameznih državljanov na kakšno slabo storitev za okencem na upravni enoti, pri zdravniku v zdravstvenem domu, ali pa celo v bolnici. Nismo pa še slišali, da bi se kdo od staršev ob zaključku šolskega leta ali celo ob zaključku šolanja pritožil na sodišču, ker šola učenca ali dijaka ni zadosti naučila. Verjetno so posledice slabega dela učiteljev najbolj usodne od vseh poklicev v javnem sektorju, ki pa se jih v večini primerov ne zavedajo niti učitelji, niti starši in še manj učenci. In prav tu, ko je škoda lahko največja, se nič ne stori. Že pred drugo svetovno vojno so bili v šolah inšpektorji, ki so bili strah in trepet vseh učiteljev in tudi ravnatelja. Če ima učenec slabega učitelja za tuji jezik v osnovni šoli in tudi še v nadaljevanju v srednji in je učitelj kriv za njegovo neznanje, je škoda neprecenljiva. Podobno velja za naravoslovne predmete in tehniko. Učitelj v osnovni šoli lahko učenca navduši za tehniko ali pa mu jo zagnusi za celo življenje. Podobno je s športom in s številnimi drugimi področji. Ocenjujem, da se na izobraževanju v naši državi dela veliko. Toda mnogo premalo na kakovosti in nadzoru dela učiteljev na vseh ravneh.

Janez Tušek

Pogovor s prof. dr. Francem Golograncem ob njegovi 90-letnici

Prof. Gologranca poznajo mnogi nekdanji študentje strojništva, predvsem pa verjetno vsi v industriji, ki se ukvarjajo s tehniko preoblikovanja.

Profesor dr. Franc Gologranc se je rodil leta 1920 v Slov. Konjicah. Po turbulentnih vojnih in povojnih letih je diplomiral na Tehniški fakulteti v Ljubljani. Prve izkušnje strojnega inženirja je dobil v Centralnem projektivnem biroju Ministrstva za težko industrijo, pa tudi na specializaciji v tovarnah obdelovalnih strojev Waldrich in Schies v ZRN. Leta 1952 je bil imenovan za asistenta na Inštitutu za mehansko tehnologijo Fakultete za strojništvo v Ljubljani. V začetku je bilo njegovo strokovno in pedagoško delo usmerjeno v širše področje mehanske tehnologije in obdelovalnih strojev, kasneje pa se je habilitiral za takrat novo vpeljano tehniško disciplino – tehniko preoblikovanja in teorijo plastičnega preoblikovanja. Kot znanstveni sodelavec je sodeloval z Inštitutom za preoblikovalno tehniko Univerze v Stuttgartu, kjer je leta 1975 tudi doktoriral. Redni profesor na FS v Ljubljani je postal leta 1982. Do upokojitve leta 1989 je bil mentor preko 100 diplomantom na dodiplomskem in podiplomskem študiju strojništva.

Leta 1968 je ustanovil Laboratorij za preoblikovanje, v katerem so kmalu zatem stekle prve sistematične raziskave hladnega masivnega preoblikovanja jekel. Znanstvenoraziskovalno delo je kasneje razširil na področje identifikacije tanke in debele pločevine, preoblikovanje z visokimi tlaki ter v razvoj računalniško podprte eksperimentalne opreme za ugotavljanje preoblikovalnih karakteristik.

Prof. Gologranc je bil nosilec številnih raziskovalnih in aplikativnih nalog za industrijo. Doma in v tujini je objavil 50 samostojnih člankov in razprav. Že leta 1963 je napisal učbenik TEHNIKA PREOBLIKOVANJA, kasneje pa še UVOD V PREOBLIKOVANJE, PREOBLIKOVANJE 1. del in PREOBLIKOVANJE 2. del. Njegovi učbeniki še vedno predstavljajo osnovo za študij preoblikovanja tako na visokošolskem kot na univerzitetnem študiju.



Prof. Gologranc med intervjujem

Ventil: Prof. Gologranc, prosim Vas, da opišete svojo odločitev za študij strojništva in za področje obdelovalne tehnike.

Prof. Gologranc: Najprej hvala za povabilo na ta razgovor. Predvsem pa, da ste se spomnili ne le najstarejšega še živečega diplomanta, ampak tudi učitelja Strojne fakultete, kar ni bilo zapaženo niti ob nedavni 90. obletnici obstoja študija strojništva na Univerzi v Ljubljani. Letos sem tudi sam proslavljal 90-letnico rojstva in 60-letnico diplome, pozabil pa tudi nisem, da je bila pred 50 leti na Fakulteti formalno vpeljana nova tehnološka disciplina tehnika preoblikovanja.

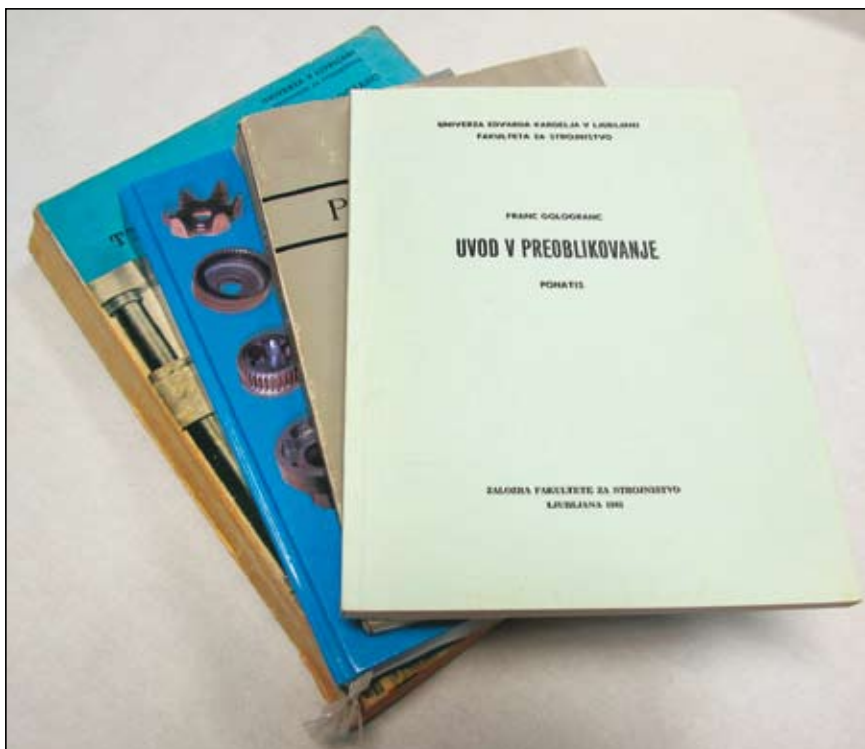
Na vprašanje glede moje odločitve za študij strojništva bi verjetno najlažje odgovoril pred 80 leti, ko sem to

misel izrazil v eni od šolskih nalog v prvem razredu realne gimnazije v Mariboru. Čeprav sem bil potomec več generacij gradbenikov, sem se že takrat zapisal strojništvu. Morda je na mojo odločitev vplivala tudi takratna svetovna gospodarska kriza, česar se pri 10 letih najbrž nisem niti zavedal. Tudi tega ne, da je bilo leta 1930 v vsej Sloveniji zaposlenih morda le nekaj 10 strojnih inženirjev. A mojega zanimanja za stroje to ni zamajalo – zlasti ne za parne stroje, ki so bili takrat glavni pogonski vir za stroje v industriji. Tako sem se l. 1938 vpisal na strojni oddelek Tehniške fakultete v Ljubljani, prepričan, da bo dve leti kasneje stekel že popoln študij strojništva in da bo dokončan tudi novi objekt. Žal je vojna prekinila moj študij skoraj za 6 let, tako da sem lahko diplomiral šele februarja 1950.

Pred 60 leti smo po 10 semestrih študija dobili zares široko strojniško izobrazbo, saj je študijski program pokrival že vsa najpomembnejša področja strojništva. Tak profil je bil po 2. svetovni vojni tudi potreben, saj so obnova države in velikopotezni razvojni načrti za industrializacijo terjali vsestransko usposobljene in razgledane inženirje. Zato smo že nekaj dni po diplomi prejeli odločbo ministrstva za industrijo o zaposlitvi v enem od podjetij v Sloveniji ali drugje v državi. Sam bi bil moral v Železarno na Jesenicah, od koder pa me je moj mentor prof. Lobe takoj pritegnil v Projektivni biro ministrstva za težko industrijo, kjer smo konstruirali opremo za naše železarne in strojne tovarne. Tu sem – kljub že nekajletni industrijski praksi – po zaslugi vodje biroja prof. Lobeta spoznal in občutil, kako pomembno je, da projektant in konstruktor dobro pozna vse možne metode, načine in postopke izdelave strojnih elementov. Od tedaj tudi moje povečano zanimanje za obdelovalno tehniko in obdelovalne stroje.

Ventil: Nam lahko zaupate, kako ste zašli na področje pedagoške dejavnosti, in pojasnite razloge za Vašo kasnejšo preusmeritev v preoblikovalno tehniko?

Prof. Gologranc: Razumljivo je, da v času vehementne industrializacije



Knjige avtorja prof. Gologranca

povojne Jugoslavije zlasti tehnični kadri nismo mogli sami izbirati mesta službovanja, razen, če je kdo prostovoljno želel iti v Bosno, Srbijo ali Črno goro, kjer so gradili velike industrijske gigante – železarne, tovarne, hidrocentrale, ladjedelnice itd. Hkrati je naraščala tudi potreba po novih strokovnih kadrih na univerzi, saj je bilo v tem času tudi na našem oddelku več profesorjev kot asistentov, število novo vpisanih na strojni oddelek pa je večkrat presegllo 300 študentov, med katerimi je bila včasih polovica iz drugih republik. Zato sem bil po ukinitvi biroja premeščen na Inštitut za mehansko tehnologijo, kjer je veliko število študentov terjalo ogromno laboratorijskih vaj. Mimo tega smo – takrat štirje asistenti – še naprej sodelovali pri projektih našega predstojnika prof. Lobeta. Tako sem »po uradni dolžnosti« spet pristal v šoli, le na drugi strani klopi.

Priznam, da – ne več rosno mlad – v delu asistenta nisem našel pravega zadovoljstva, delo na projektih za industrijo pa tudi ni teklo, kot bi bilo moralo. Ker pravih možnosti za prihodnost ni bilo videti, sem se odločil za daljšo specializacijo in študij na področju obdelovalne tehnike v tujini. Vendar tudi po povratku razmere

na katedri niso bile obetavnejše. Šele študijska reforma 1959/60, s katero je bil uveden tristopenjski študij, je ponudila nam mlajšim izziv za kreativnejše in samostojno udejstvovanje. Kot zastopniku asistentov v komisiji za pripravo študijskih načrtov in programov za tristopenjski študij mi je – ob podpori prof. Krauta – uspelo prepričati pristojne o pomembnosti in perspektivah tehnike preoblikovanja kovin, ki kljub naglemu razvoju strojne in kovinskopredelovalne industrije v Sloveniji v študijskih programih dotlej ni bila ustrezno zastopana. Čeprav je dal prof. Lobe v začetku petdesetih let na dvorišču zgraditi veliko delavnico, ki je bila namenjena tudi tehniki preoblikovanja, je bila ta kasneje porušena v korist nove fakultetne zgradbe, za izgubljeni laboratorij pa katedra žal ni dobila ustreznega nadomestila.

Ventil: V 60. letih ste prvi na Slovenskem začeli s pedagoškim delom na področju preoblikovanja. Kakšne so bile prve naloge? Na kakšne probleme in težave ste naleteli?

Prof. Gologranc: Čeprav je na strojnem oddelku do leta 1960 diplomiralo že več kakor 100 inženirjev, je bilo zanimanje za novo tehnološko

smer študija tako na prvi kakor tudi na drugi stopnji razmeroma veliko. Ne le pri študentih, ampak tudi v industriji, še posebno v naših zunanjih centrih za izredni študij. Povsod, tako v orodjarnah, proizvodnji in projektivi, je manjkalo tehnologov, mnogi pa so želeli ali morali dokončati nekoč prekinjen študij ali utrditi svoje znanje. Naraščajoča konkurenca in osvajanje tujih tržišč sto terjala nove, kakovostnejše izdelke, ti pa uvajanje sodobnejših in gospodarnejših tehnoloških postopkov. V kar treh naših podjetjih, v Metalni, Litostroju in Železarni Ravne, so že takrat nastajali zametki novih proizvodnih obratov za preoblikovalne stroje in tehnološko opremo za preoblikovanje.

Po uradni potrditvi novih študijskih načrtov sem kandidiral za učitelja predmetov s področja preoblikovanja, na osnovi predložene habilitacije pa sem bil spomladi 1961 izvoljen za docenta.

S prevzemom načrtanih pedagoških obveznosti sem si naložil zahtevno pionirsko delo, saj sem bil prvih 6 let povsem sam brez asistenta. V treh zaporednih študijskih letih je bilo treba pripraviti predavanja in vaje iz vsebinsko povsem novih predmetov – Tehnika preoblikovanja na prvi ter Preoblikovanje in Preoblikovalni stroji na drugi stopnji. Ker domače literature s tega področja ni bilo, je bila moja prva naloga poskrbeti za izdajo učbenika, zlasti za 2. letnik višješolskega študija, kjer je bilo število študentov največje. Obsežno delo na 473 straneh sem dokončal l. 1963, izšlo pa je maja 1964 pri univerzitetni založbi, žal v zelo skromni izvedbi in neprivlačnem formatu (A4), a takratne tehnične in finančne možnosti ter časovna stiska niso dovoljevale boljšega tiska. To pa ni preprečilo, da bi izdaja kmalu ne pošla. Pri pripravi tega dela so mi veliko pomagali študentje z risanjem predlog za predavanja in vaje. Za potrebno učno gradivo pri vajah pa je kmalu po nastavitvi poskrbel prvi asistent K. Kuzman z izdajo priročnika Vaje iz tehnike preoblikovanja, ki je kasneje doživel več dopolnitev in ponatisov. K izobraževanju na

tem področju pa so prispevali tudi moji številni strokovni članki v reviji Strojniški vestnik. Spremembe v učnih načrtih so že v letu 1978 narekovale izdajo novega učbenika Uvod v preoblikovanje, ki je v predelani in dopolnjeni izdaji vnovič izšel l. 1987. Že po upokojitvi pa sem l. 1991 in 1999 dokončal še dve bolj teoretični knjigi za visokošolski študij Preoblikovanje 1. in 2. del.

Ventil: *Kakšni pa so bili takrat pogoji za raziskovalno delo na področju preoblikovanja? Ali lahko opišete takratne razmere v industriji in visokoškolskem okolju?*

Prof. Gologranc: Razmere in možnosti za raziskovanje danes in pred 60 leti je težko primerjati. Načrtov in poskusov sicer ni manjkalo, vendar je bil to še čas ustvarjanja pogojev za normalno življenje, za investicijsko izgradnjo in oživitve gospodarstva ter izboljšanje standarda. V petdesetih letih smo asistenti Katedre za mehansko tehnologijo opravljali v glavnem enake pedagoške obveznosti in praktično delo, smo pa z leti vse bolj pogrešali usmerjanje tudi v raziskovalno dejavnost in načrtno izpopolnjevanje. Vendar smo se zavedali, da tudi prva generacija učiteljev stroke ni imela te možnosti, da nam je torej lahko posredovala le znanje in izkušnje, ki so jih dotlej pridobili v praksi. Nujni investicijski projekti in prednostne naloge so jih povsem okupirali.

V želji po novem znanju sem v obdobju 1952–1958 tri leta študiral in delal kot konstruktor v dveh velikih tovarnah za težke obdelovalne stroje v Zahodni Nemčiji. Že takrat sem imel priliko obiskati več tehnoloških inštitutov, se seznaniti z njihovo raziskovalno dejavnostjo, ni pa mi uspelo na enem izmed njih dobiti mesta raziskovalca. Spoznal pa sem nekaj strokovnjakov s področja tehnike preoblikovanja, ki so zbudili moje zanimanje za to vejo strojniške tehnologije, kar je koristilo mojim kasnejšim odločitvam. Zahvala za to pa gre seveda tudi mojemu mentorju prof. Lobetu, ki je omogočil in toleriral mojo dolgotrajno odsotnost.

Poleg triletnega bivanja v tujini sem

vsa ta leta redno obiskoval vsakoletne evropske razstave in tovarne obdelovalnih strojev ter razne kongrese, da bi lahko sledil naglemu povojnemu razvoju obdelovalne tehnike. Kdo danes še ve, da takrat tuje strokovne literature – razen ruske – skoraj nismo imeli, da ne omenjam domače. Treba pa je vedeti, da se je načrtno znanstveno raziskovanje na področju preoblikovanja takrat tudi na Zahodu šele pričelo razvijati..

V takratnih povojnih razmerah pri nas je bila misel na raziskovalno delo na področju preoblikovanja le iluzija. Družbenih sredstev za raziskovalno dejavnost je bilo zelo malo, apetiti drugih veliki, uspešni pa so bili vselej le agresivneži. Participacija s strani industrije je bila še redka. Vodilni – mnogi med njimi naši bivši študenti – so poznali razmere na fakulteti, zato tudi niso videli, kje in kako bi mi njim v proizvodnji lahko pomagali in koristili. Šele ob koncu 60. let smo – tudi po zaslugi naših diplomantov – uspeli navezati tesnejši stik z nekaterimi podjetji.

Prostorska stiska je bila po uveljavitvi večstopenjskega študija prva ovira za začetek vsakršne raziskovalne dejavnosti in vse do dokončanja nove zgradbe nerešljiv problem za vse katedre na fakulteti. Kljub temu nam je sredi šestdesetih let le uspelo pridobiti manjši pritlični prostor v obstoječi stavbi, kjer pa je bilo mogoče namestiti le staro hidravlično stiskalnico in nov trgalni stroj. Temu je sledila ustanovitev Laboratorija za preoblikovanje, v katerem so stekle prve sistematične raziskave hladnega masivnega preoblikovanja jekel, ki je bilo kmalu za tem razširjeno še na področje identifikacije preoblikovalnosti pločevine ter v razvoj računalniško podprte eksperimentalne opreme za ugotavljanje preoblikovalnih karakteristik materialov.

Ventil: *Kako pa ste sprejeli dejstvo, da je bilo za naslednjo izvolitev v naziv univerzitetnega učitelja potrebno izpolniti ostrejšje pogoje – imeti doktorat znanost?*

Prof. Gologranc: V luči novih predpisov je bil to pogoj, ki so ga le redki

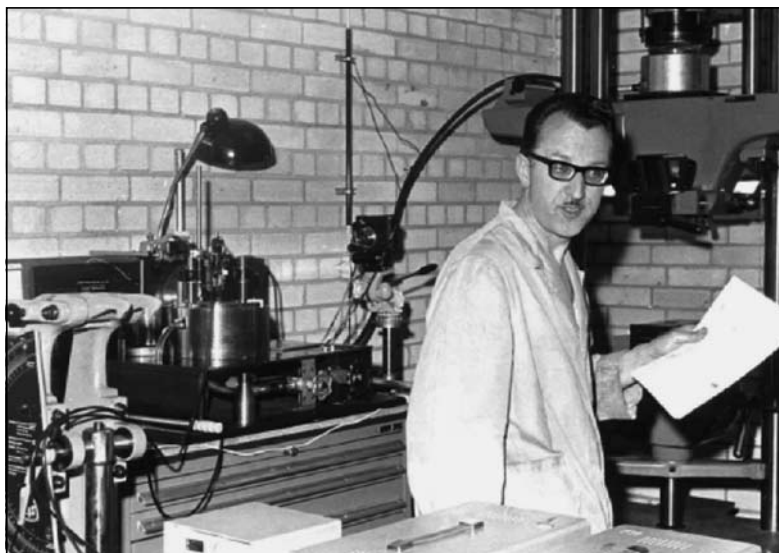
lahko izpolnili v predpisanem roku. Predvsem za številna nova področja ni bilo na voljo mentorjev (tudi ne v Zagrebu in Beogradu). Pri nas so bili promovirani in kandidate so lahko promovirali samo čisti teoretiki. Poleg problemov, kako zagotoviti osnovne pogoje za raziskovalno delo (sredstva, prostor, laborante, opremo), je torej v zraku viselo vsaj še eno pomembno vprašanje: kako rešiti problem lastne promocije?

Čeprav je pet let po reformi teoretično stekel tudi že magistrski študij, za poučevanje specialnih strokovnih predmetov na tretji stopnji še ni bilo ustreznih univerzitetnih učiteljev. Sam sem videl pot in našel rešitev v tujini, zato sem že pred prevzemom predavateljskih dolžnosti navezal osebni stik z novoustanovljenim inštitutom za tehniko preoblikovanja Univerze v Stuttgartu. Zaradi nenadne smrti prvega predstojnika in še nedokončane gradnje novih laboratorijev mi je njegov naslednik šele v letu 1966 lahko ponudil možnost za delo na tem inštitutu in tudi temo raziskovalnega projekta, ki je ustrezala mojim načrtom in potrebam po raziskovanju doma.

K eksperimentalnemu delu na tem inštitutu, ki sem ga – zaradi obsežnih pedagoških obveznosti doma – lahko opravil samo v času poletnih počitnic – sem že prvo leto pritegnil svojega takratnega prvega asistenta, ki je s tem pridobil tudi dragocene izkušnje. Skupaj sva lahko izkoristila optimalne pogoje za raziskovalno delo. Zaradi hude in dolgotrajne bolezni oči pa se je delo na disertaciji žal za več let zavleklo, leta 1975 pa sem kljub temu zelo uspešno promoviral.

Ventil: Ali lahko primerjate današnje znanje, strokovno in raziskovalno delo na področju preoblikovanja z obdobjem vaših začetkov?

Prof. Gologranc: S kakšno primerjavo znanja in dejavnosti v stroki doma in na tujem bi lahko postregel le do svoje upokojitve, to je do razpada Jugoslavije. Postopna izguba vida mi je nato vse bolj onemogočala stik s stroko. Lahko pa rečem, da je bilo praktično znanje v tovarnah takrat dobro, saj smo poleg železarn imeli tudi že tovarno avtomobilov, kovačnice, dve veliki tovarni za predelavo pločevine s 40- in večletno tradicijo (EMO, Saturnus) in druge. Tu so se spontano rojevale številne inovacije in tehnološke izboljšave, ni pa bilo v proizvodnji časa, kadrov in sredstev za sistematično raziskovanje in analiziranje doseženih rezultatov. Pogosto sem obiskoval te tovarne s prof. Lobetom, predvsem kadar so



Prof. Gologranc na začetku raziskovalne poti

se pojavile problematične okvare na strojih.

Velike težave povzročajo v procesih preoblikovanja v hladnem razliki v kakovosti in odstopanja lastnosti vhodnih materialov, ki jih dobavljajo različni proizvajalci, domači in tuji. To vprašanje je vedno zaposlovalo tudi proizvajalce in predelovalce pločevine v tujini, zato sem si to problematiko izbral za raziskovalno temo na Univerzi v Stuttgartu. Takoj po ustanovitvi skromnega Laboratorija za preoblikovanje smo se tudi doma usmerili v razvoj novih metod za preizkušanje plastičnih lastnosti pločevin, identifikacijo preoblikovalnosti na osnovi fizikalnih in tehnoloških karakteri-

stik materiala ter v eksperimentalno analizo odvisnosti preoblikovalne napetosti od deformacije, ki je osnova za analitično obravnavanje preoblikovalnih procesov in aplikacije teorije plastičnosti. Za to pa je bilo treba razviti in izdelati šele lastno izvirno eksperimentalno opremo. Pričeli pa smo tudi že z raziskavami na področju toplega in hladnega masivnega preoblikovanja. Rezultati in dosežki iz tega obdobja so bili seveda tudi objavljeni v številnih publikacijah, v domačih ali tujih revijah ter na posvetovanjih.

Po osamosvojitvi je področje preoblikovanja v Sloveniji zelo napredovalo. Razpadli so sicer veliki paradni konji naše strojne industrije, zrasla pa so nova ali oživila manjša podjetja z novimi cilji in programi. Temu je bilo treba prilagoditi tudi raziskovalno dejavnost Laboratorija za preoblikovanje. Novi vodja profesor dr. K. Kuzman je področje kadrovsko znatno okrepil, aktualiziral in usmeril delo na inovativne procese na področju preoblikovanja pločevine ter masivnega preoblikovanja kovin in nekovin.

Brez dvoma je področje preoblikovanja po zaslugi sodelavcev in raziskovalcev laboratorija doseglo raven, ki si je ob njegovem nastanku pred 50 leti nisem mogli zamisliti. Dejstvo pa je, da sem zadnji član predvojne generacije strojnikov, ki je morala začeti in končati delo v povsem drugačnih razmerah in pogojih, tako da mnoge naše ideje in načrti niso mogli biti izpolnjeni.

Ventil: Nekatero probleme preoblikovanja ste že v 70. letih reševali s pomočjo računalnikov. V zadnjih letih si reševanja zahtevnih procesov brez numeričnih, računalniško podprtih metod skoraj ne moremo zamisliti. Prosim vas, da nam na kratko opišete tedanje začetke uva-

janja računalnika in kritično ocenite uporabo in rezultate preoblikovalnih simulacij sedaj.

Prof. Gologranc: Uvedba in razvoj elektronske obdelave podatkov sta analitični in eksperimentalni tehniki omogočila velik napredek in neslutene možnosti. Že l. 1966 sem na oddelku za matematiko na prvem univerzitetnem računalniku ZUSE opravil izpit iz numerične analize in programiranja. Tako sem lahko že po opravljeni prvi seriji eksperimentov na Univerzi v Stuttgartu rezultate teh preizkusov obdelal in ovrednotil na prvem računalniku IBM na naši fakulteti. Da je bilo takrat potrebno več deset tisoč numeričnih podatkov prenesti ročno na luknjane kartice, naj bo omenjeno le mimogrede. Kakšna je bila takrat potrebna strojna oprema, je danes mogoče videti le še v muzeju. Mladi si teh razmer seveda ne morejo predstavljati, zanje je interaktivna povezava s PC-jem in internetom nekaj samo po sebi umevnega. Vendar do leta 1970 tudi v novem inštitutu v Stuttgartu z računalniško podporo niso bili še dosti na boljšem. Tudi tam je bilo veliko količino preizkusnih podatkov mogoče obdelati le na centralnem računalniku tamkajšnje univerze, dokler se niso pojavile manjše mobilne enote za procesiranje eksperimentalnih podatkov.

Izjemen napredek pri raziskovanju procesov preoblikovanja pa sta v zadnjih 20 letih omogočila uvedba in razvoj osebnih računalnikov in ustrezne programske opreme. Tako sem lahko že v letu 1991 in 1999 na lastnem računalniku z vsega 1 MB spomina napisal in opremil obe knjigi Preoblikovanje, programiral animacije preoblikovalnih postopkov ipd. Vse to pa danes zbledi spričo napredka in možnosti, ki jih ponuja sodobna računalniška tehnologija. Tako lahko sedaj raziskovalci rešujete probleme numerično z metodami končnih elementov, ki omogočajo matematično modeliranje preoblikovalnih postopkov, kar prispeva tudi k nadaljnjemu razvoju metod reševanja v teoriji plastičnosti. Razvita sistemska programska oprema za računalniško podprto simuliranje zapletenih nelinearnih dinamičnih

pojavov omogoča izjemno hitre računske operacije. S tem je mogoče preučevati stabilnost preoblikovalnih procesov, vplive raztrosa materialnih lastnosti in geometrijskih parametrov v industrijskih okoljih ter optimizacijo obstoječih in novih preoblikovalnih postopkov.

Ventil: V Vašem času so bili za uspešno delo učitelja v visokem šolstvu pomembni predvsem delo s študenti, izdani učbeniki, uspešno sodelovanje z industrijo. Profesori ste se največ posvečali delu na fakulteti. Sedaj so osnovni pogoji napredovanja visokošolskih učiteljev predvsem število člankov v tujih revijah s faktorjem vpliva, pridobitev uspešnih finančnih projektov, profesor postaja v veliki meri menedžer, mnogi se v popoldanskem času ukvarjajo z neko pridobitveno dejavnostjo. Kaj menite o teh spremembah?

Prof. Gologranc: Če je danes tako, kot pravite, zagotovo ni v redu. Razumljivo je, da mora univerzitetni učitelj biti ne le na tekočem v svoji stroki, ampak mora sam prispevati k njenemu razvoju in napredku, kar lahko danes dokaže – kot vemo – na več načinov. Ne gre pa prezreti, da je osnovno poslanstvo univerzitetnih pedagoških delavcev predvsem učiti in vzgajati mlade za samostojno in kreativno strokovno delo in da ni dovolj, če so le nekaj ur na teden posredno v stiku z množico študentov.

Prepričan sem, da število ambicioznih, pridnih in sposobnih študentov danes ni nič manjše kot pred mnogimi leti, le da se tudi ti kaj hitro prilagodijo navadam in interesom veliko številnejših povprečnežev. Te pa bi bilo treba ves dan držati na vajetih, le tako bi jih lahko čim prej pripeljali do diplome. A za to danes ni pogojev ali recepta, morda pa tudi ne volje. Globalizacija zanesljivo ne bo rešila problemov, ki jih je sama generirala. Vse je v rokah zakonodaje in njene interpretacije, o morali in drugih vrednotah pa lahko danes samo pridigamo.

Ventil: Kakšno je vaše mnenje o današnjem tempu življenja, o neprestanem pehanju za oblast, čim večjem

zaslužku, neprestanem hlastanju po luksuznih, nepotrebnih materialnih dobrinah, pri tem pa je šestina ljudi na svetu podhranjenih?

Prof. Gologranc: Navedli ste vrsto negativnih pojavov današnjih dni, ki skrbijo predvsem nas stare in katerih posledice čutimo morda bolj ali drugače kot mladi. Vendar se tudi mnogi med slednjimi bojijo prihodnosti, odrivajo pa misel na to, da bi morali zanjo že sedaj sami več storiti, da je rešitev ne le v njihovih rokah, ampak predvsem v njihovi glavi.

Vsi ti pojavi pa niso povsem novi, le oblika, dimenzije in hitrost, s katero se širijo, so drugačne.

Z določenim hrepenenjem po oblasti je narava obdarovala vsa živa bitja. Človek se ga ne bo nikoli znal in mogoče znebiti. Hlastanje po materialnih dobrinah je – če ni prirojeno – ponujeno. Pred 70 leti sem hodil v šole peš, nisem pogrešal avtomobila, televizije, mobitela in ne računalnika, ne dopusta in dragih potovanj po svetu. Vse to je izumil in si izmislil človek, ki se tem dobrinam in poželjenju po njih ne bo več odpovedal. Da je pri tem – hote ali nehote – ignoriral naravo in spregledal posledice, je tudi človeško. Tudi to, da imajo eni preveč, drugi premalo, tretji pa nič. Ni pa narobe, če si na vprašanje zakaj človek odgovori sam.

Spoštovani prof. Gologranc, najlepša hvala za odgovore. Ob praznovanju 90-letnice rojstva Vam uredništvo, bralci revije Ventil, kolegi iz LaP-a in ostali želimo še naprej predvsem čilo in zdravo življenje!

*Izr. prof. dr. Zlatko Kampuš
Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo*



Laboratorij za preoblikovanje



NAJAVLJAJO
posvet



AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2010 – ASM '10

v četrtek, 18. 11. 2010, od 9.00 do 17.00 ure
v prostorih GZS, Dimičeva ulica 13, Ljubljana.

Več o prireditvi najdete na spletni strani www.posvet-asm.si

Prijave sprejemamo na elektronski naslov: asm.lasim@fs.uni-lj.si ali miha.debevec@fs.uni-lj.si ter
fax: (01) 47 71 434.

Program posveta

Pozdravni nagovori

Aktualne razmere - kako naprej?, Janja Petkovšek,
Združenje kovinske industrije, GZS

FESTO - pravi partner na področju avtomatizacije
Bogdan Opaškar, FESTO d.o.o. LJUBLJANA

Avtomatizirana strega in montaža - pregled in trendi,
Niko Heraković, UL, FS

AVTOMATIZACIJA Z ROBOTI

- Sodelovanje robotov – robotska celica za varjenje izpušnih sistemov za Mercedes AMG, Hubert Kosler, Damjan Širaj, Aljoša Zupanc, Motoman Robotec d.o.o., Ribnica
- Gibljivost robotskih sistemov pri obdelovalnih procesih, Simon Brezovnik, Miran Brezočnik, UM, FS
- Uporaba več osnih senzorjev sil in navorov v robotskih aplikacijah, Borut Povše, Darko Koritnik, DAX d.o.o., Trbovlje

POVEČANJE UČINKOVITOSTI STREŽNIH IN MONTAŽNIH PROCESOV I.

- Robotska strega varilnega robota, Tomaž Lasič, ABB d.o.o., Ljubljana
- Uporaba filozofije LCIA pri razvoju avtomata za montažo zvitkov, Janez Benedik, DTA44 d.o.o. BLED

- Uporaba naprednih industrijskih senzorjev v robotskih aplikacijah, Božidar Zajc, Sick d.o.o.
- Optimizacija procesa izdelave projekta, Peter Metlikovič, PTICA - Zavod za izobraževanje, raziskovanje in svetovanje, Kranj

POVEČANJE UČINKOVITOSTI STREŽNIH IN MONTAŽNIH PROCESOV II.

- Izboljšanje učinkovitosti in delovnih pogojev z avtomatizacijo notranjih pretokov v avtomobilski industriji, Robert Kastelic, Revoz d.d.
- ISO 9001 in kalibracija merilne opreme, Primož Hafner, Lotrič d.o.o.
- Razvoj strežne naprave za transport statorskih paketov, Mihael Debevec¹, Edo Adrovič¹, Janez Jakofčič², Peter Nemanič², Niko Heraković¹, ¹ - UL, FS; ² - Danfoss Compressors d.o.o.

PODJETJA PREDSTAVLJAJO - PRIMERI IZ PRAKSE

- Avtomatizacija v zaostrenih gospodarskih razmerah, Peter Skopec, Andrej Prosenec, Žiga Petrič, Tehna d.o.o., Ljubljana
- Transport in vgradnja ločnega podpora pri izgradnji jamskih prog s pomočjo podajalnika lokov PL08-PV, Simon Dobaj, Franjo Mazaj, Bogomir Trebičnik, Miran Skledar, Anton Kotnik, Iztok Navršnik, Premogovnik Velenje d.d.
- Optimizacija avtomatizacije procesa zalivanja statorja, Miha Tušek, Polycorn Škofja Loka d.o.o.

Generalni pokrovitelj:

Pokrovitelji:

DOZIRNA TEHNIKA IN AVTOMATIZACIJA d.o.o.

Sponzorji:



FC GROUP d.o.o.
Namenski stroji in naprave

MIEL OMRON
www.miel.si
Elektri in sistemi za industrijske avtomatizacije

Medijska pokrovitelja:



29. mednarodni sejem MOTEK pognal avtomatizacijo zopet v tek

Tomaž PERME

MOTEK in pridružena sejma BONDexpo in MICROSYS, ki so bili od 13. do 16. septembra v Stuttgartu, so zopet pognali v tek avtomatizacijo. 1075 razstavljalcev, porast mednarodne udeležbe in 31.019 strokovnih obiskovalcev iz 82 držav je po slabšem letu 2009 dober pokazatelj vzpona dejavnosti in poslovanja industrije, ki potrebujejo sisteme in rešitve na področju sestavljanja, rokovanja z materialom, avtomatizacije, tehnologij lepljenja in spajanja ter na področju mikrosistemov.

MOTEK je na svetu vodilna strokovna prireditev na področju avtomatizacije izdelave in sestavljanja, tehnik dodajanja in toka materiala ter izboljšav s sodobnimi tehnikami rokovanja in ravnanja z materialom. MOTEK je tako edini strokovni sejem, osredotočen na nekatera področja strojništva in avtomatizacije, ki lahko uporabnikom različnih velikosti na pomembnih industrijskih področjih omogočijo odločilno prednost na trgu. Z natančno 930 razstavljalci iz 23 držav je sejem MOTEK skoraj dosegel rekordno leto 2008. Če k temu prištejemo še 85 razstavljalcev iz sedmih držav na sejmu BONDexpo in 50 razstavljalcev na sejmu MICROSYS, je bilo tako skupaj 1075 razstavljalcev, ki so razstavljali na več kot 60.000 kvadratnih metrih razstavnih površin. Bolj pomembno od številke pa je dejstvo, da so bili s sejmom zadovoljni organizatorji in obiskovalci, pa tudi razstavljalci, saj sta bila obisk in vzdušje na sejmu po slabšem letu 2009 zopet zelo dobra.

Doc. dr. Tomaž Perme, univ. dipl. inž., DRP, Perme Tomaž, s. p., Zgornje Gorje

MOTEK je tudi edina strokovna prireditev, ki predstavi celovit pregled avtomatizacije – od sestavin in podsistemov do celotnih rešitev. Za strokovne obiskovalce je to vsekakor prednost, saj dobijo oblikovalci in uporabniki tako prepletene primere različnih področij uporabe. Skrivnost uspeha sejma MOTEK je dosledna osredotočenost na ciljne skupine, kot so avtomobilska industrija, strojegradnja, industrija bele tehnike, elektroindustrija, industrija elektronike, medicinske tehnike in sistemov za izrabo sončne energije, podjetja za predelavo kovin in umetnih mas ter njihovi dobavitelji.

Sejem je pomemben vir novosti

Sejem je za strokovnjake pomemben vir novosti in rešitev, da pa tudi dober vpogled v smeri razvoja nekega področja. Strokovno področje sejma je res obsežno, saj vključuje stroje, avtomate in naprave za sestavljanje, spajanje, razstavljanje, ravnanje z materialom oziroma za transport, prenos, urejanje, pozicioniranje, povezovanje in dodajanje, industrijske robote in ročna delovna mesta, pogonsko tehniko in tehniko zaznavanja, krmiljenje, nadzor, kontrolo in preizkušanje ter organiza-

cijske vidike načrtovanja, izdelave, vzdrževanja in tudi izobraževanja na področjih v proizvodnji, kjer se uporabljajo sestavine, sistemi rešitve ali storitve, povezane s sestavljanjem in ravnanjem z materialom. Poleg tega pa je bila ponudba s pridruženima sejmoma BONDexpo in MICROSYS primerno dopolnjena še s tehnologijami lepljenja in spajanja ter mikrosistemi.

Glavno spoznanje sejma je, da je obdobje ponudbe samih sestavin nedvomno preteklost. Danes se prodajajo znanje in izkušnje, ki so vgrajene v sisteme in rešitve, zato so se temu prilagodili tudi razstavljalci. Proizvajalcev robotov s svojim razstavnim prostorom skoraj ni bilo (samo podjetje Yaskawa). Robotov pa je bilo na sejmu toliko, da sami po sebi pravzaprav niti niso bili več zanimivi.





Sedemosni robot za prilagodljivo in učinkovito strego obdelovalnemu stroju

Zanimive pa so bile seveda uporabe, v katerih so nastopali.

Zelo podobno je bilo tudi s ponudniki računalniškega oziroma strojnega vida. Posebej je izstopalo le podjetje ISRA VISION, ki je edino od meni poznanih ponudnikov računalniškega vida nastopalo samostojno. Seveda je bilo videti samodejno vidno kontrolo in prepoznavanje predmetov z umetnim vidom v nešteto razstavljenih primerih avtomatiziranega sestavljanja in rokovanja s predmeti oziroma materialom. To je tudi razumljivo, saj je postal računalniški oziroma strojni vid eden od osnovnih in seveda nepogrešljivih delov mehatronskih sistemov. Vendar pa je tudi tu treba opozoriti in poudariti, da za zapletene in natančne vidne kontrole in meritve v proizvodnji niso dovolj le kamera in še nekaj programske in strojne opreme. Za to je treba predvsem dobro poznati procese, kar pa danes lahko dovolj dobro obvladajo le specialisti za neko industrijsko področje.

Naslednja pomembna značilnost sejma v primerjavi s stanjem pred trem leti je organiziranje proizvodnje.

Avtomatizaciji z roboti, avtomati, samodejnim strojnim vidom in drugimi sestavinami ter podsistemi za transport in samodejno rokovanje z materialom so se pridružili oprema in sistemi za učinkovito organiziranje, oblikovanje in ureditev ročnih delovnih mest in sistemov po načelu vitkosti. Med njimi je že pred tremi leti izstopala LeanFactory (vitka tovarna). Pod njeno blagovno znamko je bilo letos združenih že 12 podjetij, ki po-

nujajo različne tehnologije in rešitve za organiziranje dela po načelih vitke proizvodnje. Razstavljalcev tovrstne opreme je bilo resnično veliko. Prav vsak ponudnik profilov in opreme za ročno delo je imel na razstavnem prostoru vsaj eno ročno delovno mesto z vso potrebno opremo.

Na tem področju, pa tudi na splošno, sem zelo pogrešal ponudbo računalniške podpore organiziranju in načrtovanju. Tudi drugače je bil med razstavljalci samo en ponudnik programske opreme za CAD. Največje in do sedaj najnaprednejše podjetje na področju profilov, paletnih transportnih sistemov in linearne tehnike pa je priznalo, da načrti o računalniškem prostorskem oblikovanju rešitve, ki bi omogočala vsaj animacijo, če ne že tudi simulacijo, ostajajo do nadaljnjega neuresničeni. Stvar je očitno preveč zapletena, načrtovalci in kupci rešitev pa to tudi niso pripravljani plačati. Zato je ostal slab občutek, da so znanje in izkušnje uporabnikov vsaj na področju vitkosti v drugem planu, saj so organizacija in načrtovanje ter s tem učinkovitost in uspešnost uvedbe tovrstnih sistemov v podjetja krepko v rokah ponudnikov različne vitke opreme.

Inovativne rešitve

Nekateri razstavljalci so imeli tudi zelo inovativne rešitve. Med njimi je vsekakor podjetje Strasser, ki je razvilo poseben mehanizem za hitro



Sistemi vidne kontrole kakovosti podjetja ISRA VISION

mehansko zaustavitev gibanja vrat ali drugih mehanskih varoval pred posegom delavca v delovno območje stroja. Posebnost mehanizma je popolnoma mehanska zaustavitev, ki pa pri sprostitvi omogoča takojšnje nadaljevanje gibanja. Gibanje je izvedeno s pnevmatičnim linearnim vodilom podjetja Festo. Z njim so razvili tudi poseben krmilni ventilski blok, ki omogoča delovanje sistema po zamislih in zahtevah podjetja Strasser. Z izdelkom so na trgu dosegli že velik uspeh, saj sta varnost in učinkovitost sistemov v industriji zelo pomembni.

Med ponudniki novosti je tudi podjetje LP Montagetechnik GmbH (In-Systems), ki je predstavilo kar dve zanimivi rešitvi. Prva je organizacija delovnega mesta po načelu toka materiala kos po kos (*one piece flow*) z nosilcem za več izdelkov. Druga novost pa je posebna omara s policami za zabojčke s sestavnimi deli, ki ima elektromehansko dviganje in spuščanje polic (vseh naenkrat). Slednjo je razvila skupina podjetij v sodelovanju z inštitutom z univerze in je bila v delujočem stanju prvič predstavljena prav na tem sejmu.

Zelo zanimiva je rešitev podjetja Sarissa GmbH, ki je razvilo poseben sistem, ki s tremi ultrazvočnimi sprejemniki sledi oddajniku in je namenjen sledenju, usmerjanju dela delavca in nadzoru poteka dela. Zanimivost so bili tudi LCD-zasloni na delovnih mestih, ki nadomeščajo navodila za delo. Vsekakor so bolj priročni kot običajna navodila na papirju, pa tudi bolj uporabni, saj



Vitka tovarna z vsemi potrebnimi sestavinami in informacijsko podporo na enem mestu



Ponudniki profilov in povezovalnih delov imajo v svoji ponudbi tudi celovite rešitve za opremo delovnih mest v proizvodnji



Poseben mehanizem za hitro ustavitev gibanja vrat podjetja Strasser omogoča hitro zapiranje s pnevmatiko podjetja Festo



Prostorsko sledenje gibom s sistemom LPS (local positioning system) podjetja Sarissa



Razstavni prostor podjetja Lipro iz Kopra



Blagovna znamka Unimotion podjetja Hypex iz Lesc

lahko pokažejo tudi animacijo ali film poteka dela ter prostorsko predstavitev izdelka in sestavnih delov z več pogledov. V povezavi z ustrežno programsko opremo lahko delavec dobiva na zaslonu poleg navodil tudi usmeritve za delo.

Med novosti lahko uvrstimo tudi prijemala nekaterih ponudnikov tovrstne opreme. Podjetje Fipa je na primer predstavilo celotno paleto miniaturnih prijemalnih klešč, pa tudi povsem novo vakuumsko prijemalo za prijetje izdelkov z zahtevnejšimi površinami in večjo maso. Na sejmu je bilo še veliko drugih zanimivosti, pa tudi novosti in rešitev, ki bi si zaslužile omembo in za katere je že sedaj veliko zanimanja v industriji, čeprav njihova uporaba vsaj v našem okolju še ni prav pogosta. Med njimi so vsekakor samodejno vodeni vozički in viličarji. Nedvomno je bilo manj razstavljalcev s to ponudbo kot pa z raznimi tekočimi trakovi, paletnimi transportnimi sistemi, sistemi za transport zabojev in palet ter samoganimi čolniki za prenos izdelkov med delovnimi mesti. Vendar pa je stanje tehnike na področju vodenja in zaznaval že tako razvito, da omogoča cenovno ugodne in zanesljive rešitve samodejnega vodenja vozila po označeni poti.

Slovenska udeležba na sejmu

Na sejmu sta razstavljali tudi dve slovenski podjetji. Podjetje Lipro iz Kopra se je predstavilo z lastnim programom aluminijastih profilov in veznih elementov, transporterjev in paletnih transportnih linij. Podjetja Hypex iz

Lesc pa je predstavilo predvsem linearne module lastne proizvodnje, ki jih združujejo pod blagovno znamko *Unimotion*. Obojim je glavni motiv sodelovanja na sejmu MOTEK predstavitev in prodor na tuje trge.

Arena inovacij – torišče inoviranja na sejmu MOTEK 2010

Torišče inoviranja (angl. *Arena of Innovation*) je ime skupnega projekta kompetenčne mreže za mehatroniko (Kompetenznetzwerks Mechatronik BW e. V.) Fraunhoferjevega inštituta za proizvodno tehniko in avtomatizacijo (IPA), podpore gospodarstvu na območju Stuttgarta (Wirtschaftsförderung Region Stuttgart) in podjetja P. E. Schall GmbH, ki organizira sejem MOTEK. Predstavniki omenjenih organizacij ugotavljajo, da je

Nemčija še vedno svetovni rekorder pri patentih, vendar jo druge države že dohitevajo. Zato ne potrebujejo le nasvetov za povečanje trgovanja in poslovanja, temveč prave ideje. Sicer prave ideje so, vendar se pogosto zdi, da nekaj manjka – naj bo to miselna spodbuda od zunaj, podporno okolje ali pa denar. Kljub čudoviti raziskovalni pokrajini v Nemčiji ni enostavno prenesti ideje v življenje. Ideje ne potrebujejo samo financiranja, temveč tudi podjetja, ki jih spremenijo v tržno uspešne izdelke ali storitve.

Organizatorji torišča idej so izmed prispelih prijav na razpis izbrali štiri zamisli, za katere so oblikovali delovne skupine in jih na sejmu razvijali v uporabne rešitve. Med zamislimi so bile visokoobčutljivo večročno sestavljanje, avtomatizirano odpiranje vrat za invalidske vozičke, učinkovitost



Tok materiala po načelu kos po kos z nosilcem za več izdelkov. V ozadju omara z dvignimi policami za prilagoditev višine za jemanje iz zabojev na policah.

izrabe virov v alternativnih pogonih, kot so elektromotorji, in voziček za pregled in vzdrževanje toboganov v zabaviščnih parkih. Zadnji dan sejma so sodelujoči, med katerimi so bili študentje, pa tudi inženirji iz industrije in razvijalci, predstavili svoje rezultate. Arena inovacij je, čeprav so jo organizirali brez zunanje finančne podpore, zelo dobro uspela. Za naslednje leto pa so že dobili obljubo o podpori podjetij Festo in Daimler, pa seveda organizator sejma MOTEK, podjetje P. E. Schall, ki bo tako kot letos poskrbelo za prostor in medijsko podporo.

Sklep

Sejem je ponudil veliko novosti, zamisli in konkretnih rešitev za organiziranje in izvedbo sestavljanja, rokovanja z materialom in avtomatizacijo proizvodnih in logističnih procesov. Sejem je tudi dokaz, da ni moč vsega učinkovito in uspešno avtomatizirati. Pomemben del predstavitev razstav-



Arena inovacij

ljavcev je namreč nagovarjal uporabnike in strokovnjake, ki se ukvarjajo z organizacijo in izvedbo ročnega dela. Zapis lahko zaključim z ugotovitvijo, da je bilo na sejmu vse in za vsakega nekaj, od uporabnikov pa je

sedaj odvisno, kako bodo to prenesli v prakso. Vsaj do naslednjega oglada že tridesetega sejma MOTEK, ki bo od 10. do 13. oktobra 2011, zopet v sodelovanju s sejmom BONDexpo in petim sejmom MICROSYS.

SERVO VENTILI, PROPORCIONALNI VENTILI IN RADIALNO-BATNE ČRPALKE

MOOG

Zakaj radialno-batne visokotlačne črpalke MOOG?

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

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

Moogovi servo ventili, proporcionalni ventili in radialno-batne črpalke so sestavni deli najboljših hidravličnih sistemov.
Brez njih si ne moremo zamisliti delovanje strojev za brizganje plastike in aluminija, strojev za oblikovanje v železarnah in lesni industriji, v letalih in napravah za simulacijo vožnje.

Orbitalni hidromotorji, z zavoro ali z dodatnimi blok ventili

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

Vsak dan proizvedemo za poln prtljažnik tečajev prtljažnika



Izdelek: tečaj pokrova za prtljažnik pri avtomobilih Audi A4 in Q5
Izdelava z roboti Motoman: varjenje, strega in 100% kontrola kakovosti zvara
Material: jeklo S355MC
Število zvarov na enem kosu : 4
Zmogljivost robotske celice: 4234 kosov/dan
Povprečen čas cikla izdelave: 18 sek./kos



Izboljšati produktivnost podjetja ne pomeni nič drugega kot narediti več, bolje in v krajšem času. Ne glede na to, v kateri panogi delujete, vam bo avtomatizacija v vsakem primeru zagotovila prihranek časa in sredstev.

V Motomanu bomo skupaj z vami oblikovali rešitve, prirojene specifikam vaše panoge in podjetja. Zagotovili bomo popolno podporo projekta robotizacije, od planiranja in implementacije do servisiranja in izobraževanja.

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

 **YASKAWA**
MOTOMAN

www.motoman.si

43. MOS – Mednarodni obrtni sejem v Celju

Že tradicionalni Mednarodni obrtni sejem v Celju je letos potekal od 8. do 15. septembra. Kljub nekaj slabšemu obisku kot v preteklem letu (skoraj 11 %) je bilo obiskovalcev vseeno okoli 150.000. Ob predstavnikih organizatorja in številnih gostih je sejem odprl predsednik vlade Boris Pahor. Sejem so obiskali vsi za področje obrti in malega gospodarstva pomembni ministri. Sejem je gostil tudi številne uradne delegacije iz tujine, med njimi indijsko, indonezijsko, katarsko idr.



Utrinek s svečane otvoritve sejma

Po obsegu je bil letošnji sejem podoben tistim v zadnjih letih z okoli 1 700 razstavljalci iz več kot 30 držav. Na več kot 65 000 m² razstavnih površin v šestih stalnih, okoli desetih montažnih dvoranah ter odprtih prostorih so razstavljalci predstavljali značilne komercialne obrtne izdelke. Pretežni del sejma pa je bil namenjen novim, tudi zelo inovativnim izdelkom in storitvam. Osnovni namen razstavljalcev se je v zadnjih desetih letih popolnoma spremenil iz vsakdanje povsem prodajne usmeritve v predvsem promocijsko predstavitev novih izdelkov, tehnologij in široki javnosti namenjenih storitev. Na temelju raziskave so strokovno vodstvo sejma, direktorica družbe Celjski sejem Breda Obrez Preskar, enako kot Obrtna zbornica Slovenije, na čelu s predsednikom Štefanom Pavlinjekom, letošnjo prirediteljevalce ocenili kot zelo uspešno. Preko 80 % razstavljalcev je v okviru ankete izjavilo, da tudi v prihodnje načrtujejo sodelovanje na sejmu

Ob sejmu je bilo organiziranih okoli sto različnih strokovnih srečanj z zanimivo izmenjavo izkušenj med predstavniki obrti in malega gospodarstva in vladnimi inštitucijami ter splošno gospodarsko in akademsko sfero. Poudarki na strokovnih srečanjih so bili podobni kot na razstavljalškem delu sejma:

- splošna problematika sodelovanja med obrtjo in malim gospodarstvom ter gospodarstvom, državnimi institucijami in akademsko sfero,
- varčevanje z energijo s poudarkom na ustrezni gradnji stanovanjskih in drugih objektov,
- pridobivanje energije iz obnovljivih virov, povezano s fotovoltaike, toplotnimi črpalkami, biomaso ter biogorivi ipd.,
- nova gradiva in toplotna izolacija,
- varčevanje z energijo pri industrijskih strojih in napravah,
- računalništvo in informacijska tehnologija v obrtnih in majhnih podjetjih,
- prihajajoča nanotehnologija itd.

Poleg posameznih obrti in malih podjetij so se na sejmu zelo vidno in nazorno predstavila vsa regijska združenja in zbornice ter strokovne sekcije. Pri tem je posebno uspešno nastopila tudi *Sekcija elektrotehnikov in mehatronikov pri Obrtno podjetniški zbornici Slovenije* z nekaj zanimivimi inovacijami na področju elektronike ter prizadevanji pri uvajanju nanotehnologije, za kar je prejela zlato sejmsko priznanje. (Glej tudi: Pogovor z Janezom Škrlecem, predsednikom Odbora za znanost in tehnolo-

gijo pri OZS ... – Ventil 16(2010)4 – str. 306.)

V okviru sejma so bila za uspešne nastope in prikaze podeljena številna priznanja. Med temi je sejem podelil osem priznanj – po dve zlata, srebrni in bronasti ter dve posebni priznanji. Mestna občina Celje je podelila tri občinska in eno posebno priznanje. OZS pa tri zlata, štiri srebrna in šest bronastih cehovskih in eno posebno priznanje. Poleg teh so številni razstavljalci prejeli posebna priznanja za posamezne izdelke in inovacije.

Poleg že omenjenih številnih strokovnih prireditev je omembe vredna novost letošnjega sejma svetovalnica Energija doma, ki sta jo skupaj pripravila Celjski sejem in spletna skupnost Energija doma.

Z vidika vprašanj in vsebin, ki jih obravnava naša revija, to so: fluidna tehnika, avtomatizacija in mehatronika, moramo poudariti splošno ugotovitev, da skoraj ni orodja, strojev in pomožnih naprav, ki so bili predstavljeni na sejmu, brez ožje ali širše uporabe mehatronike in avtomatizacije, hidravlike in/ali pnevmatike. To velja tudi za stroje, orodja in opremo na skoraj vseh področjih obrti in malega podjetništva. Zato je tudi poseb



Razstavní prostor Sekcije elektronikov in mehatronikov

nih razstavljalcev, izdelovalcev in ponudnikov, izključno hidravličnih, pnevmatičnih ali ozko mehatronskih sestavin bilo zelo malo. Izjeme so bili ponudniki gibkih cevi in cevni priključkov, tesnil in hidravličnih tekočin skupaj z mazivi.

Naj sklenemo z ugotovitvijo, da je MOS postal resnično mednarodna prireditel širšega pomena za obravnavana področja in da zato lahko že sedaj z zanimanjem pričakujemo 44. MOS, upamo, da v razmerah ponovne rasti našega gospodarstva.

*Anton Stušek,
uredništvo revije Ventil*

Konferenca SEMTO 2010: Senzorji in aktuatorji

20. in 21. oktobra 2010 je na Institutu »Jožef Stefan« potekala Konferenca SEMTO 2010: Senzorji in aktuatorji, na kateri so se dva dni srečevali raziskovalci, razvijalci, gospodarstveniki in podjetniki. Poleg izmenjave znanj, mnenj in izkušenj so obiskovalci stkali tudi nova poznanstva, ki pogosto pomenijo začetek uspešnega sodelovanja na področju razvoja izdelkov in tehnologij.

Konferenco je organiziral **Tehnološki center SEMTO** v sodelovanju s **Centrom odličnosti NAMASTE** in **Društvom MI-DEM**. Udeleženci so lahko prisluhnili 23 domačim in tujim strokovnjakom, ki se ukvarjajo z različnimi področji senzorjev in aktuatorjev. Na dogodku so predstavili številne tematske sklope: o vrstah senzorjev in aktuatorjev, o tehnologijah in stopnjah integraci-

je senzorjev in aktuatorjev ter področja njihove uporabe. Med vabljenimi predavatelji so bili prof. dr. Ralf Moos iz Bayreuthske univerze, dr. Volker Kempe iz podjetja SensorDynamics, prof. dr. Igor Mekjavič iz Instituta »Jožef Stefan« in prof. dr. Denis Đonlagić iz FERI Maribor.



Predsedujoča konference prof. dr. Karija Kosec z Instituta »Jožef Stefan«

Z organizacijo konference je TC SEMTO le še potrdil svojo vlogo pri povezovanju znanstvenih inštitucij, raziskovalnih organizacij in fakultet z industrijo. Princip sodelovanja, ki temelji na odgovornem partnerstvu in ki ga razvija Tehnološki center, se na takih dogodkih uveljavlja in krepi.

Povzetki predavanj in prispevki bodo objavljeni na spletni strani TC SEMTO: www.semto.si.

Nataša Robežnik, Tehnološki center SEMTO

Foto: Marjan Smerke

Zlato priznanje Celjskega sejma Sekciji elektronikov in mehatronikov

Sekcija elektronikov in mehatronikov pri OZS, ki jo vodi Janez Škrlec, je na največjem mednarodnem sejmu MOS 2010 prejela zlato priznanje Celjskega sejma, in sicer za celovito predstavitev novih tehnologij s področja elektronike, mehatronike, avtomatike, robotike, informacijsko-komunikacijskih tehnologij (IKT) in nanotehnologij. Priznanje je bilo podeljeno na podlagi večletnega truda njenega vodstva in njenih članov ter povezovanja sekcije s šolami, šolskimi centri, fakultetami, univerzami in znanstveno-raziskovalnimi inštituti.



Zlato priznanje v rokah predsednika sekcije Janeza Škrleca in sekretarja sekcije Rudija Wostnerja



Merimo za prihodnost
We Measure the Future

www.lotric.si

LABORATORIJ ZA
LOTRIČ[®]
MERO SLOVJE

OVERITVE

KALIBRACIJE

KONTROLE

PRODAJA

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

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

DOBRA VAGA V NEBEŠA POMAGA

Na sejmu MOS 2010 se je sekcijska predstavila celovito predstavila skupaj s svojimi partnerji in medijskimi pokrovitelji (Institut Jožef Stefan, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, Šolski center Ptuj, VSŠ ŠC Ptuj, TŠC Kranj, ŠC Velenje, Kemijski inštitut v Ljubljani, SERŠ Maribor, podjetje Audiologs iz Maribora, Gorosan iz Domžal, PS iz Logatca, Miel Elektronika iz Velenja, revije IRT

3000, Ventil, Avtomatika, Svet elektronike, Obrtnik in drugi).

Zlato priznanje je sekciji podelil Celjski sejem, d. d. Priznanje potrjuje izjemen tehnološki razvoj sekcije na številnih področjih in odlično povezovanje gospodarstva in znanosti ter šolske in akademske sfere. Na sejmski predstavitvi je bil prikazan tudi projekt EnergyHub oz. energetska tehnološka vozlišča. Strokovno in vsebinsko predstavitev zahtevnih tehnologij je podprl Odbor za znanost in tehnologijo pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije.

OZS – Sekcija elektronikov in mehatronikov ter Odbor za znanost in tehnologijo

VENTIL
REVija 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

6. Nanotehnoški dan na GR v Ljubljani

6. Nanotehnoški dan bo ostal v spominu kot eden najodmevnejših strokovnih dogodkov OZS predvsem zaradi izjemnih strokovnih tem in odlične izbire predavateljev. Dogodek je organiziral **Odbor za znanost in tehnologijo** pri Obrtnopodjetniški zbornici Slovenije, ki ga vodi **Janez Škrlec**. Ta je dogodek tudi moderiral in izbral strokovne vsebine ter predavatelje. Uvodni nagovor so imeli: direktor Instituta Jožef Stefan **prof. dr. Jadran Lenarčič**, direktor direktorata za tehnologijo MVZT **dr. Aleš Mihelič** in predsednik skupščine OZS **Štefan Pavlinjek**.



Nagovor prof. dr. Jadrana Lenarčiča

Dogodka se je poleg številnih uglednih gostov udeležil tudi predsednik Sveta za znanost in tehnologijo Republike Slovenije **prof. dr. Marko Jaklič**. Na prireditvi so bile predstavljene nanotehnologije na številnih področjih in v različnih oblikah. **Prof. dr. Boris Turk** je predstavil nanodelce in njihovo uporabo v medicini, bionanomaterialne in sintetične nanomaterialne v biomedicinskih aplikacijah, nadalje vpliv nanotehnologij na zdravje in okolje ter doziranje zdravilnih učinkovin v obolenih celicah (oblike raka in tumorjev) in učinkovito detekcijo in diagnostiko ter markiranje rakastih celic.

Prof. dr. Metka Filipič iz Nacionalnega inštituta za biologijo je predstavila uporabo nanomaterialov v živilih, klasifikacijo EFSA (European Food Safety Administration), pametno embalažo za živila z bionanosenzorji, dostavne sisteme za prehranske dodatke, uporabo in izdelavo nanosestavin, nanoaditivov in drugo. **Prof. dr. Igor Muševič** iz Instituta Jožef Stefan je predstavil izjemno hitro se razvijajočo znanost fotoniko na poti v nanotehnologijo. Predstavil je širjenje svetlobe po optičnih vlaknih, pomen fotonskega kristala, plazmone in nanooptiko, pomen in razvoj fotonskih resonatorjev in 3D-mikrolaserjev. Dosežki prof. Muševiča in

njegovih sodelavcev iz Instituta Jožef Stefan so namreč evidentni v najbolj elitnih znanstvenih revijah, kot je Nature Photonics. **Prof. dr. Roman Jerala** iz Kemijskega inštituta v Ljubljani je predstavil fascinante bionanomaterialne in bionanostrukture in izjemen pomen sintezne biologije, spremljanje obstoječih bioloških sistemov in rekonstrukcijo novih, DNK-module kot navodilo za izvajanje celičnega programa in področje kemijske sinteze genov. Nadalje je slikovito prikazal uporabo celic za procesiranje informacij, sinhrono bakterijsko uro, bakterijski števec, virusne senzorje na osnovi dimerizacije, sestavo sintetičnega cepiva, DNK-cepivo, uporabo DNK za pripravo nanometrskih tranzistorjev, sestavljanje proteinske mreže, pomen nanokocke, sestavljene iz petidov, in široko paleto aplikacij bionanomaterialov. Profesor Jerala je dobitnik številnih visokih mednarodnih priznanj, ki jih je dobil skupaj s svojimi študenti in raziskovalci. **Doc. dr. Iztok Kramberger** s Fakultete za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Univerza Maribor, je predstavil elektronska nanočutila, nevrološke vmesnike, inteligentne pripomočke za invalide (elektronsko sledenje premikov oči), možganske vmesnike, nanomagnetometre, koleracijsko učenje s pomočjo memristorja, medcelične povezave kot simulacijo sinaptičnih

povezav. Zahtevno strokovno gradivo je pomagal pripraviti Janez Škrlec, inženir mehatronike, predsednik odbora OZT in član Sveta za znanost in tehnologijo RS. **Mag. Karmen Krajnc** iz Urada RS za kemikalije je predstavila področje zakonske ureditve proizvedenih nanomaterialov, aktivnosti OECD na tem področju, aktivnosti EU in številne uredbe, ki se bodo nanašale na uporabo nanomaterialov v kozmetiki, in pripravo strategije za proizvodene nanomaterialne. 6. Nanotehnoški dan je bil vsestransko uspešen dogodek in več kot 200 udeležencev iz gospodarstva, šolske, akademske in znanstvene sfere potrjuje dejstvo, da je Odbor za znanost in tehnologijo pri OZS pomemben člen v povezovanju gospodarstva in znanosti, pri prenosu visokih in aktualnih tehnologij iz znanstvene sfere v mala in še zlasti mikropodjetja. Pomen teh aktivnosti, nanotehnologij in nanoznanosti v naši družbi in gospodarstvu je v svojem nagovoru posebej izpostavil tudi direktor direktorata za tehnologijo MVZT dr. Aleš Mihelič. Nikakor pa seveda ne smemo zanemariti dejstva, da je generalni pokrovitelj 6. Nanotehnoškega dne bilo samo Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo Republike Slovenije, ki je temu dogodku posvetilo posebno pozornost.

Odbor za znanost in tehnologijo pri OZS

XLAB podpira delovanje neprofitnih organizacij

Pridružen član Tehnološkega parka Ljubljana je podaril licenco *ISL Online* neprofitni organizaciji *Mountain Rescue England and Wales*. Prostovoljna organizacija, ki rešuje življenje ljudem, ujetim v gorah in jamah, za svoje še bolj učinkovito delo potrebuje programska orodja za računalniško podporo in sodelovanje na daljavo.

XLAB je že v preteklosti podaril svoje licence *ISL Online* različnim dobrodelnim ali neprofitnim organizacijam. Nekatere med njimi so *SOS-Kinderdorf International* – Nemčija (pomoč zapuščenim in socialno ogroženim otrokom in družinam), *BullyingCanada* – Kanada (organizacija se bori proti nadlegovanju in nasilju med vrstniki) in *Women Are Dreamers Too* – ZDA (pomoč žrtvam domačega nasilja).



XLAB je s podaritvijo brezplačne licence in tehnične podpore organizaciji *Mountain Rescue England and Wales* omogočil, da se IT-tehniki s pomočjo *ISL Light* v manj kot 30 sekundah povežejo s prostovoljci, ki imajo računalniške

težave, in pogledajo ter nadzirajo njihovo namizje. Obenem lahko to orodje služi tudi za trening oddaljenih uporabnikov določene programske opreme.

»Delo vodje oddelka komunikacij v *Mountain Rescue* opravljam prostovoljno poleg svoje redne zaposlitve, hkrati pa želim nameniti čas tudi svoji družini. Z uporabo *ISL Online* orodij uspešnem kljub polnem urniku hitro in zanesljivo nuditi podporo kolegom, zato so ta postala nepogrešljiv pripomoček pri mojem vsakdanjem delu,« je povedal Mark Lewis, vodja oddelka za komunikacije.

ISL Light je del družine *ISL Online*, ki vključuje 4 rešitve za spletno komunikacijo. Člani *Mountain Rescue* premagujejo razdalje tudi z *ISL Groop*, ki jim omogoča spletne sestanke. Izdelke *ISL Online* lahko vsakdo brezplačno preizkusi na www.islonline.com.

www.xlab.si

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

Hišni sejem robotike STÄUBLI sreda, 1. 12. 2010

- Predstavitev možnosti uporabe in konkurenčnih prednosti robotike STÄUBLI
- Praktičen prikaz delovanja razstavnih celic



STÄUBLI
www.staubli.com

Dan robotike Stäubli - Domel, sreda, 1. 12. 2010

Od leta 2008, ko smo v našem podjetju prvič organizirali predstavitev robotike *Stäubli*, je svet zajela huda gospodarska kriza. Pomanjkanje denarja in kreditov za različne projekte je pripeljalo do zaustavitve investicij. Vendar je prav v teh kriznih časih pomembno, da razvoj ne zastane, kajti izguba stika z najsodobnejšimi tehnologijami na koncu rezultira v zmanjšanju konkurenčnosti. Potrebno je na novo pregledati in optimizirati proizvodne procese. Ključ za višjo produktivnost, fleksibilnost, zanesljivost pa je gotovo avtomatizacija. Roboti in robotske celice, z integriranim robotskim vidom ali brez njega, tako postajajo pravilo in ne več izjema. Njihova uporaba, v primerjavi s klasičnim načinom montaže, omogoča tudi do 25-odstotno povečanje produktivnosti. Nezanemarljivo pa je tudi dejstvo, da je v primeru prehoda na drugačen izdelek oziroma njegovo izpeljanko v grobem potrebno le reprogramiranje robota. S tem je zagotovljena njihova splošna uporabnost, neodvisnost od življenjske dobe izdelka in relativno kratki časi uvajanja, nastavljanja in menjav.

Temu trendu sledi tudi nemški proizvajalec robotov *Stäubli*. Prepriča z inovativnimi, energijsko



učinkovitimi, visokozmogljivimi rešitvami. Uporabne so v vseh industrijskih panogah in proizvodnih procesih. V zadnjem času je *Stäubli* trgu ponudil kar nekaj novosti, ki omogočajo doseganje vseh navedenih zahtev. Med najpomembnejše inovativne dosežke zadnjega obdobja lahko štejemo sledeče proizvode:

- Nova serija ultrahitrih **štiriosnih robotov SCARA: TS40, TS60 in TS80**, ki zamenjujejo serijo štiriosnih robotov RS, je primerna za uporabnike, ki pri izbiri robota dajejo velik poudarek kratkemu času taktov in visoki natančnosti. V eni minuti namreč lahko doseže do 100 točk.
- **TX200** – nov proizvod med šestosnimi roboti dopolnjuje prostor v območju nosilnosti od 60 do 130 kg. Maksimalen doseg robota je 2594 mm, natančnost ponovljivosti gibanja 0,06 mm. Kljub svoji velikosti omogoča natančno izvajanje operacij tudi pri največjih hitrostih in je uporaben v vseh proizvodnih procesih: posluževanje, montaža, obdelava ...
- **TXPaint250** je inovativen proizvod na področju uporabe robotike v procesih lakiranja. Odlikujejo ga odlična kontrola procesa, hitra menjava barv in minimalna poraba energije. Svojo učinkovitost dokazuje s tehničnimi parametri: doseg 2550 mm, hitrost pomika 1500 mm/sek., maksimalna nosilnost 10 kg. S pomočjo programske opreme PaintiXen je oskrbovanje robota zelo enostavno.
- Specialna izvedba robota **TX90 HE-verzija 2** omogoča njegovo delovanje v proizvodnih okoljih z visoko vsebnostjo vlage ali tam, kjer zaradi zahtev de-



lovnega procesa robot deluje dobesedno v vodi. Pri dosegu 1000 mm je njegova nosilnost 7 kg.

Vse to in še več vam bomo predstavili na hišnem sejmu robotike *Stäubli*, ki ga v Domelu organiziramo v sredo, 1. 12. 2010. Poleg predstavitve vseh novosti iz programa proizvodov *Stäubli* bo poudarek na temi robotizacija industrijskih procesov lakiranja. To vam bodo najprej predstavili teoretično. Predavanje bo v angleškem jeziku. Predaval bo predstavnik podjetja *Stäubli*, zagotovljen bo prevod. Praktičen prikaz delovanja bo izveden preko štirih delujočih robotskih celic. Osnove rokovanja in programiranja robotov *Stäubli* pa boste lahko preizkusili na demorobotski celici Domela.

Vabimo vas, da se predstavitve udeležite in spoznate prednosti robotskih sistemov *Stäubli*.

Informacije: brane.cencic@domel.si, g. Brane Čenčič, mobilni telefon: 041 747 536

Preactor International ponuja brezplačno rešitev za razvrščanje opravil

Preactor International, vodilni svetovni ponudnik programske opreme s področja planiranja in razvrščanja opravil, je objavil izid njihove osnovne rešitve, poimenovane Preactor Express. Z namenom, da bi bil tudi manjšim podjetjem omogočen dostop do funkcionalnosti in fleksibilnosti naslednje generacije vodilnega produkta za planiranje in razvrščanje, je Preactor Express osnovan na novem Preactorju 11 in bo popolnoma brezplačen.



Express komentiral z besedami: »Preactor, katerega družino rešitev uporablja več kot 3000 podjetij po celem svetu, je postal sinonim za odličnost pri planiranju in razvrščanju na vseh nivojih, zato mnoga podjetja pomislijo na Preactor, ko razmišljajo o razvrščanju. Naša nova osnovna rešitev Preactor Express nudi priznano tehnologijo tudi manjšim podjetjem, ki se že zgodovinsko zanašajo na razpredelnice in zastarele aplikacije za planiranje.«

Mike Novels, generalni direktor podjetja Preactor International, je pomembnost odločitve za Preactor

Dodal je še: »Odločili smo se za strateško in inovativno odločitev, da bo

Preactor Express na voljo brezplačno, in tako omogočili uporabnikom prilagodljivost, vidljivost ter konkurenčno prednost, kar je še posebej pomembno sedaj, ko se spopadajo z izzivi in priložnostmi, ki se pojavljajo pri okrevanju po zadnji recesiji. Zaradi prilagodljivosti Preactorjeve družine izdelkov je na voljo tudi možnost nadgradnje. Sedaj lahko vsako podjetje ne glede na velikost ali proračun samo odkrije svetovno priznane prednosti, ki jih prinaša Preactor.«

Preactor Express bo še pred koncem leta na voljo na spletni strani www.preactor.com.

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

Evolucija je pogled v prihodnost z zaledjem tradicije.



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

ISKRA *ame*.si
Naboj za razvoj

ISL Online prodrl v ameriški oblak

ISL Online, britanska podružnica podjetja XLAB, d. o. o. – pridruženega člana Tehnološkega parka Ljubljana, je bila izbrana za eno izmed 12 najinovativnejših podjetij v Veliki Britaniji, ki nudijo storitve, temelječe na računalništvu v oblaku.

ISL Online se zato kot član delegacije britanske vladne organizacije *UK Trade & Investment* (UKTI) te dni mudi v Bostonu in Silicijevi dolini, kjer predstavlja lastno programsko opremo za dostopanje do oddaljenih računalnikov, podporo strankam na daljavo, spletne sestanke in pogovore v živo.

UKTI-jeva ekipa za IKT in njihovi ameriški sogovorniki v Bostonu in Silicijevi dolini organizirajo dogodek za promocijo tesnejših poslovnih stikov med vodilnimi britanskimi podjetji, ki delujejo na področju računalništva v oblaku, in njihovimi sorodnimi podjetji v ZDA. Med dvanajstimi najboljšimi britanskimi podjetji, ki se bodo do 17. 9. predstavljala v ameriških prestolnicah IKT-ja, je tudi britanska podružnica slovenskega podjetja XLAB, ISL On-

line. Predstavniki pridruženega člana Tehnološkega parka Ljubljana se bodo sestali z vodilnimi ameriški ponudniki IKT-opreme, ki prav tako ponujajo lastne rešitve v oblaku.

ISL Online ima skoraj 10 let izkušenj z razvojem storitev, ki temeljijo na računalništvu v oblaku. Oblikovali so lastno mrežo, ki zagotavlja nepresta-

ISL Online večinoma nudi lastno programsko opremo kot storitev (SaaS), in sicer kot letno naročnino. Kot edini ponudnik na trgu pa tudi omogoča stranki, da postavi lasten »omrežni oblak«, neodvisen od matičnega podjetja (strežniška licenca Premium). Stranka poveže dva ali več strežnikov v poslovno spletno komunikacijsko omrežje, ki podjetju zagotavlja nemoteno uporabo storitev ISL Online.



Programsko opremo ISL Online uporabljajo tako majhna in srednja podjetja kot tudi globalne korporacije. Uporabniki delujejo v različnih panogah, od računalniške, telekomunikacij, financ, bančništva do javnega sektorja. Med njimi so tudi svetovno priznana podjetja, kot so Konica Minolta, Canon, Intersport, Raiffeisen Bank in Daihatsu

Motors.

Več o izdelkih ISL Online si lahko preberete na spletni strani www.islonline.com, kjer lahko začnete z brezplačnim 15-dnevnim preskusom.

www.tp-lj.si

no dostopnost in stabilnost storitev za dostop do oddaljenega računalnika in spletno sestankovanje več kot 80.000 poslovnim uporabnikom po celem svetu. Omrežna arhitektura temelji na porazdeljeni bazi podatkov in vsebuje mehanizme za uravnoteženo geografsko porazdelitev sej. Delovanje omrežja je tako neodvisno od centralnega strežnika.



TEHNOLOŠKI PARK LJUBLJANA
01

t: 01 620 34 03
f: 01 620 34 09
e: info@tp-lj.si
www.tp-lj.si

Tehnološki park Ljubljana d.o.o.
Tehnološki park 19
SI-1000 Ljubljana

Kemijski inštitut v Ljubljani se predstavlja

Sodobna obrt in podjetništvo se vedno bolj zavedata pomena povezovanja gospodarstva in znanosti oz. vsaj morala bi se glede na težke ekonomske razmere v Sloveniji in možnosti za učinkovit prenos zanimivih in koristnih novih tehnologij iz znanstvenoraziskovalnih inštitutov in posameznih laboratorijev. *Odbor za znanost in tehnologijo* pri OZS bo postopoma, tudi s pomočjo revije *Obrtnik*, predstavil posamezne laboratorije Kemijskega inštituta v Ljubljani, ki bi po svoji organizaciji in vsebini lahko bili zanimivi tudi za mala in mikropodjetja. Ker je Kemijski inštitut izjemno velika znanstvena institucija, bomo predstavili le tiste laboratorije, ki bi lahko bili zanimivi za konkretno sodelovanje z obrtniki in podjetniki. Eden takšnih je laboratorij za analizo kemijo L-04, ki ga kot v. d. vodje laboratorija vodi *dr. Samo Hočevar*.

Glavni področji znanstvenoraziskovalne dejavnosti tega laboratorija sta analitika in kemijska karakterizacija materialov in procesov, ki obsegata študij in razvoj sodobnih analiznih metodologij in novih orodij/senzorjev za analizo sledov elementov in nekaterih spojin ter kemijsko speciacijo za pridobitev novih spoznanj za ustrezno reševanje problemov na področju okolja, (bio)medicinske, ozračja, industrije, forenzike, arheologije, agroživilstva idr. Znanstvenoraziskovalno delo poteka v okviru temeljnega raziskovalnega programa in več nacionalnih ter mednarodnih projektov. Znanja in izkušnje strokovnjakov tega laboratorija s področja analize kemije in sorodnih področij so zelo široka in med drugim vključujejo: elementno masno spektrometrijo (ICP-MS) in optično emisijsko spektrometrijo (ICP-OES) za določevanje sledov elementov, lasersko ablacijo (LA), povezano s sistemom ICP-MS, za površinsko in globinsko elementno karakterizacijo raznovrstnih materialov z direktnim vzorčenjem, uporabo (LA-ICP-MS) sistema na področjih sinteze novih materialov, karakterizacije (bio)medicinskih, farmacevtskih in okoljskih vzorcev na področjih konzervatorstva, arheologije, forenzike ter tekočinsko/ionsko



Dr. Samo Hočevar ob elektrokemijskem sistemu AUTOLAB

kromatografijo, sklopljeno z elementno ali molekularno masno spektrometrijo (LC/IC-ICP-MS ali LC/IC-MS) za analitiko in kemijsko speciacijo elementov, ionov in spojin okoljskega in (bio)medicinskega pomena ter razvoj, pripravo in uporabo elektrokemijskih (mikro/bio)senzorjev, raziskave in razvoj novih (nano)strukturnih in (nano)velikostnih detekcijskih materialov, elektrokemijsko analizo, vzorčevanje in kemijsko karakterizacijo aerosolskih delcev po velikostnih stopnjah (od nm do μm) ter ugotavljanje njihovega izvora, preučevanje nastajanja sekundarnih aerosolov in študij kemijskih procesov v atmosferski vodni fazi. Kemijski inštitut ima tudi edini v Sloveniji SMPS (Scanning Mobility Particle Sizer – spektrometer za štetje submikronskih delcev), ki zagotavlja najvišjo ločljivost in najbolj natančne meritve submikronskih (nano)delcev po velikosti in meritve njihove številčne koncentracije. V laboratoriju L-04 so že opravili uspešne raziskave na terenu ob nedavnem izbruhu vulkana Eyjafjallajökull in uspešno preučujejo in modelirajo ekstrakcijske procese, pripravijo vzorce za posebne procese (mikrovalovni razklop, sekvenčna/selektivna ekstrakcija) ter za razvoj metodologij za speciacijo elementov z uporabo ustreznih separacijskih in ekstrakcijskih tehnik za študij vloge in vedenja izbranih elementov. Poleg programskega in projektne

raziskovalnega dela sodelavci Laboratorija za analizo kemijo izvajajo tudi pogodbeno delo za industrijske in druge partnerje. To delo vključuje razvoj, prilagoditev, optimizacijo in uporabo analiznih metod ter izvajanje različnih zahtevnejših analiznih storitev. Na ta način uspešno sodelujejo že z več velikimi, srednjimi in tudi malimi podjetji ter vladnimi, akademskimi in drugimi institucijami doma in v tujini. Pomemben delež raziskovalnega dela v Laboratoriju za analizo kemijo opravljajo mladi raziskovalci v okviru njihovega doktorskega in podoktorskega študija. Njihovi raziskovalci in tehniki obvladajo mnoga znanja, imajo dolgoletne izkušnje in so dobro usposobljeni za uspešno reševanje različnih analiznih problemov. Prav zato vabijo vse (tudi obrtnike in podjetnike), ki jih zanima njihovo delo in strokovna pomoč, da se za sodelovanje z njimi obrnejo na Odbor za znanost in tehnologijo pri OZS ali direktno na njihov naslov. Z veseljem so se pripravljene odzvati z nadaljnimi informacijami in podrobnostmi.

Direktni kontaktni podatki za naše člane obrtnike in podjetnike so: Laboratorij za analizo kemijo, Kemijski inštitut, Hajdrihova 19, SI-1001 Ljubljana, Slovenija, tel.: 01 4760 230, www.ki.si.

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



Poslovni nasvet pred vašimi vrati

Enterprise Europe Network deluje v več kot 40 državah. Podjetja in raziskovalce spodbujamo k medsebojnemu tehnološkemu sodelovanju. Oblikovano imamo bazo preko **5.000 njihovih tehnoloških ponudb in povpraševanj**. Vse si lahko ogledate na strani http://www.een.si/bbs_search.php. Vpis ponudb in povpraševanj v bazo je brezplačen. Spodaj predstavljamo dva.

Povpraševanje po tehnologiji za vrtanje aluminija

Francosko inženirsko podjetje išče industrijskega partnerja, ki je sposo-

ben ponuditi tehnologijo za vrtanje aluminija. Debelina aluminijastega obdelovanca je med 6 mm in 8 mm. Profil obdelovanca je spremenljiv in znaša od 40 do 50 mm. Površina obdelovanca je prav tako spremenljiva in znaša od 100 do 1500 cm². Širina slota je minimalno 0,1 mm, posebnost obdelovancev pa je, da niso enako dolgi. Dolžina variira od 10 do 100 mm. Podjetje je že preizkusilo vrtanje z laserjem, vodnim curkom, elektroerozijo in bi rado našlo bolj ekonomičen in hitrejši način.

Celoten opis: http://www.een.si/bbs_details.php?bbs_ref=08 FR 32j2 0J6D

Industrijski cevovodi za znanega kupca

Specializirano nemško podjetje išče

za znanega kupca industrijskega partnerja ali inženirsko podjetje za tehnološko sodelovanje pri prilagoditvah visokotehnološke opreme za nove aplikacije in inštalacije. Zaželeni so certifikati kakovosti in standardi kvalitete, tudi za zelo zahtevne aplikacije v kemijski industriji.

Celoten opis: http://www.een.si/bbs_details.php?bbs_ref=10 DE 0855 3IEH

Več informacij dobite v Pisarni za prenos tehnologije na Institutu »Jožef Stefan«, <http://prenostehnologije.ijs.si/>.



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

Češka hidravlika

Češko podjetje *Jihostroj*, ustanovljeno leta 1919, spada med znane izdelovalce hidravlične opreme v Evropi. 500 sodelavcev dosega letni promet okoli 30 milijonov evrov s proizvodnjo sestavin in enot visokotlačne hidravlike. Posebno so uspešni pri izdelavi zobniških črpalk in motorjev, hidravličnih ventilov in valjev ter kompletnih agregatov. Okoli 25 % dohodkov zagotavlja divizija letalske hidravlike z izdelavo regulatorjev letalskih motorjev in letalskih krmilnih

sistemov. Pomemben del dohodkov pa dosegajo s storitvami, kot so kaljenje in galvaniziranje, vključno z obdelavo površin, kot so kromiranje, cinkanje in eloksiranje. Izvoz obsega okoli 70 % proizvodnje, pri tem gre okoli 80 % izvoza v Nemčijo in ZDA. Vsa proizvodnja je v skladu s standardi ISO 9001 in ISO 14000. Proizvodne zmogljivosti pa so v zadnjih dvajsetih letih z investicijami med 50 in 70 milijoni evrov posodobljene po standardih zahodnoevropske industrije. Med

pomembnejše izdelke s področja hidravlike spadajo zobniške črpalke in motorji, v letu 2009 je bilo izdelanih okoli 250.000 enot z iztisninami med 0,18 in 150 cm³/vrt in delovnim tlakom do 330 bar. V istem letu pa je bilo izdelanih tudi okoli 55.000 hidravličnih valjev z imenskim premerom 32 do 180 mm, delovnim tlakom do 320 bar in delovnimi gibi do 1200 mm.

Po Fluid 43(2010)9, str. 25

Merilnik tlačnih konic

Znani nemški izdelovalec opreme za merjenje tlaka *Keller Ges.* sedaj ponuja tudi posebno izvedbo merilnika za merjenje tlačnih konic. Gre za mikroprocesorsko krmiljen merilnik z oznako LEO 1, ki 5000-krat na sekundo zaznava procesno vrednost tlaka. Tako zaznava tudi nevarne, ekstremno kratke tlačne konice, ki lahko nastopajo pri hidravličnih črpalkah in hitro delujočih krmilnih ventilih. Mogoče poškodbe, npr. zaradi kavitacije, se tako lahko pravočasno zaznajo.



tipična točnost merjenja 0,2 % polne skale.

Merilnik LEO 1 omogoča tudi za prakso zelo zanimivo možnost, da se z gumbom lahko definira zelena referenčna vrednost. Potem instrument ne kaže več dejanske vrednosti, ampak odstopanje od nastavljene, referenčne vrednosti.

Uporabnik lahko z dvema gumboma parametrira vse funkcije merilnika. K temu sodijo izbira med petimi različnimi merjenimi vrednostmi na začetku periode opazovanja. Po približno 15 minutah od zadnjega pritiska na gumb se instrument sam od sebe izključi. Kapaciteta baterije zadošča za približno 1400 ur trajnega delovanja v modusu »navadnega manometra« in okoli 180 ur v modusu »merilnika tlačnih konic«. Merilnik LEO 1 je na voljo v priročnem ohišju z električno zaščito IP65 in za štiri standardna merilna območja med -1 do 3 bar in 0 do 1000 bar. Opcijska zaščitna prevleka omogoča zunanjo uporabo pri vsakem vremenu. Merilnik pa je na voljo tudi v eksplozijsko varni izvedbi po standardu 94/9/EU.

Po O + P 54(2010) 7–8, str. 309

Dvojni digitalni kazalnik aktualnih merjenih vrednosti dvakrat na sekundo prikaže največjo in najmanjšo vrednost. V temperaturno kompenziranem območju med 0 in 50 °C je

Tiha zobniška črpalka

Uveljavljeno podjetje *Bosch Rexroth* je v okviru programa *Silence Plus* nedavno predstavilo novo generacijo zobniških črpalk z zunanjim ozobjem s povprečnim zmanjšanjem hrupnosti za okoli 15 dB(A) v primerjavi s konvenci-

onalnimi izvedbami takšnih črpalk. Nova črpalka brni bistveno bolj prijetno. Zato je zelo primerna za uporabo pri elektromotornih pogonih, ki se uporabljajo npr. pri viličarjih, sodobni odrski tehniki, zahtevnih industrijskih napravah ipd. Pogoni

z delovnimi tlaki do 280 bar bodo tako lahko precej tišji.

Bistvena novost nove črpalke je neevolventno poševno ozobje, ki s svojo inovativno obliko zob zagotavlja enakomernost toka fluida. To sočasno zagota-



vlja tudi skoraj brezšumen tek črpalke, ki povzroča bistveno manjšo hrupnost in manjša nihanja tlaka v priključenem hidravličnem sistemu. Hidrostatsično

ležajenje kompenzira aksialne sile in obrabo zaradi delovanja poševnega ozobja.

S pristopom Silence Plus se tako skupna hrupnost skupnega agregata lahko zmanjša tudi za 11 dB(A). Tudi pri delovnem tlaku 280 bar je nova črpalka bolj komfortna in akustično razbremenjuje okolico, ob že znani zanesljivosti Rexrothovih črpalk z zunanjim ozobjem. Nova črpalka bo postopno na voljo z iztisninami od 12 do 28 cm³/vrt.

Po O + P 54(2010) 6, str. 264

Kaj raziskujejo v Nemčiji?

Letošnje zasedanje *Nemškega raziskovalnega sklada za fluidno tehniko* je potekalo 17. junija. Obsegalo je redno letno skupščino članstva sklada in izčrpno informiranje o raziskavah v njegovem okviru. Raziskovalne institucije so poročale o rezultatih raziskav, ki jih podpira sklad. Med ostalim so predstavili naslednje projekte:

- Matematično modeliranje, optimiranje in izdelava mikrostrukturiranih kontaktnih površin pri hidrostatsičnih enotah z iztiskanjem;
- Integralno izračunavanje nestacionarnih tokovnih razmer pri batnih črpalkah za izboljšanje njihovih obratovalnih lastnosti;
- Raziskave vpliva izdelovalnih postopkov, površin batnic in hidravličnih olj na tesnost, trenje, obrabo in življenjsko dobo izbranih hidravličnih tesnilk;
- Modeliranje kot osnova razvoja izdelkov na primeru hidravličnih drsniških ventilov;
- Modeliranje razmer pri tesnilnih spojih v pnevmatiki;
- Analiza močnostnih potencialov elektromagnetnih aktuatorjev za pnevmatične ventile;
- Izboljšanje izkoristkov z izrabo izpušnega zraka.

V nadaljevanje zasedanja pa so članice raziskovalnega sklada poročale tudi o dosežkih raziskovalnih projektov z lastnim financiranjem:

- Varnost krmiljenih pogonov v fluidni tehniki;
- Energijsko učinkoviti elektrohidravlični pogoni majhnih moči;
- Razvoj kratkotrajnega preskušanja hidravličnih ventilov z dovolj visoko zanesljivostjo;
- Izboljšava energijske učinkovitosti pnevmatičnih strežnih sistemov.

Dodatno pa so razpravljali tudi o pripravi in nadaljevanju novih raziskovalnih projektov, kot npr.:

- Model učinkovitosti sesanja pri aksialni batni črpalki;
- Tolerančne analize;
- Inteligentni aktuatorji v pnevmatiki;
- Varnost krmiljenih industrijskih hidravličnih pogonov;
- Napovedovanje obrabe in trajnosti.

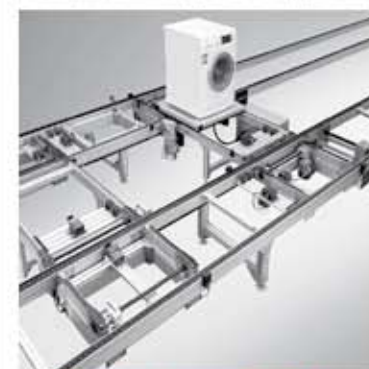
Dodatne informacije o delovanju in dosežkih Raziskovalnega sklada za fluidno tehniko pri Nemškem združenju strojne industrije dobite na naslovu: Peter-Michael Synek, Forschungsfonds Fluidtechnik im VDMA, Lyoner Str. 18, 60528 Frankfurt am Main, BRD; e-pošta: peter.synek@vdma.org.

Viri: Forschungsfonds Fluidtechnik Informationsveranstaltung im Juni

- O+P 54(2010) 5, str.188
- Informationsveranstaltung und Mitgliederversammlung O+P 54(2010) 7–8, str. 278.

Rexroth

Bosch Group



OPL

automation

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

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

Viroga: razvoj jadralnega kajaka

Primož POTOČNIK

Uvod

Projekt *Viroga* obsega razvoj inovativnega jadralnega kajaka, ki je hibridno plovilo za veslanje in jadranje po mirnih vodah (jezera, morje). Ideja za takšen projekt se je porajala poleti 2007 med veslanjem v klasičnem potovalnem kajaku. Ker po pregledu stanja takšnih hibridnih plovil v svetu ni bilo mogoče zaslediti ustrezne izvedbe, ki bi zadostila številnim funkcionalnim zahtevam, je nastala ideja o lastnem razvoju in izdelavi takšnega plovila.

v preteklosti že predstavljen na več strokovnih srečanjih in forumih [1–4] in je rezultiral v dveh patentih [5–6] in registriranem evropskem modelu. Poleg strokovnih srečanj je bil projekt z ekspedicijsko uporabo že večkrat predstavljen tudi širši javnosti [7–9]. Ker je bila ravno ekspedicijska uporaba opisanega jadralnega kajaka ključna motivacija projekta, je v zadnjem delu prispevka na kratko predstavljeno tudi letošnje potovanje vzdolž jadranske obale. Jadralni kajak Viroga je obširneje predstavljen na spletnem naslovu www.viroga.si, ok-

naj bi jih takšno plovilo izpolnjevalo:

- zmožnost spreminjanja načina plovbe (jadranje/veslanje) brez pristajanja ob obali, kar je pogoj za varno plovbo;
- ultralahka zgradba plovila za hitro plovbo in enostaven transport;
- visoka hitrost veslanja, ki se doseže z natančnim oblikovanjem trupa plovila;
- dobra jadralna zmogljivost s pomočjo sistema zložljivega jadra;
- modularno oblikovanje za večnamenskost plovila, ki naj bo



Slika 1. Katamaranska prototipna izvedba jadralnega kajaka



Slika 2. Trimaranska prototipna izvedba jadralnega kajaka

V članku je na kratko predstavljena pot razvoja od ideje do končne izvedbe projekta Viroga. Projekt je bil

tobra letos pa je na ogled tudi v okviru 22. Bienala industrijskega oblikovanja v Ljubljani.

uporabno za jadranje, veslanje in tudi za veslanje le v kajaku brez stranskih stabilizatorjev.

Doc. dr. Primož Potočnik, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Razvoj

Med razvojem (in zlasti med testiranjem prvih prototipov) jadralnega kajaka se je izluščilo več zahtev, ki

Med razvojem jadralnega kajaka je bilo preskušanih več različnih prototipnih izvedb tako v katamaranski (slika 1) kot tudi v trimaranski izvedbi (slika 2).



Slika 3. Oblikovanje jadrlnega kajaka, postavitev za veslanje

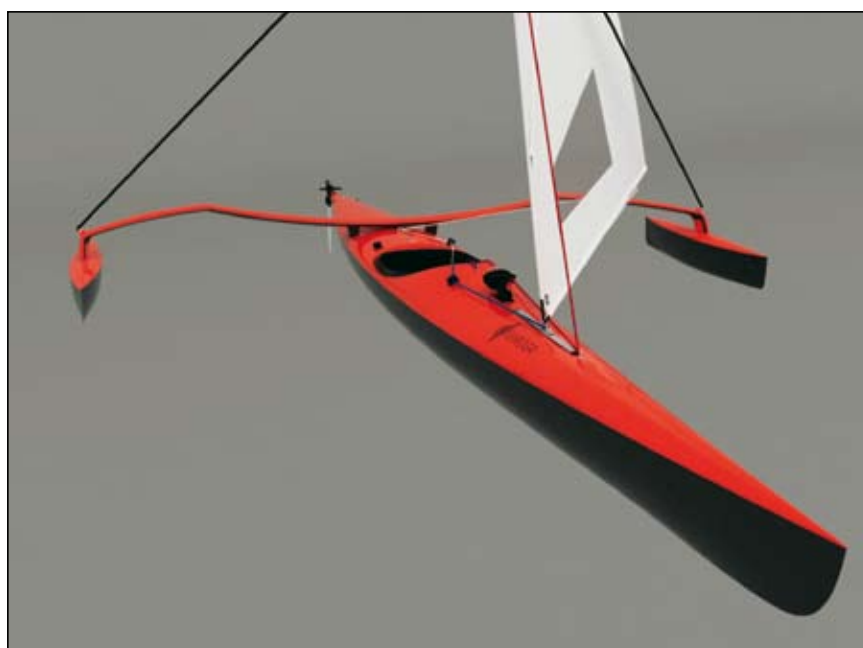
Za obe različici je bila posebej razvita palična zgradba zložljivega jadra, ki izpolnjuje prvo projektno zahtevo in omogoča postavljanje in zlaganje jadra ter njegovo upravljanje iz centralno nameščenega kokpita plovila. Ker se je za uporabo izkazala bistveno prikladnejša trimaranska zgradba, je bila ta izbrana za naslednjo fazo projekta.

Industrijsko oblikovanje

V sklopu industrijskega oblikovanja je potekala optimizacija geometrije in dodatno izboljševanje tako funkcionalnosti kot tudi videza izdelka.

Za zadostitev zahteve po modularnem oblikovanju in visoki hitrosti veslanja je bil izbran za glavni trup plovila odličen večnamenski kajak (razvoj Matjaž Svetek). Oblika kajaka je izredno hitra in dovolj stabilna, da ga je mogoče uporabljati tudi kot samostojno rekreativno plovilo.

Industrijsko oblikovanje celotnega plovila je potekalo v sodelovanju z Martinom Šoštarčičem (Gigodesign), ki je plovilo obogatil z izvirnim videzom,



Slika 4. Oblikovanje jadrlnega kajaka, postavitev za jadranje

prikazanim na slikah 3–4. Jadrlni kajak je razstavljiv za enostaven transport na osebnem avtomobilu.

vgradnjo nastavljivega sedeža, vgradnjo krmila in krmilnih mehanizmov ter montažo palubne opreme.

Izdelava

Za doseganje visoke togosti ob minimalni masi plovila smo uporabili kompozit-

Uporaba

Izdelani jadrlni kajak je bil izčrpno preskušen v različnih jadrlnih in



Slika 5. Vakuumska infuzija glavnega trupa



Slika 6. Priprava kalupov za prečko

no zgradbo na osnovi ogljikovih vlaken in postopek vakuumske infuzije. *Slika 5* prikazuje infuzijo glavnega trupa.

Stranski stabilizatorji in povezovalna prečka so bili na osnovi računalniškega 3D-modela izdelani s pomočjo CNC-strojov in zatem ročno dokončani do faze kalupov, ki so služili za izdelavo končnih kosov (*slika 6*). Proces izdelave je obsegal tudi načrtovanje in izdelavo jadra s palično konstrukcijo,



Slika 7. Uporaba: veslanje



Slika 8. Uporaba: jadranje

veslaških pogojih (slike 7–9) in se je s svojimi lastnostmi odlično izkazal pri različnih uporabah, vključno z daljšimi večdnevnimi odpravami.

Plovilo v celoti izpolnjuje projektne zahteve:

- a) Sistem zložljivega jadra omogoča razvijanje in zlaganje jadra tudi v zahtevnih morskih pogojih.
- b) Skupna masa plovila znaša le 23 kg, kar podpira visoko hitrost plovbe in omogoča udobno prenašanje plovila z obale v vodo (slika 10).
- c) Hidrodinamsko optimirani glavni trup plovila omogoča visoko hitrost veslanja, stranski stabilizatorji pa so nameščeni na način, ki ne povzroča dodatnega upora pri veslanju.
- d) Dobra jadralna zmogljivost je dosežena v območju 210 kotnih stopinj in zmernege vetra (2–4 Bf).

e) Modularno oblikovanje omogoča tri načine uporabe: veslanje samo v kajaku, veslanje s trimaranom, jadranje s trimaranom.

Pri testiranju jadranja v močnejšem vetru (5+ Bf) so bile dosežene GPS-hitrosti do 18 km/h. Jadralni kajak se je odlično izkazal tudi v ekspedicijskih pogojih uporabe, s celotno zalogo hrane in opreme za povsem neodvisno večdnevno potovanje, kot je opisano v prilogi.

Zaključek

Projekt Viroga predstavlja izpolnitev na videz neškodljive poletne domislice, ki se je uspela v poletni sopari in počitniškem brezdelju razrasti v obsežen skupek težav in izzivov, ki spremljajo razvoj povsem novih inovativnih izdelkov. Jadralni kajak Viroga tvori sinergijo med jadranjem

in veslanjem, zahvala za uspešno izpeljavo projekta pa gre številnim sodelavcem in tudi podpornemu okolju Laboratorija za sinergetiko Fakultete za strojništvo v Ljubljani, kjer je avtor prispevka zaposlen kot znanstveni sodelavec.

Reference

- [1] Potočnik, P., Innovation and development of a sailing kayak. V: JUNKAR, Mihael (ur.), LEVY, Paul R. (ur.). *Proceedings of the 10th International Conference on Management of Innovative Technologies, MIT 2009, Piran, 27.–29. september 2009*, str. 13.
- [2] Potočnik, P., Razvoj hibridnega plovila za veslanje in jadranje. V: PERME, Tomaž (ur.), ŠVETAK, Darko (ur.), BALIČ, Jože (ur.). *Industrijski forum IRT, Portorož, 7.–8. junij 2010. Vir znanja in izkušenj za stroko: zbornik foruma*. 2010, str. 67–72.
- [3] Potočnik, P., Kovač, J., Inoviranje kot nekonvencionalen modus vivendi. *IRT 3000*, feb. 2010, letn. 5, št. 25, str. 12–17.
- [4] Potočnik, P., Jadralni kajak Viroga. V: *4. Slovenski forum inovacij [katalog prireditve]*. Ljubljana: Javna agencija za podjetništvo in tuje investicije, 2009.
- [5] Potočnik, P., *Jadralni kajak z zložljivim jadrom: patent št. 22619*. Ljubljana: Urad RS za intelektualno lastnino, 2009.
- [6] Potočnik, P., *Zložljiv jamborni sklop z jadrom za jadralni kajak*



Slika 9. Jadranje v močnejšem vetru



Slika 10. Prenašanje iz obale v vodo

trimaranske zgradbe: patent št. 22790 SI. Ljubljana: Urad RS za intelektualno lastnino, 2010.

- [7] Potočnik, M., Potočnik, P., Kajak ali jadrnica? Oboje!, Val Navtika, julij–avgust 2008, str. 156–158.
- [8] Potočnik, P., Jadralni kajak?, Delo POLET, 17. jul. 2008, str. 37–39.
- [9] Potočnik, P., Proti jugu. Na roke in na sapo, Delo POLET, 4. feb. 2010, str. 44–45.

Ekspedicija Reka–Cavtat 2010

V zadnjih nekaj letih se je nabralo že precej ekspedicijskih kilometrov vzdolž jadranske obale. Letošnja pot se je vila med Reko in Cavtatom junija 2010. Skupaj 500 km in 9 dni, ki so jih začinili najrazličnejši vremenski pogoji – od popolnega brezvetrja, idealnega maestrala do nekajdnevnega močnega jugovzhodnika direktno v nasprotni smeri potovanja. Oprema za potovanje je varno spravljena v vodotesnih vrečah v trupu plovila, prtljaga pa obsega celotedensko zalogo hrane, vodo, šotor in opremo za

prenočevanje, le nekaj kosov oblačil ter navtične karte in satelitski oddajnik SPOT.

Začelo se je v brezvetrju in prvih nekaj dni sem nabiral kilometre veslajе, med 50 in 60 km dnevno, kar ni malo, pa tudi ne preveč, tako da ostane dovolj časa za kopanje, potapljanje in lenarjenje v senci kakega borovca ob poti. Cres, Lošinj, Premuda, Škarda, nekje ob Dugem otoku že tradicionalno prenočevanje na mali čeri z ducatom borovcev in med

njimi čudovito, z iglicami posuto ravnico za bivačiranje. Pred opoldansko vročino se skrijem v senco konobe v Saliju, potem naprej proti Kornatom, kjer dočakam že težko pričakovani maestral. Potovanje se nadaljuje z dvignjenim jadrom in kilometri se začnejo nabirati hitreje. Popoldne sem že mimo Kornatov, maestral pa ima še dovolj moči, tako da se odločim še za izpostavljeno prečenje proti otoku Žirje, kamor prispem že v mraku in postavim bivač na ravnih kamnitih ploščadih, ki se spuščajo do morja (*slika 1*).



Slika 1. Bivačiranje na kamnitih ploščadih Žirja

Ob pristajanju najprej raztovorim kakih 35 kg prtljage, potem pa prenesem prazno Virogo na obalo. Tak način mi omogoča pristajanje na sicer zelo izpostavljenih in nepristopnih obalah. Kot najbolj eksotično lokacijo za prenočevanje imam še zdaj v spominu majhen otoček v arhipelagu Vrhovnjacev, majhen kup skal sredi ničesar, kjer sem dve leti nazaj bivakiral med direktnim prečenjem z Lastova na Mljet.

Pravo jadrnanje pa me doleti šele ob Hvaru, ko zapuščam zavetje Paklenih otokov in se dopoldanski vetrič kmalu okrepi v močan maestral. Ves dan me veter žene vzdolž Hvara in naprej mimo Korčule (*slika 2*) – ker veter ne pojenja, se odrečem načrtovani pojedini v mestu Korčula in s praznim

želodcem jadram dalje – vse do Pelješca, ko se veter pozno popoldne končno umiri, jaz pa se po 92 kilometrih tega dne zavlečem na peščeno plažo ob Trsteniku (slika 3).

S tem dnevom pa je jadralska zgodba tudi zaključena, saj me preostanek poti do Cavtata spremlja močan jugozahodnik, ki pomeni naporno veslanje z vetrom v obraz. Ponoči se pod sunki vetra moj šotor nevarno napihne in zgane, tako da se že vidim, kako se kot kak telebajsek, zaviti v šotor, kotalim čez osat. Sredi noči med sunki vetra in nalivom preselim celotno postojanko na varnejšo lokacijo.

Veslanje mimo Dubrovnika spremlja precej kaotično morje z nekajmetr-



Slika 2. S polnimi jadri proti Korčuli



Slika 3. Zavešje na Pelješcu po celodnevem jadraniu

skimi valovi, ki so očitno še posledica nočnega divjanja in se sedaj skupaj z odboji od obale sestavljajo v nepredvidljivo morskno igro. Spremljajo me tudi nevihte, tako da se zaradi številnih strel raje držim bližine obale. Nazadnje me doleti še toča in si po prvi buški zatlačim pod kapo nekaj zaščitnih cunj. V resnici pa mi prav nič ne manjka, v čolnu sem vsaj varen pred poplavami.

O preteklem vremenu vse dobro, še pred Cavtatom se nebo že zjasni in do večera že zaključim potovanje z večerjo na obali Cavtata. Natakaz navdušenjem spremlja in komentira moj apetit, jaz pa se še pod vtisom pravkar opravljene poti najboljše volje režim do ušes.





20. TEHNIŠKO POSVETOVANJE VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE ROGLA, 14. in 15. oktober 2010

Na tradicionalnem prizorišču – v hotelu Planja na Rogli – se je v petek, 15. oktobra, končalo jubilejno, 20. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije (TPVS).

Na Rogli se je letos v Športni dvorani, kljub izrazito neugodnim gospodarskim razmeram, obiskovalcem predstavilo 76 razstavljalcev. Na ogled so postavili svoje najnovije proizvodne in prodajne programe, vse več razstavljalcev pa išče tudi sodobnejše načine komuniciranja z obiskovalci, saj so bila nekatera razstavna mesta opremljena tako, da so vabila k aktivni udeležbi obiskovalca. 20. Tehniško posvetovanje sta podprla dva glavna sponzorja, družba Atlas Copco d.o.o. kot zlati, ter družba Olma d.d. kot generalni sponzor. Poleg teh dveh družb je posvetovanje sponzoriralo še 8 podjetij, medijsko pa so dogodek podprli 4 medijski sponzorji, med njimi tudi revija Ventil.

Obiskovalce je na slavnostni otvoritvi pozdravil tudi predsednik evropskega združenja nacionalnih društev vzdrževalcev EFNMS (*European Federation of National Maintenance Societies*), g. Hans Klemme Wolff, ki je dogodku namenil nekaj pohvalnih besed, obenem pa predstavil smeri delovanja evropskega združenja vzdrževalcev v prihodnje.

V dveh dneh se je udeležencem posvetovanja s svojimi prispevki na temo *Management v vzdrževanju* predstavilo 9 avtorjev referatov. Na *Natečaj za najboljšo diplomsko nalogo s področja vzdrževanja*, ki že vrsto let poteka pod okriljem tehniških posvetovanj, se je letos prijavilo 10 kandidatov, štirje najboljši pa so na posvetovanju tudi predstavili svoje diplomske naloge. Zmagovalec letošnjega natečaja za najboljšo diplomsko nalogo s področja vzdrževanja pa je postal g. Martin Jurič s Šolskega centra Ptuj, z nalogo *Pnevmatična stiskalnica odpadne embalaže*, katere delovanje je g. Jurič na posvetovanju tudi predstavil.

20. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije

Rogla,
14. in 15. oktober 2010



G. Martin Jurič je na 20. TPVS prejel Zlato plaketo za najboljšo diplomsko nalogo s področja vzdrževanja za leto 2010



DRUŠTVO VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE

Stegne 21 c, 1000 Ljubljana

Telefon: 01 5113 006

Faks: 01 5113 007

Gsm: 041 387 432

E-pošta: tajnik@drustvo-dvs.si

Spletni naslov: www.drustvo-dvs.si

Stalnica tehniških posvetovanj je tudi Natečaj za najboljšo idejo s področja vzdrževanja. Na ta natečaj je organizacijski odbor letos prejel nekaj zanimivih idej, nagradil pa tri in sicer je bronasto plaketo za najboljšo idejo prejel g. Matjaž Podobnik iz družbe ETA Cerklje d.o.o.; s srebrno plaketo je bil nagrajen tandem iz družbe Revoz d.d., Novo mesto, ki sta ga sestavljala g. Alojz Mohorčič in g. Miha Murn, zlata plaketa pa je letos šla v roke g. Božislava Jančiča iz družbe Swatycomet d.o.o., Maribor.

Osrednja tema letošnjega posvetovanja je bila management v vzdrževanju, ki so se ji posvetili tudi udeleženci okrogle mize *Management v vzdrževanju*. Do kakšnih zaključkov so prišli, je na voljo za ogled na <http://tpvs.drustvo-dvs.si/>. V okviru okrogle mize z naslovom *Razgovor o možnostih magistrskega študija diplomantov Visokih in Višjih šol na področju vzdrževanja*, pa so se udeleženci seznanili z razvojem stroke vzdrževanja v izobraževalnih programih Fakultete za strojništvo iz Ljubljane.

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

Naslednje, 21. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije, bo od 13. do 14. oktobra 2011 na Rogli. Vljudno vabljeni!

Razvoj generatorja tokovnih pulzacij kapljevine

Andrej SVETE, Peter SAMBOL, Jože KUTIN, Ivan BAJSIĆ

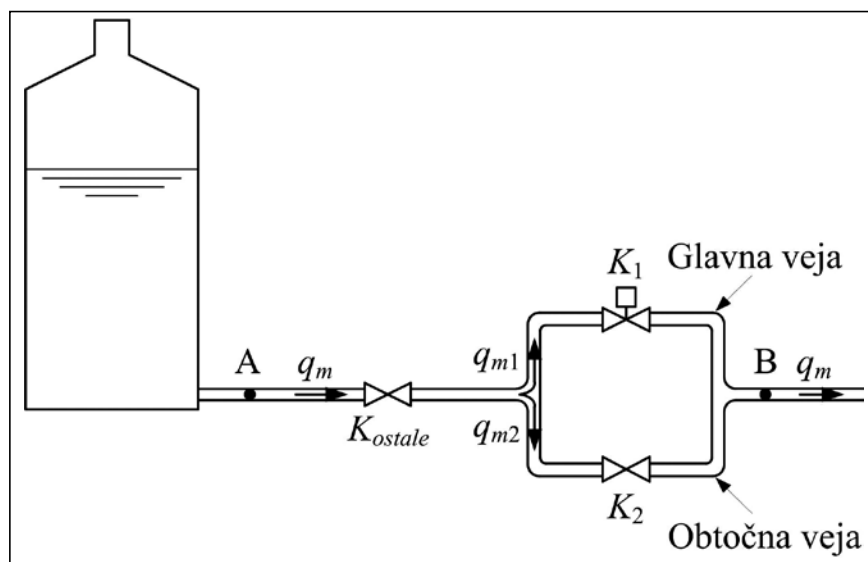
Izveček: Zaradi nenehnega večanja zahtev po višji točnosti merjenja pretoka postaja študij vpliva časovno spreminjajočih se tokovnih razmer ključen za nadaljnji razvoj merilnikov pretoka. Prispevek predstavlja razvoj preizkusnega sistema z vgrajenim generatorjem pulzacij toka vode, ki omogoča generiranje ponovljivih tokovnih pulzacij z določenimi lastnostmi, kot sta frekvenca in amplituda tokovnih pulzacij. Generator tokovnih pulzacij kapljevine je sestavljen iz dveh vzporednih cevi, kjer je v glavni cevi vgrajen preklapljavajoč ventil. Mehanska izvedba merilnega sistema z vgrajenim generatorjem tokovnih pulzacij je oblikovana s pomočjo matematičnega modeliranja celotnega preizkusnega sistema. Lastnosti generatorja tokovnih pulzacij in vplivi raztezne posode na blaženje generiranih tokovnih pulzacij so eksperimentalno potrjeni s spektralno analizo generiranih tokovnih pulzacij.

Ključne besede: generator tokovnih pulzacij, frekvenca pulzacij, amplituda pulzacij, tlačna izguba, elektromagnetni ventil, frekvenčna slika

1 Uvod

Pogonski sistemi toka tekočine, resonančna nihanja pretočnih cevi in krmilnih ventilov, odlepljanje toka tekočine za ovirami v cevovodu, določeni režimi večfaznih tokov v industriji (kemična, avtomobilska, farmacevtska, živilska ...) generirajo tokovne pulzacije in druge dinamične spremembe parametrov toka tekočine [1, 2], zato je razumevanje njihovega vpliva na delovanje in merilno točnost posameznega merilnika pretoka zelo pomembno [3]. V splošnem je občutljivost merilnikov pretoka na tokovne pulzacije odvisna od vrste merilnika in njegove izvedbe ter od frekvenčnega in amplitudnega območja tokovnih pulzacij [4].

Asist. Andrej Svete, univ. dipl. inž., Peter Sambol, dipl. inž., doc. dr. Jože Kutin, univ. dipl. inž., izr. prof. dr. Ivan Bajsić, vsi Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo – LMPS



Slika 1. Shematski prikaz generatorja tokovnih pulzacij

Namen tega prispevka je predstaviti fazo razvoja preizkusnega sistema za eksperimentalno proučevanje vpliva tokovnih pulzacij na merilnike pretoka. Kakovostno laboratorijsko testiranje merilnikov pretoka na pulzirajoče tokove namreč omogoča oceno dinamičnih zmogljivosti meril-

ne opreme za pretoke, napovedovanje dinamičnih merilnih pogreškov v različnih pogojih vgradnje, ustrezno izvedbo vgradnega mesta za merilnik pretoka v realnih sistemih ter optimizacijo izvedbe merilnikov pretoka z namenom zmanjšanja občutljivosti na tovrstne vplive.

Predstavljeni generator tokovnih pulzacij je sestavljen iz dveh vzporednih cevi, v katerih so vgrajeni ventili, s katerimi generiramo tokovne pulzacije. Medtem ko odpiranje in zapiranje ventila v glavni veji omogoča ustvarjanje tokovnih pulzacij, obtočna veja generatorja tokovnih pulzacij preprečuje prevelik vpliv zaustavitve pretoka na samo delovanje črpalke, ki ves čas deluje pri stalni vrtilni frekvenci (slika 1).

V poglavju 2 je predstavljen matematični model, s katerim dobimo oceno velikosti amplitude pulzacij toka vode, ki jih lahko generiramo z zapiranjem in odpiranjem ventila v glavni veji. Na velikost generiranih amplitud pulzacij toka namreč vplivajo tako linijske kot lokalne tlačne izgube v cevni sistem, ki sestavlja omenjeni generator pulzacij. V poglavju 3 je predstavljen merilni sistem z izvedbo generatorja tokovnih pulzacij, ki je postavljen v Laboratoriju za meritve v procesnem strojništvu. Predstavljeni tlačni generator tokovnih pulzacij je že bil uspešno uporabljen za študij odziva hidravličnega Wheatstonovega merilnega mostiča v primeru časovnega spreminjanja pretoka [5]. V poglavju 4 so prikazani merilni rezultati in njih komentarji. Pri eksperimentalni analizi je poudarek na preprečevanju širjenja pulzacij toka vode od generatorja tokovnih pulzacij nazaj k črpalci, saj želimo, da je naš preizkusni merilni sistem čim bolj zanesljiv, torej pulzacije toka tekočine ne smejo vplivati na delovanje same črpalke, ki deluje pri stalni vrtilni frekvenci, in obratno.

■ 2 Fizikalno-matematični model generatorja tokovnih pulzacij

Fizikalno-matematični model generatorja tokovnih pulzacij je postavljen ob predpostavki nestisljivosti toka tekočine ter stacionarnih tokovnih razmer, ki ne upoštevajo resonančnih vplivov tekočinskega sistema. Pri nepovračljivih tlačnih izgubah v pretočnem sistemu obeh vej generatorja pulzacij, glej *slika 1*, so upoštevane le lokalne tlačne izgube na vgrajenih ventilih (te so privzete kot konstantne vrednosti, neodvisne

od pretoka, kar velja pri velikih Reynoldsovih številih), ki so predpostavljene kot mnogo večje od ostalih lokalnih in linijskih izgub. Notranji premer obeh vej generatorja tokovnih pulzacij je enak, generator tokovnih pulzacij pa je v horizontalni ravnini.

Cevni sistem, ki predstavlja načrtovani generator tokovnih pulzacij, sestavljata dve vzporedno vezani cevi. Pri določitvi tokovnih razmer v vzporednih ceveh generatorja pulzacij upoštevamo, da so mehanske izgube za vsako posamezno cev enake, kjer lahko zakon ohranitve energije zapišemo tudi v obliki izraza za nepovračljive tlačne izgube turbulentnega toka v posamezni veji generatorja [6]:

$$\Delta p_{AB} = q_m^2 K_{ostale} + q_{m1}^2 K_1 + q_{m2}^2 K_2 \quad (1)$$

kjer konstanta upora tekočine K združuje nepovračljive tlačne izgube. Upoštevamo tudi zakon ohranitve mase, po katerem je skupni masni tok enak vsoti tokov v posameznih vejah:

$$q_m = q_{m1} + q_{m2} \quad (2)$$

Iz enačbe (1) sledi, da lahko kontinuitetno enačbo (2) za generator tokovnih pulzacij zapišemo kot:

$$q_m = q_{m2} \left(\sqrt{\frac{K_2}{K_1} + 1} \right) \quad (3)$$

Tlačne izgube na generatorju tokovnih pulzacij (1) lahko s pomočjo enačbe (3) tako zapišemo v končni obliki:

$$\Delta p_{AB} = q_m^2 K_{AB} \quad (4)$$

kjer je K_{AB} konstanta upora tekočine med točko A in B:

$$K_{AB} = K_{ostale} + \frac{K_2}{\left(\sqrt{\frac{K_2}{K_1} + 1} \right)^2} \quad (5)$$

Pri tem ventil K_2 v obtočni veji predstavlja konstantno lokalno oviro, vrednost konstante upora tekočine K_1 v glavni veji pa se spreminja glede na

stanje ventila. Enačba (5) tako velja za primer, ko je ventil v glavni veji odprt, medtem ko se izraz v primeru, ko je ventil v glavni veji zaprt ($K_1 = \infty$), preoblikuje v naslednjega:

$$K_{AB} = K_{ostale} + K_2 \quad (6)$$

Če kot idealni primer predpostavimo generiranje majhnih relativnih sprememb pretoka vode, je tlačni padec na črpalci Δp_c med pulzacijami ves čas konstanten:

$$\Delta p_c = q_{m,o}^2 K_{AB,o} = q_{m,z}^2 K_{AB,z} \quad (7)$$

kjer sta $Q_{AB,o}$ in $K_{AB,o}$ masni pretok in konstanta upora tekočine v primeru, ko je ventil v glavni veji odprt, ter $Q_{AB,z}$ in $K_{AB,z}$ ko je zaprt. Iz te enačbe dobimo razmerje največjega in najmanjšega generiranega pretoka:

$$\frac{q_{m,o}}{q_{m,z}} = \sqrt{\frac{K_{AB,z}}{K_{AB,o}}} \quad (8)$$

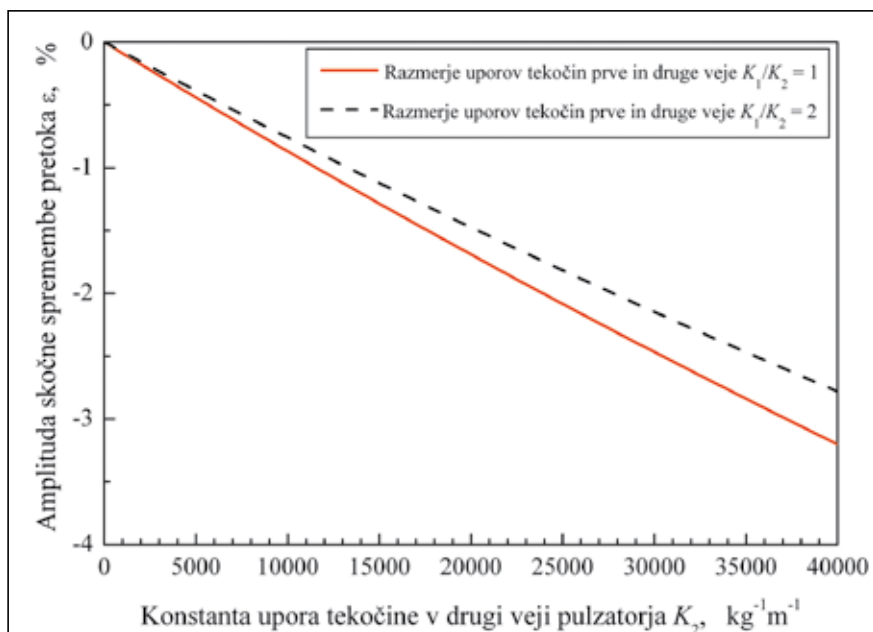
Relativno amplitudo spreminjanja pretoka glede na povprečno vrednost ε :

$$\varepsilon = \frac{A_{q_m}}{\bar{q}_m} = \left(\frac{q_{m,o}/q_{m,z} - 1}{q_{m,o}/q_{m,z} + 1} \right) \quad (9)$$

ki jo lahko ustvarimo z zaprtjem ventila K_1 v glavni veji, lahko zapišemo v odvisnosti od velikosti konstante upora tekočine v obtočni veji K_2 ter razmerja konstant upora tekočine obeh vej K_1/K_2 generatorja tokovnih pulzacij. Relativna amplituda spreminjanja pretoka ε velja za skočne spremembe v tokovnih razmerah, ki nastopijo v podresonančnem območju generiranja tokovnih pulzacij.

Na *sliki 2*, kjer so predstavljeni rezultati matematične analize pulzatorja, vidimo, da lahko z večjim razmerjem upora tekočine obeh vej K_1/K_2 dosežemo manjše relativne amplitude skočne spremembe pretoka. Pri tem smo lokalne in linijske tlačne izgube pred generatorjem pulzacij K_{ostale} ocenili glede na dejanske tlačne izgube v merilni progi, ki je predstavljena v poglavju 3.

Rezultati matematičnega modela kažejo, da če želimo z odpiranjem



Slika 2. Rezultati matematične analize pulzatorja vode ($K_{ostale} = 2,094 \cdot 10^5 \text{ kg}^{-1}\text{m}^{-1}$)

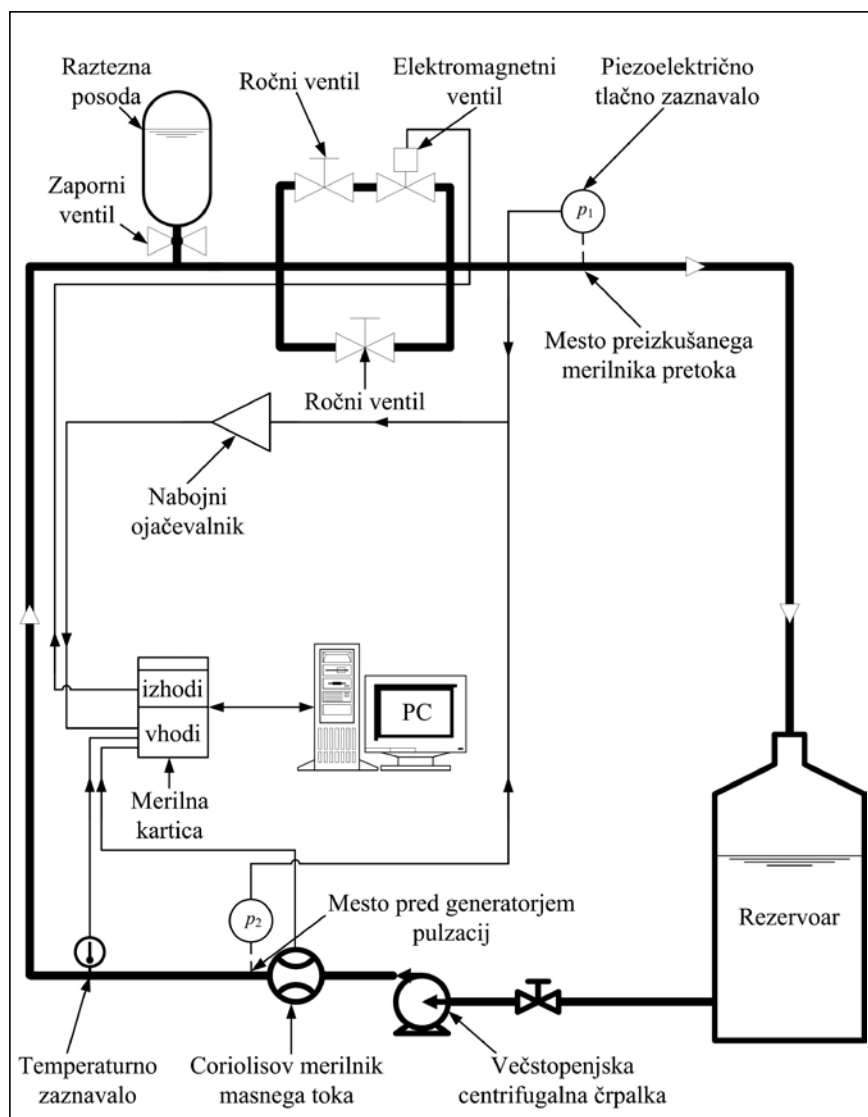
ventila v glavni veji ustvarjati majhne amplitude pulzacij pretoka tekočine, je potrebno v primeru, ko so tlačne izgube v merilni progi pred generatorjem tokovnih pulzacij K_{ostale} zanemarljive, v glavni veji v trenutku, ko je ventil v odprt, ustvariti veliko večje dušenje toka vode kot v obtočni veji. V dejanskem primeru, kjer tlačne izgube v merilni progi pred generatorjem pulzacij K_{ostale} niso zanemarljive, pa moramo, če želimo ustvariti amplitude pulzacij vrednosti le nekaj odstotkov začetnega pretoka vode, v obeh ceveh generatorja pulzacij ustvariti dovolj veliko dušenje. To smo pri dejanski izvedbi generatorja tokovnih pulzacij, ki je predstavljena v poglavju 3, dosegli z vgradnjo dodatnega ventila v glavno vejo, katerega priprtje omogoča povečanje konstante upora tekočine v primeru, ko je ventil v tej veji odprt. Na ta način lahko le s pripiranjem ventila v obtočni veji (skoraj) linearno nastavlamo amplitudo pulzacij toka vode, vrednosti nekaj odstotkov povprečnega pretoka, kot kažejo rezultati matematičnega modela, ki so prikazani na sliki 2.

3 Merilni sistem

Z namenom eksperimentalnega proučevanja dinamičnih lastnosti merilnikov pretoka smo nadgradili merilno progo s tokom vode v LMPS na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani,

ki je bila predstavljena že v [7, 8]. V merilno progo smo vgradili generator tokovnih pulzacij, katerega fizikalno-matematični model je predstavljen v prejšnjem poglavju. Shema nadgrajene merilne proge je prikazana na sliki 3.

Tok vode skozi merilno progo zagotavlja centrifugalna črpalka (Grundfos, CRN4-120). Časovno povprečno referenčno vrednost masnega toka meri Coriolisov merilnik masnega toka (Foxboro, CFS 10). Meri se tudi temperatura vode, ki se upošteva pri določanju njene gostote. Tlačne pulzacije na mestu kasnejše vgradnje preizkušane merilnika pretoka in v delu merilne proge pred generatorjem pulzacij (na mestu vgradnje Coriolisovega merilnika masnega toka) merimo s piezoelektričnim tlačnim zaznavalom Kistler (tip 7261, merilno

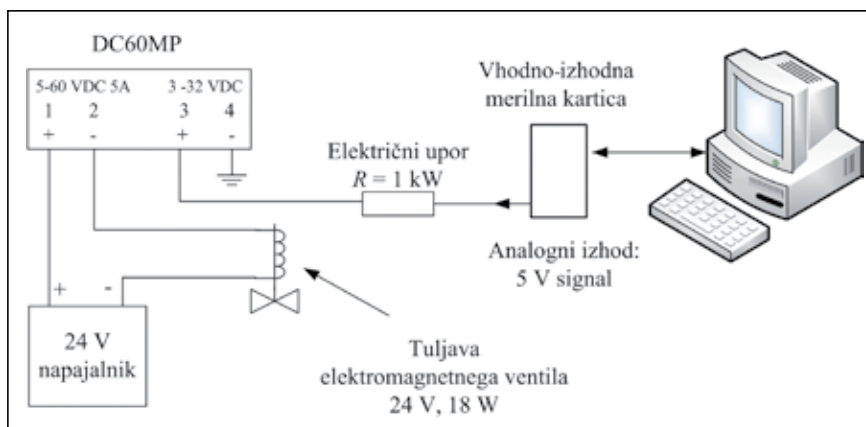


Slika 3. Shema merilne proge

območje: -1 do 10 bar, nelinearnost manjša od $0,3\%$ merilnega razpona, občutljivost 2160 pC/bar), ki je vezan z nabojnim ojačevalnikom Kistler (tip 5007, izhodno območje ± 10 V, nelinearnost manjša od $0,05\%$ merilnega razpona, nizkopasovni filter 180 kHz, tri nastavitve časovnih konstant). Vsi merilniki imajo električne izhodne signale in so povezani na vhodno-izhodno merilno kartico (National Instruments, PCI-6031E). Preko merilne kartice se z električnimi signali nadzorujeta tudi vrtilna frekvenca črpalke in elektromagnetni ventil, ki je predstavljen v nadaljevanju. Nadzorni program merilnega sistema je izdelan v programskem okolju LabVIEW.

Vgrajeni generator tokovnih pulzacij sestavljata obtočna in glavna veja z elektromagnetnim ventilom (Jakša, tip 340747). Poleg elektromagnetnega ventila sta v primarno in sekundarno vejo vgrajena še ročna ventila, s katerima nastavljamo intenzivnost pulzacij. Pri nadzoru elektromagnetnega ventila je pomembna sposobnost doseganja čim višjih frekvenc preklapljanja, kar je omogočeno z uporabo polprevodniškega releja, ki je vgrajen med ventilom in merilno kartico, kot je prikazano na *sliki 4*. Polprevodniški releji se po funkciji delovanja sicer ne razlikujejo od klasičnih elektromagnetnih relejev. Njihova prednost pa je, da za delovanje potrebujejo nizkonapetostne logične signale velikosti 1 V. To je pomembna lastnost, saj lahko na analognem izhodu na merilni kartici generiramo napetosti vrednosti največ ± 10 V, največji dovoljeni električni tok pa ne sme presehati 5 mA. Glede na lastnosti krmiljenega elektromagnetnega ventila, ki za delovanje potrebuje 24 V enosmerne napetosti in porabi 18 W moči, smo izbrali primeren polprevodniški rele (Opto 22, tip DC60MP), s katerim lahko preklapljammo električni tok vrednosti $0,75$ A.

Da bi preprečili širjenje tokovnih pulzacij od generatorja tokovnih pulzacij proti referenčnemu Coriolisovemu merilniku masnega toka ter črpalke, je pred generatorjem pulzacij vgrajena raztezna posoda Varem (tip Extravarem LC, prostornina 12 l, najvišji



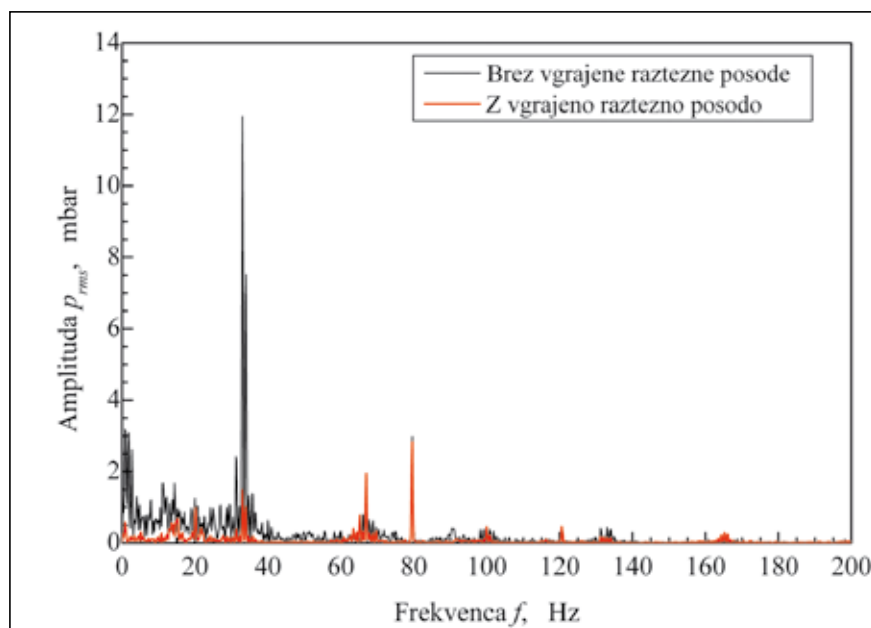
Slika 4. Shema krmiljenja polprevodniškega releja

tlak 8 bar). Raztezna posoda ima v dovodu vgrajen zaporni ventil, ki omogoča ločeno izvajanje meritev v primeru, ko ni vpliva delovanja raztezne posode (zaprt dovodni ventil), in v primeru, ko raztezna posoda vpliva na blaženje pulzacij toka tekočine v merilni progi (odprt dovodni ventil).

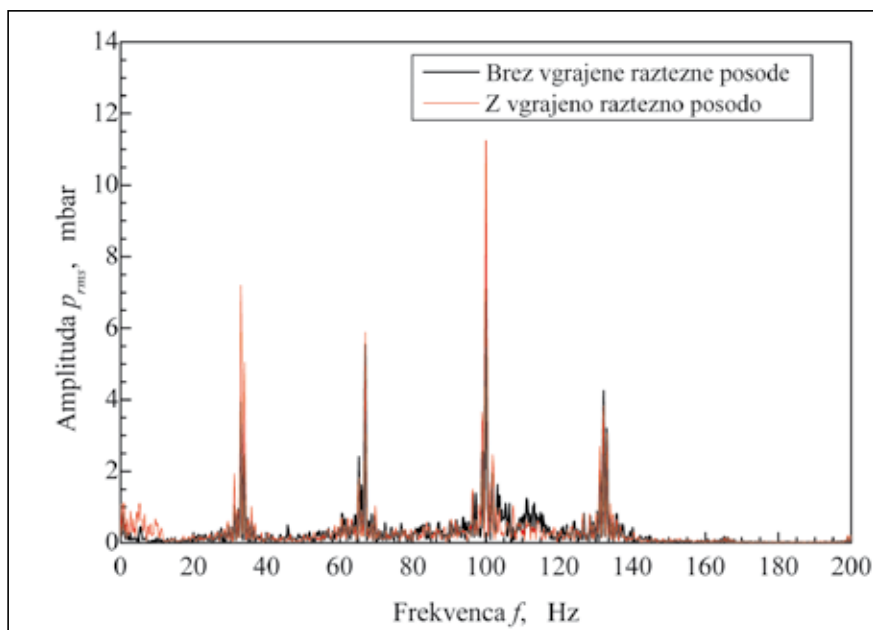
■ 4 Rezultati eksperimentalne analize

Po vgradnji generatorja tokovnih pulzacij smo pri najvišji frekvenci generiranih tlačnih pulzacij, ki jih pri masnem pretoku vode $q_m = 2000$ kg/h in relativni amplitudi pulzacij $= 0,1$ omogoča generator pulzacij, izmerili vpliv raztezne posode, s katero želimo blažiti vpliv tokovnih pulzacij na referenčni Coriolisov merilnik

pretoka in glavno črpalko. Pri tem smo amplitudo pulzacij toka ocenili z merjenjem pretoka v stacionarnih tokovnih razmerah, in sicer ko je bil elektromagnetni ventil zaprt (brez dovoda električnega napajanja) in ko je bil ta odprt pri nespreminjajočih se nastavitvah upora tekočine ostalih dveh ročnih ventilov. Največja frekvenca pulzacij toka vode, ki smo jo v merilni progi dosegli z razvitim generatorjem pulzacij toka vode, je vrednosti 33 Hz. Pri višjih frekvencah preklapljanja elektromagnetni ventil namreč ni več deloval pravilno. Predhodno smo delovanje releja, ki je preklapljal ventil, testirali brez priklopljenega bremena na izhodnih sponkah ter dosegli frekvenco vrednosti 400 Hz. Izkaže se, da je zgradba elektromagnetnega ventila tista, ki omejuje de-



Slika 5. Amplitudno frekvenčni spekter v merilni progi na mestu pred generatorjem pulzacij



Slika 6. Amplitudno frekvenčni spekter na mestu kasnejše vgradnje merilnika pretoka

lovanje generatorja pulzacij. Sliki 5 in 6 predstavljata amplitudno frekvenčni diagrama na mestu kasnejše vgradnje preizkušane merilnika pretoka in v delu merilne proge pred generatorjem pulzacij v primeru brez vpliva in z vplivom vgrajene raztezne posode.

Amplitudno frekvenčni spekter na mestu vgradnje referenčnega Coriolisovega merilnika pretoka, ki ga predstavlja *slika 5*, potrjuje, da z vgradnjo raztezne posode močno ublažimo tokovno pulzacijo, ki jo generiramo z generatorjem pulzacij ($f_p = 33$ Hz). Prav tako je zmanjšana amplituda harmonikov te frekvence (v primerjavi z mestom kasnejše vgradnje preizkušane merilnika pretoka), saj je na sliki viden le drugi harmonik frekvence pulzacij. Edina frekvenčna komponenta, ki se ohrani na mestu v merilni progi, je tlačna pulzacija pri frekvenci 80 Hz. Ker je tudi po podatkih izdelovalca kritično območje zunanjih mehanskih nihanj za merilnik pretoka Foxboro CFS 10 med 40 in 100 Hz, lahko potrdimo, da je omenjena komponenta tlačnih pulzacij posledica nihanja merilne cevi omenjenega Coriolisovega merilnika pretoka (ta je vgrajen pred mestom vgradnje raztezne posode, kjer posoda ne blaži vpliva pulzacij). Ta frekvenčna komponenta ostaja enaka za različne pretoke, saj se delovna lastna frekvenca Coriolisovega merilni-

ka ne spreminja bistveno s pretokom tekočine (odvisna je le od gostote tekočine, ki pa je bila v našem primeru konstantna).

Iz frekvenčne slike na mestu kasnejše vgradnje merilnika pretoka, ki jo prikazuje *slika 6*, opazimo, da se ta v primeru delovanja raztezne posode bistveno ne spremeni. Iz amplitudno frekvenčnega spektra opazimo, da v obeh primerih v merilnem sistemu nastopi značilna frekvenca pri 33 Hz, ki je frekvenca generirane pulzacije toka vode, pri 66 Hz, 99 Hz in 132 Hz pa nastopijo harmoniki te frekvence, $f = i \cdot f_p$ ($i = 1, 2, 3, 4$). Nekatere frekvenčne komponente se pri delovanju raztezne posode celo ojačajo. Raztezna posoda namreč deluje kot oscilator, zato se v primeru, ko tokovne pulzacije sovpadajo z lastno frekvenco zračne komore, njihova amplituda ojača. Ker pa so ojačane tokovne pulzacije (lastna frekvenca same posode je velikostnega reda 1 Hz [9]) še vedno na ravni šuma, vgrajena raztezna posoda predstavlja pomembno izboljšanje našega merilnega preizkuševališča.

■ 5 Sklepi

V prispevku je prikazan fizikalno-matematični model generatorja tokovnih pulzacij, katerega mehansko izvedbo z dodatno vgrajeno raztezno

posodo smo vgradili v hidravlično merilno progo (z vodo) v LMPŠ na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani. Eksperimentalna analiza je potrdila uporabnost omenjenega generatorja pulzacij, saj ta omogoča generiranje ponovljivih tokovnih pulzacij z definiranimi lastnostmi. Generator tokovnih pulzacij vode, ki ga sestavlja obtočna in glavna veja z elektromagnetnim ventilom, nam omogoča generiranje tokovnih pulzacij frekvence do 40 Hz. V dosedanjih raziskavah na področju razvoja generatorja tokovnih pulzacij se je izkazalo izredno zahtevno doseganje visokih frekvenc pulzacij toka vode [10, 11, 12], kar je tudi največja omejitev razvitega generatorja tokovnih pulzacij, katerega omejenost doseganja visokih frekvenc pulzacij je posledica predvsem omejenega dinamičnega odziva uporabljenega elektromagnetnega ventila.

Kot velik problem pri merilnih sistemih za proučevanje vpliva generiranih pulzacij toka tekočine na merilnike pretoka se je izkazalo tudi generiranje konstantnega povprečnega pretoka. Naloga črpalke v takšnih merilnih sistemih je namreč generirati kar se da konstanten povprečni pretok, ki so mu v merilnem sistemu dodane pulzacije, generirane z vgrajenim generatorjem pulzacij. Črpalke pa so v splošnem zelo občutljive na pulzacije, ki se širijo vzdolž cevovoda v obe smeri glede na vgrajeni generator pulzacij. Z opisanim generatorjem tokovnih pulzacij pa smo izboljšali delovanje črpalke, saj smo z vgrajenim blažilnikom pulzacij izničili njihov vpliv na samo delovanje črpalke. Prav tako je v takšnih sistemih pomembno zmanjšati vpliv pulzacij, ki jih s svojim delovanjem generira sama črpalka. Tipične frekvence tokovnih pulzacij, ki jih generirajo različni tipi črpalok, so vrednosti do 300 Hz [13], kar pomeni, da jih je možno z uporabo raztezne posode, ki deluje kot nizkopasovni filter, močno zmanjšati. S tem smo postavili zanesljiv preizkusni sistem, ki omogoča tudi zmanjšanje vpliva nezaželenih frekvenčnih komponent, ki se pogosto pojavijo v takšnih merilnih sistemih.

Kljub vgrajeni raztezni posodi, ki delno blaži tokovne pulzacije na mestu vgradnje merilnika pretoka, pa bi bilo smotrno še dodatno zmanjšati efektivno dolžino tekočinskega sistema na tem delu merilne proge. Dodatno zmanjšanje efektivne dolžine tekočinskega sistema bi dosegli z vgradnjo dodatne raztezne posode, ki deluje kot delno odbojna točka pulzacij, v merilni sistem za načrtovanim mestom vgradnje merilnika pretoka. S tem bi se izognili vplivu resonance tekočinskega sistema na velikost generiranih pulzacij, saj se ta z zmanjšanjem efektivne dolžine tekočinskega sistema zviša.

Literatura

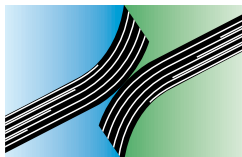
- [1] Wylie, E. B., Streeter, V. L.: *Fluid transients*, McGraw-Hill Inc, New York, 1978.
- [2] Douglas, J. F., Gasiorek, J. M., Swaffield, J. A.: *Fluid Mechanics, 3th Edition*, Longman Scientific & Technical, London, 1995.
- [3] Mottram, R. C.: An overview of pulsating flow measurement, *Flow Measurement and Instrumentation*, 3(3), 1992, str. 114–117.
- [4] Standard ISO/TR 3313: *Measurement of fluid flow in closed conduits – Guidelines on the effects of flow pulsations on flow-measurement instruments*, 2003.
- [5] Sambol, P.: *Statične in dinamične značilnice hidravličnega Wheatstonovega mostiča*, diplomska naloga visokošolskega študija (mentor I. Bajsič), št. 1819, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2010.
- [6] Škerget, L.: *Mehanika tekočin*, Tehniška fakulteta v Mariboru in Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 1994.
- [7] Svete, A., Kutin, J., Bajsič, I.: Merilne značilnice hidravličnega Wheatstonovega mostiča, *Ventil*, 2008, 14(6), str. 566–572.
- [8] Svete, A., Kutin, J., Bajsič, I.: Static and dynamic characteristics of a hydraulic Wheatstone bridge mass flowmeter, *Flow Measurement and Instrumentation*, 20(6), 2009, str. 264–270.
- [9] Naudascher, E.: *Hydrodynamic forces*, A. A. Balkema, Rotterdam, 1991.
- [10] Cheesewright, R., Clark, C., Bisset, D.: The identification of external factors which influence the calibration of Coriolis mass-flow meters, *Flow Measurement and Instrumentation*, 17(1), 2000, str. 1–10.
- [11] Vetter, G., Notzon, S.: Effect of pulsating flow on Coriolis mass flowmeters, *Flow Measurement and Instrumentation*, 5(4), 1994, str. 263–273.
- [12] Lee, B., Cheesewright, R., Clark, C.: The dynamic response of small turbine flowmeters in liquid flows, *Flow Measurement and Instrumentation*, 15(5–6), 2004, str. 239–248.
- [13] Koudal, O., Brunner, M., Wenger, A., Sorokin, S. V.: High frequency Coriolis meter performance under pulsating flow conditions, *poročilo FLOMEKO'98*, Lund, Švedska, junij 1998, str. 239–242.

Development of a Liquid-Flow Pulsator

Abstract: The continuously increasing demand for more accurate flow measurements is the reason why the study of the effects of pulsating flow conditions is becoming crucial for the further development of flowmeters. This paper presents the development of an experimental test facility with an integrated water-flow pulsator, which is able to generate reproducible flow pulsations with defined properties, such as the frequency and the amplitude of the pulsating flow. The flow pulsator consists of two parallel conduits with the switching valve integrated into the main conduit. The mechanical implementation of the measurement system with the built-in pulsator was carried out with the help of mathematical modelling of the entire test system. The properties of the modelled pulsator and the impact of the expansion chamber on the generated flow-pulsation damping are experimentally verified by a spectral analysis of the generated flow pulsations.

Keywords: flow pulsator, pulsation frequency, pulsation amplitude, pressure loss, electromagnetic valve, frequency spectrum

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



Vpliv zračne reže na aerodinamske in akustične lastnosti aksialnega ventilatorja

Matej MILAVEC, Stanislav PIVK, Brane ŠIROK, Matjaž EBERLINC

Izveček: V prispevku je predstavljen vpliv velikosti in enakomernosti zračne reže na aerodinamsko in akustično karakteristiko aksialnega ventilatorja. Zračna reža definira področje med ohišjem in temenom lopatice aksialnega ventilatorja. Na karakteristiko in na nivo zvočne moči, ki jo emitira ventilator v okolico, močno vplivata velikost in enakomernost zračne reže. V prispevku so obravnavane štiri delovne točke, v katerih je med meritvami obratoval ventilator. Testni ventilator je imel premer rotorja 248 mm in notranji premer ustja 254 mm. Po opravljeni študiji je bilo ugotovljeno, da manjša in enakomerna zračna reža znatno prispeva k boljšim aerodinamskim lastnostim in manjši emitirani zvočni moči, ki jo seva ventilator v okolico.

Ključne besede: aksialni ventilator, zračna reža, aerodinamska karakteristika, zvočna moč

■ 1 Uvod

V industriji se pri razvoju rotorja običajno izkustveno upošteva dejstvo, da natok v ventilator močno vpliva na aerodinamske in akustične lastnosti ventilatorja. Za ventilatorje je značilno, da tok skozi špranjo med ustjem in temenom lopatice ventilatorja bistveno vpliva na maksimalni tlak, ki ga je ventilator sposoben proizvesti. Če masni tok skozi špranjo ni podvržen spremembam notranje energije, je odvisen le od debeline špranje in viskoznosti medija. Tako

bo masni tok v špranji majhen, če bo debelina reže majhna in viskoznost medija velika. Ob povečevanju špranje in zmanjševanju viskoznosti pa se bo tok skozi špranjo povečeval. Tok v špranji povzroča v kombinaciji s tokom skozi medlopatični prostor inducirani vrtinec, ki destabilizira tok medija skozi področje rotorja ventilatorja. Nestabilnost medija se izraža v povečanju pulzacijskega tlaka, ki se lahko izražajo kot strukturni in aerodinamski hrup, ki ga generira ventilator. Nestabilnost tokovnih razmer se ravno tako odraža na stabilnosti delovanja ventilatorja. Če je debelina zračne reže manjša od mejne plasti medija ob lopatici in ohišju ventilatorja, se tok v špranji zaradi viskoznih sil značilno zmanjša.

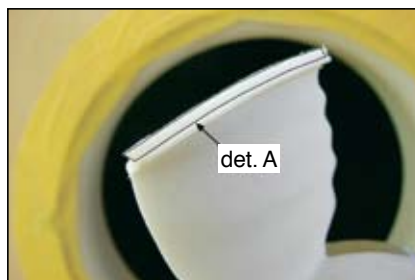
V prej objavljenih prispevkih so avtorji raziskovali popis fizikalnega dogajanja znotraj pretočnega trakta in v sami okolici rotorja ventilatorja. Tako je Eck [1], [2] analitično obravnaval razvoj geometrije aksialnih in centri-

fugalnih ventilatorjev. Wallis [3] je pri analitičnih preračunih upošteval vstopni in izstopni kanal in tako razširil fizikalno sliko opazovanja. Nekateri avtorji so se ukvarjali z mehanizmi generiranja hrupa znotraj ventilatorja. Tako so Janos in sod. [4] ter Fukano in sod. [5] izvedli eksperimentalno analizo, v kateri je Janos analiziral obtekanje medija ob aksialni lopatici, prekrito z mehko tkanino, Fukano se je osredotočil na generiranje hrupa v področju špranje med temenom lopatice in ustjem ventilatorja. V prispevku je potrdil korelacijo med rezultati, pridobljenimi z anemometrom na vročo žičko in spektrom generiranega zvočnega tlaka. Fizikalno dogajanje znotraj špranje so tudi numerično prikazali Oh in sod. [6] ter Jiang in sod. [7]. Thomas in sod. [8] so raziskali vpliv turbulence v rotorju ventilatorja in posledično na generiranje hrupa. Venter in sod. [10] so opisali vpliv neenakomernosti zračne reže na integralno karakteristiko aksialnega ventilatorja. Fukano

Matej Milavec, univ. dipl. inž.,
Stanislav Pivk, univ. dipl. inž.,
oba Hidria Inštitut Klima, d. o. o.,
Godovič, prof. dr. Brane Širok,
univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani,
Fakulteta za strojništvo,
dr. Matjaž Eberlinc, univ. dipl.
inž., Univerza v Ljubljani, Fa-
kulteta za strojništvo

in sod. [5] so predstavili vpliv zračne reže na generiranje hrupa in aerodinamske lastnosti štirih komercialnih ventilatorjev, kjer je bilo ugotovljeno izrazito povečanje generiranja hrupa v posameznih frekvenčnih pasovih. Fukano in sod. [11] so predstavili eksperimentalno analizo z anemometrijo na vročo žičko za analizo generiranja fluktuacij zračnega toka v bližini zračne reže. Ugotovljeno je bilo, da hrup, ki ga generira rotor, vsebuje diskretne frekvence zvoka, kar je posledica neenakomernosti zračne reže, ki nastane zaradi interakcije ohišja in lopatice vzdolž zračne reže. Ravno tako so Kameier in sod. [12] prikazali model generiranja ozkopasovnega hrupa kot posledico geometrije zračne reže. Engin in sod. [13] so z eksperimentalnim delom ugotovili vpliv neenakomernosti zračne reže na rotor centrifugalnega ventilatorja, ki se je odražal v obliki poslabšanja aerodinamske karakteristike in nestabilnosti delovanja.

V tem prispevku je obravnavan vpliv debeline in neenakomernosti zračne reže med temenom lopatice in ustjem aksialnega ventilatorja na aerodinamsko in akustično karakteristiko. Mehanizem vpliva zračne reže na delovanje ventilatorja je dobro poznan. Sestavljen je iz pojavov znotraj medlopatičnega prostora, kot so: (i) sekundarni tok zaradi razlike tlakov med dvema sosednjima lopaticama, (ii) tok med ustjem in temenom lopatice ventilatorja zaradi razlike tlakov med podtlačno in tlačno stranjo lopatice in (iii) odcepljanje mej-



a



b

Slika 1. Dodana vlaknasta tkanina na temenu lopatice – a, petlopatični aksialni ventilator – b

ne plasti na robu temena lopatice zaradi relativnega gibanja lopatice ob steni ustja. Našteti efekti znotraj medlopatičnega prostora se združijo v inducirano vrtinčenje toka na sesalni strani lopatice. Z vidika velikega vpliva inducirane vrtinčenja na poslabšanje aerodinamske karakteristike in generiranje hrupa je obravnavani fenomen zanimiv. Za ugotovitev vpliva ekscentričnosti špranje je bila uporabljena pozicionirna miza za določitev želene lege rotorja ventilatorja v ustju. Da bi zmanjšali izgube delovne sposobnosti ventilatorja zaradi špranjskega efekta, je bila uporabljena vlaknasta tkanina, pritrjena na teme lopatice ventilatorja

(slika 1a), ki se je na koncu zaključila s prostimi vlakni. Takšen način vpetja je omogočal zmanjšanje špranje med ustjem ventilatorja in temenom lopatice. Uporabljena tkanina je omogočala oblikovanje tanke mejne plasti med ustjem in temenom lopatice ventilatorja.

Analiza vpliva debeline in ekscentričnosti zračne reže je bila izvedena na petlopatičnem aksialnem ventilatorju (slika 1b). Premer rotorja aksialnega ventilatorja znaša 248 mm. Ventilator je bil vgrajen v ustje notranjega premera 254 mm. Rotor in ustje ventilatorja sta bila izdelana s postopkom laserskega sintranja iz materiala PA 3200 GF. Rotor je bil preko kovinske prirobnice pritrjen na elektromotor ventilatorja.

2 Eksperiment

Za potrditev vpliva zračne reže na integralno karakteristiko ventilatorja in generirano zvočno moč so bile opravljene meritve integralnih karakteristik in meritve zvočne moči pri različnih delovnih točkah ventilatorja. Vse meritve so bile izvedene na enak način, rezultati pa so preračunani na enake ambientne pogoje.

Za ugotovitev vpliva neenakomernosti zračne reže je bila uporabljena pozicionirna miza z natančnostjo 0,1 mm, ki omogoča nastavljanje lege rotorja ventilatorja v ustju. Da bi ugotovili vpliv ekscentričnosti zračne reže, je bila za primerjavo v prvi fazi izmerjena integralna ka-



a



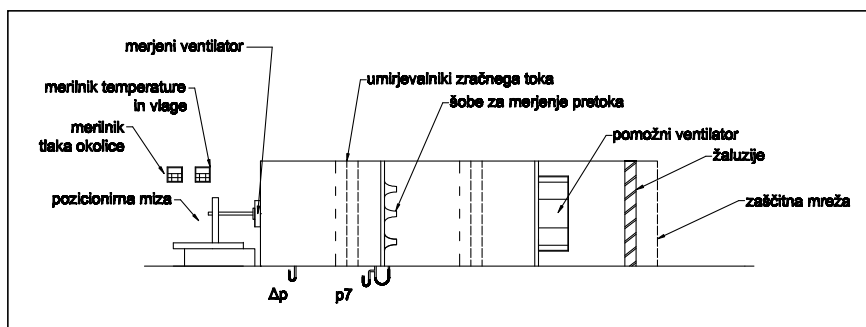
b

Slika 2. Merilna postaja za merjenje aerodinamske karakteristike aksialnega ventilatorja – a, merilna postaja v odmevnici za merjenje nivoja zvočne moči ventilatorjev – b

rakteristika ventilatorja z optimalno lego rotorja ventilatorja v ustju – brez ekscentričnosti. V optimalni legi je zračna reža enakomerno porazdeljena po obodu in znaša 3 mm. V nadaljevanju sta bili izmerjeni integralni karakteristiki ventilatorja z ekscentričnostjo 1 mm in 2 mm. S tem je bila dobljena neenakomerna porazdelitev debeline zračne reže, ki se je v prvem primeru gibala med 2 mm in 4 mm in v drugem primeru med 1 mm in 5 mm. Izvedena je bila tudi meritev integralne karakteristike aksialnega ventilatorja s pritrjeno vlaknasto strukturo na temenu lopatice, ki zmanjšuje zračno režo med ustjem in temenom lopatice ventilatorja. Struktura se je med obratovanjem ventilatorja oblikovala in zmanjšala nastanek sekundarnih vrtnicev. Na teh primerih vgradnje ventilatorja v ustje so bile izvedene tudi meritve zvočne moči.

Integralne aerodinamske meritve in meritve zvočnih moči so bile izvedene v laboratoriju Hidria Inštitut Klima. Testna postaja za merjenje aerodinamskih lastnosti ventilatorjev omogoča izvedbo meritev po standardu ISO 5801 [14]. Vgradnja ventilatorja v merilno postajo je prikazana na *sliki 2a* za merjenje integralne karakteristike in na *sliki 2b* za merjenje zvočne moči.

Aerodinamska karakteristika podaja odvisnost statičnega tlaka od volumskega pretoka in odvisnost izkoristka ventilatorja od volumskega pretoka na celotnem delovnem območju ventilatorja. Shema merilne postaje za merjenje aerodinamskih karakteristik je prikazana na *sliki 3*. Za določitev aerodinamske karakteristike je potrebno simultano meriti naslednje tlake: (i) diferencialni tlak pred testiranim ventilatorjem in za njim, (ii) diferencialni tlak pred šobo in za njo, za določitev volumskega pretoka q_v in (iii) diferenco tlakov pred šobo in okolico. Uporabljeni so bili trije tlačni senzori tipa Mensor 6100. Za določitev temperature zraka in relativne vlažnosti je bil uporabljen merilnik Vaisala HMT 330, Vaisala PTB 220 pa za določitev barometričnega tlaka. Poleg omenjenih veličin se je s pomočjo merilnika Zimmer LGM450 merila električna



Slika 3. Merilna postaja za merjenje ventilatorjev v skladu z ISO 5801

priključna moč ventilatorja P_{el} in s pomočjo optičnega senzora vrtilna frekvenca ventilatorja n .

Rezultati v obliki aerodinamskih karakteristik, ki so predstavljeni v naslednjem poglavju, so predstavljeni v brezdimenzijski obliki. Parametri aerodinamske karakteristike so definirani z naslednjimi enačbami:

$$\varphi = \frac{4q_v}{\pi D^2 u}, \quad \psi = \frac{2\Delta p_t}{\rho u^2},$$

$$\lambda = \frac{8P_w}{\pi \rho D^2 u^3}, \quad \eta = \frac{\varphi \psi}{\lambda} \quad (1)$$

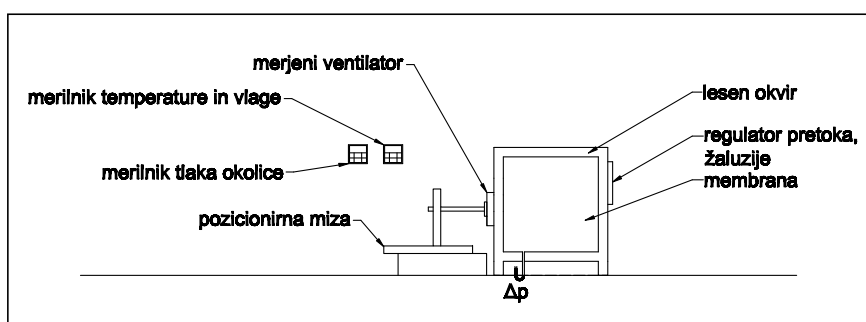
kjer je φ pretočno število, ψ tlačno število, Δp_t totalni tlak (vsota statičnega in dinamičnega tlaka), λ energijski koeficient, P_w vhodna električna moč (kW), η izkoristek, D premer rotorja ventilatorja, ρ gostota zraka in u hitrost.

Merilna negotovost se nanaša na: (i) meritve razlike tlakov s tlačnimi zaznavali, (ii) meritve temperature in razlike tlaka pred šobo za korekcijo gostote, (iii) meritve električne moči ventilatorja z digitalnim analizatorjem, (iv) meritve vrtilne frekvence z optičnim zaznavalom in (v) meritve pogojev okolice (temperature, relativne vlažnosti in barometričnega tla-

ka). Merilna negotovost je definirana za posamezne veličine v skladu s standardom ISO 5801 [14]. Merilna negotovost za volumski tok znaša $\pm 2\%$, za merjenje diferencialnega tlaka $\pm 1,4\%$ in za merjenje električne moči 1% od dejanske vrednosti.

Meritve hrupa so bile izvedene na podlagi že izmerjenih aerodinamskih karakteristik. Izbrane so bile štiri delovne točke ventilatorja v področju med prostim pretokom in sedlom aerodinamske karakteristike. Meritve zvočnih moči so bile narejene na merilni postaji, ki jo prikazuje *slika 4*, nameščeni v odmevnici. Uporabljena odmevnica omogoča izvedbo meritev v skladu s standardom ISO 3741 [15]. Merilna postaja, na kateri je bil pritrjen ventilator, je izdelana v skladu s standardom ISO 10302 [16] in služi kot simulator obremenitve ventilatorja.

Testni ventilator je bil preko konzole pritrjen na pozicionirno mizo. Tlačna diferena Δp pred ventilatorjem in za njim je bila merjena z istimi merilnimi inštrumenti, uporabljenimi pri meritvah aerodinamske karakteristike. Meritve zvočne moči so bile opravljene z merilno opremo proizvajalca Bruel & Kjaer. Uporabljeni so bili: (i) analizator zvoka Bruel & Kjaer 2260



Slika 4. Shema merilne postaje za merjenje hrupa aerodinamskega ventilatorja

s pripadajočima mikrofonoma tipa 4231, (ii) rotacijska stojala za krajevno povprečenje ravni zvočnega tlaka in (iii) zvočni vir. Uporabljena merilna oprema omogoča natančnost meritev znotraj 0,5 dB ravni zvočne moči. Za določitev robnih pogojev sta bila pred meritvijo izmerjena odmevni čas in hrup ozadja. Raven zvočne moči ozadja je znašala 18 dB in je premajhna, da bi lahko vplivala na same rezultate meritev. Zvočna moč ventilatorja je bila izračunana v skladu s standardom [16] po enačbi:

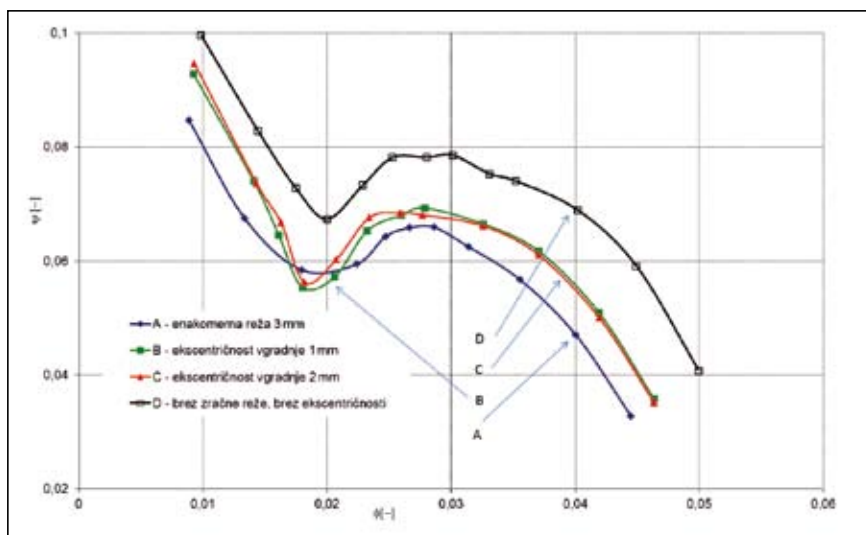
$$L_w = \bar{L}_p + \left\{ 10 \lg A + 4,34 \frac{A}{S} + 10 \lg \left(1 + \frac{Sc}{8Vf} \right) - 25 \lg \left(\frac{427}{400} \sqrt{\frac{273}{273 + \theta}} \frac{B}{101300} \right) - 6 \right\} \quad (2)$$

kjer je L_w raven zvočne moči merjenja, \bar{L}_p povprečna raven zvočnega tlaka, A ekvivalentna absorpcijska površina, S celotna površina sten odmevnice, V volumen odmevnice, f centralna frekvenca merjenega pasu, c hitrost zvoka v odvisnosti od temperature, θ temperatura in B atmosferski tlak. Merilna oprema za merjenje tlačne diference pred ventilatorjem in za njim ter merilna oprema za merjenje okoliških pogojev sta isti kot pri merjenju aerodinamske karakteristike.

■ 3 Rezultati meritev

V tem poglavju so predstavljeni rezultati meritev vpliva ekscentričnosti vgradnje ventilatorja na aerodinamsko in akustično karakteristiko ventilatorja.

Krivulje A, B, C in D na sliki 5 predstavljajo tlačna števila (enačba 1) ventilatorja z različnimi legami vgradnje v ustje. Na sliki 6 so krivulje pripadajočih izkoristkov. Za ugotovitev vpliva ekscentričnosti vgradnje so bile izvedene meritve ventilatorja brez ekscentričnosti vgradnje in z debelino zračne reže po celotnem obodu 3 mm, tj. osnovna lega ventilatorja (krivulja A na sliki 5), ventilator z ekscentričnostjo 1 mm in zračno režo med 2 in 4 mm debeline (krivulja B na sliki 5) in ventilator z ekscentričnostjo 2 mm in debelino zračne reže med 1 in 5 mm (krivulja C na sliki 5). Krivulja D



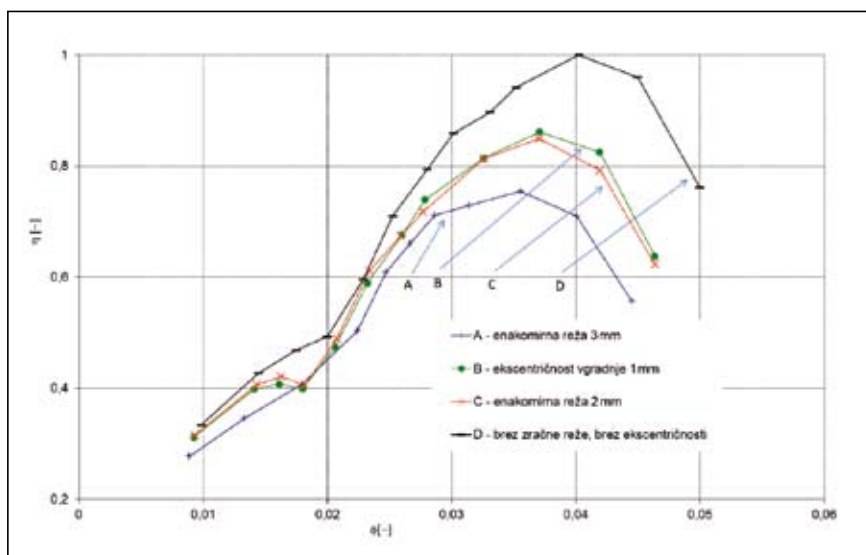
Slika 5. Tlačno-pretočne karakteristike ventilatorjev za različne vgradnje v ustju

na sliki 5 predstavlja aerodinamsko karakteristiko vgradnje ventilatorja v ustju brez zračne reže. Na temenu lopatice je bila pritrjena tkanina, ki je zapolnila prostor zračne reže med ustjem in temenom lopatice ventilatorja, kot je bilo to prikazano na sliki 1a. Iz poteka izkoristka, ki pripada krivulji D na sliki 6, je razvidno, da ima ventilator brez zračne reže za 20 % večji izkoristek in 16 % večje tlačno število kot ventilator s 3 mm debelo zračno režo (izkoristek, ki pripada krivulji A na sliki 6) v delovni točki optimalnega izkoristka.

Z zmanjševanjem zračne reže med temenom lopatice in ustjem ventilatorja se delovna sposobnost ventilatorja povečuje progresivno.

Študija vpliva ekscentrične vgradnje rotorja v ohišje tudi nakazuje, da ima ventilator z enakomerno zračno režo neznatno manjši aerodinamski izkoristek kot ekscentrično vgrajen rotor. Ob tem pa je ugotovljeno, da ima ventilator z enakomernjšo zračno režo mirnejši tek in bolj stabilno delovanje.

Slika 7 prikazuje odvisnost nivoja zvočne moči od pretočnega števila. Nivo zvočne moči pri različnih legah vgradnje ventilatorja v ustje je bil izmerjen v štirih delovnih točkah. Meritve so bile izvedene z merilnim inštrumentom za reguliranje obremenitve ventilatorja. Slika 7 je razvidna razlika med vsemi štirimi vgradnjami ventilatorja. V točki maksimalnega



Slika 6. Karakteristike izkoristkov ventilatorja za različne vgradnje v ustju

izkoristka najmanj zvočne moči emitira ventilator pri vgradnji brez zračne reže (*krivulja D* na *sliki 7*). Najmanjši hrup doseže ravno v področju maksimalnega izkoristka. V tem režimu je natok medija v medlopatici prostoru optimalen in brez motenj, za razliko od ostalih primerov lege vgradnje ventilatorja v ustju (*krivulje A, B in C* na *sliki 7*). V preostalih primerih z zračno režo nastali inducirani vrtnec poveča turbulenco v medlopatici prostoru in posledično poveča generacijo hrupa. Intenziteta hrupa se povečuje s povečevanjem ekscentričnosti vgradnje ventilatorja.

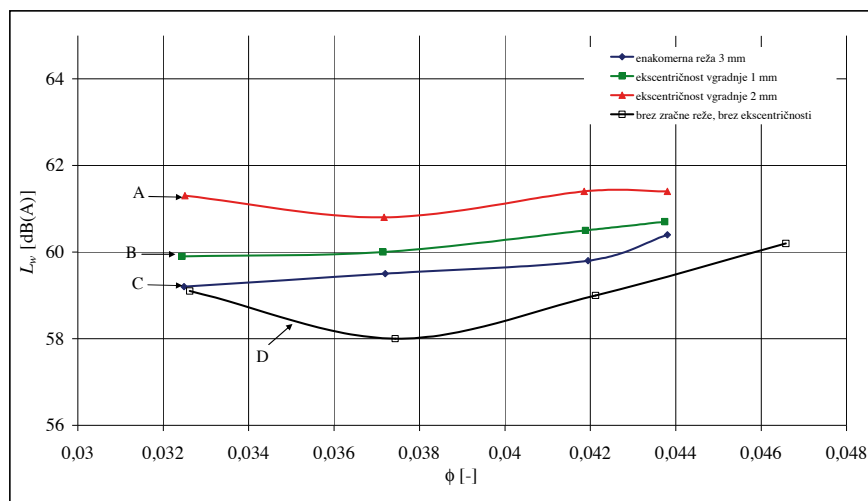
■ 4 Sklep

Iz rezultatov meritev je opazna razlika v aerodinamskih in akustičnih lastnostih med vsemi primeri lege vgradnje ventilatorja v ustje. Pričakovana dobljena razlika v delovni sposobnosti in v izsevani zvočni moči je med vgradnjo ventilatorja, ki je imel enakomerno zračno režo, in med istim ventilatorjem brez zračne reže. Razlika je opazna v aerodinamski karakteristiki in v emitirani zvočni moči ventilatorja. Izkoristek ventilatorja brez zračne reže se je v primerjavi z ventilatorjem s 3 mm debelo zračno režo povečal za 20 % v področju optimalne delovne točke. Kljub višji aerodinamski karakteristiki se nivo zvočne moči v optimalni delovni točki zmanjša za 1 dB.

Ekscentričnost zračne reže vpliva na samo delovanje ventilatorja. Aerodinamski karakteristiki ventilatorja z ekscentričnostjo 1 mm in 2 mm imata rahel trend povečanja, ki pa je v mejah merilne negotovosti. Večja razlika je pri emitirani zvočni moči. S povečevanjem ekscentričnosti se povečuje nivo zvočne moči. Poleg zvočne moči se povečujejo pulzacije, kar se odraža kot nestabilno delovanje ventilatorja.

Viri

- [1] ECK, B., *Design and operation of centrifugal, axial-flow and cross-flow fans*, Pergamon press Ltd., Headington Hill Hall, Oxford, 1973.
[2] ECK, B., *Technische Stromun-*



Slika 7. Akustične karakteristike ventilatorjev za različne vgradnje v ustju

- gslehre*, Springer Verlag, Berlin, 1978.
[3] WALLIS, R. A., *Axial flow fans and ducts*, John Wiley & Sons, 1983.
[4] JANOS, V., GABOR, K., Study of the aero-acoustic and aerodynamic effects of soft coating upon airfoil, *JSME International Journal*, 2006.
[5] FUKANO, T., TAKAMATSU, Y., KODAMA, Y., The effects of tip clearance on the noise of low pressure axial and mixed flow fans, *Journal of Sound and Vibration*, 1986, letn. 2, št. 105.
[6] OH, K. J., KANG, S. H., A numerical investigation of the dual performance characteristics of a small propeller fan using viscous flow calculations, *Computers & fluids*, 1999.
[7] JIANG, C. L., CHEN, J. P., CHEN, Z. J., Experimental and numerical study on aerocoustic sound of axial flow fan in room air conditioner, *Applied acoustics*, 2007.
[8] THOMAS, C., MARC, S., HAUKE, R., Axial flow fan broad band prediction, *Journal of sound and vibration*, 2006.
[9] BLEIER, F. P., *Fan Handbook Selection, Application and Design*, McGraw Hill, New York, 1997.
[10] VENTER, S. J., KROGER, D. G., The effect of tip clearance on the performance of an axial flow fan, *Energy Conversion and Management*, 1992, letn. 2, št. 33, str. 89–97.
[11] FUKANO, T., JANG, C. M., Tip clearance noise of axial flow fans operating at design and off-design condition, *Journal of Sound and Vibration*, 2004, letn. 3–5, št. 275, str. 1027–1050.
[12] KAMEIER, F., NEISE, W., Rotating blade flow instability as a source of noise in axial turbomachines, *Journal of Sound and Vibration*, 1997, letn. 5, št. 203, str. 833–853.
[13] ENGIN, T., GUR, M., SCHOLZ, R., Effects of tip clearance and impeller geometry on the performance of semi-open ceramic centrifugal fan impellers at elevated temperatures, *Experimental Thermal and Fluid Science*, 2006, letn. 6, št. 30, str. 565–577.
[14] ISO 5801:2006, *Fans for general purpose: Part 1 – Performance testing using standardized airways*, 2006.
[15] ISO 3741:1999, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Precision methods for reverberation rooms*, 1999.
[16] ISO 10302:1996 *Acoustics – Method for the measurement of airborne noise emitted by small air-moving devices*, 1996.

Aero-acoustic investigation of the axial fan due to changes of the tip clearance

Abstract: The effect of the changes in eccentricity and the size of tip clearance between the blade tip and the fan casing on the overall performance of an axial flow fan was investigated. An approach which accounts for the installation effects of the axial fan in its complete operating range is employed. In the presented paper, changes in the axial fan pressure coefficient and efficiency are evaluated in its complete operating range, as well as generated noise level at four characteristic working points of the axial fan. The aerodynamic and acoustic investigation is illustrated by applying it to the experimental data generated in a standardized fan test facility. The axial fan used in the experiment had an outlet diameter of 248 mm with a fan's casing inlet diameter of 254 mm. It is concluded that the appropriate tip clearance position can significantly contribute to a higher axial fan aerodynamic characteristic and lowers generated noise level.

Keywords: Axial fan, tip clearance, aerodynamic characteristic, sound power level

Znanstvene in strokovne prireditve

■ Hybridtagung 2011 – Kongres o hibridnih pogonih mobilnih strojev

17. 02. 2011
Karlsruhe, ZRN

Organizator:
– TU Karlsruhe

Tematika:
– praktične izkušnje s hibridnimi pogoni strojev
– električna pogonska tehnika
– obratovalno-gospodarsko vrednotenje hibridnih rešitev
– napredki pri hibridnih komponentah
– tehnologije akumuliranja
– strategije in vodenje hibridnih pogonov

Informacije:
– Lehrstuhl für Mobile Arbeitsmaschinen, Gotthard-Franz-Straße 8, 76131 Karlsruhe, BRD, tel.: + 072-608-8601,
– e-pošta: hybridtagung@mobima.info,
– internet: www.fast.kit.edu/mobima

■ International Exposition for Power Transmission (IFPE 2011) – Mednarodna razstava prenosa moči

22.–26. 03. 2011
Las Vegas, ZDA

Informacije:
– IFPE Exhibit Sales Department
– brezplačni tel.: + (800)867-6060
– tel.: + 1 414-298-4160
– e-pošta: sales@ifpe.com/index.asp

■ International Conference on Fluid Power and Mechatronics (FPM 2001) – Mednarodna konferenca o fluidni tehniki in mehatroniki

17.–20. 04. 2011
Beijing, Kitajska

Informacije:
– <http://www.FPM2011.org>

Pomembni datumi:
– oddaja prispevkov: 30. 01. 2011
– sporočilo o sprejemu prispevkov: 01. 05. 2011
– oddaja dokončane vsebine prispevkov: 30. 05. 2011
– predhodna prijava udeležbe: 30. 05. 2011

■ The 12th Scandinavian International Conference on Fluid Power (SICFP 2011) – Dvanajsta skandinavsko mednarodna konferenca o fluidni tehniki

18.–20. 05. 2011
Tampere, Finska

Informacije:
– profesor Kari T. Koskinen – predsednik SICFP '11
– profesor Matti Vilenius – častni predsednik
– Tampere University of Technology, Department of Intelligent Hydraulics and Automation, P. O. Box 589 FIN-33101 Tampere, Finland
– tel.: + 358-3-3115-2264
– faks: + 358-3-3115-2240
– e-pošta: scifp11@tut.fi
– internet: www.tut.fi/scifp11

Merilni sistem za merjenje lastnosti lamelnih toplotnih prenosnikov

Janez DOLINAR, Vinko BOGATAJ

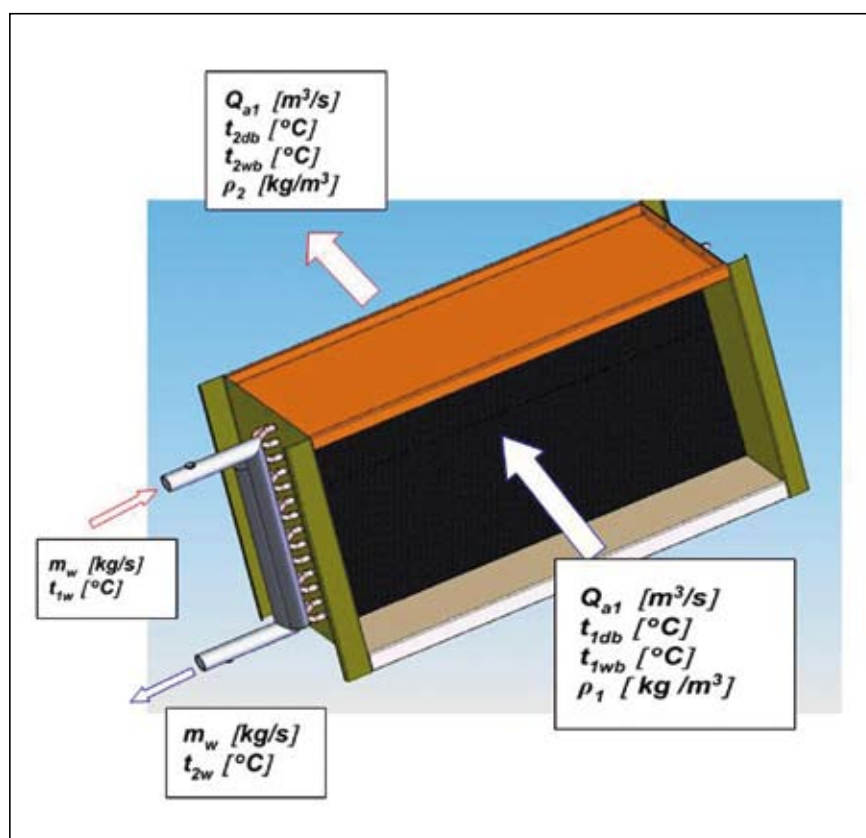
Izvleček: Članek opisuje merilni sistem za merjenje lastnosti lamelnih toplotnih prenosnikov, ki je bil postavljen v družbi Hidria IMP klima, PE Ljubljana. Prikazana je struktura merilnega sistema z metodologijo merjenja in s ključnimi merilnimi napravami oz. sistemi. V članku je obdelana tudi metodologija obvladovanja sposobnosti merilnega sistema in analize merilne negotovosti pri merjenju posameznih veličin.

Ključne besede: merilni sistem za merjenje lamelnih toplotnih prenosnikov, obvladovanje merilnega sistema, merilna negotovost

1 Uvod

V okviru projekta »Spodbujanje razvoja inovacijskega okolja slovenske industrije KGH (HVAC)«, ki je bil sofinanciran iz strukturnih skladov EU (ukrep 1.1) in ga je vodila Fakulteta za strojništvo v Ljubljani [1], je bil v družbi Hidria IMP Klima, PE TP Ljubljana, financiran in postavljen Laboratorij za klimatske naprave, ki obsega med drugim tudi merilno progo za lamelne prenosnike toplote. Za merilno progo smo pripravili opis poteka meritev in usposabljanja za doseg zahtev standarda ASHRAE 33 ter izdelali model analize merilne sposobnosti merilnega sistema in verifikacije merilnih postopkov. V razvoj in izdelavo merilne proge je bilo vključenih več strokovnjakov s področja naprav HVAC. Skupno je

Janez Dolinar, univ. dipl. inž.,
mag. Vinko Bogataj, univ. dipl.
inž., oba Hidria IMP Klima,
d. o. o., Godovič



Slika 1. Prikaz merilne naloge pri grelnikih zraka (Pomen posameznih oznak je opisan v poglavju 8 »uporabljene kratice in oznake«)

bilo za izdelavo načrtov in postavitve merilne proge porabljenih 4173 inženirskih ur. Skupna vrednost investicije v merilno progo za merjenje lastnosti lamelnih toplotnih prenosnikov znaša 236.278 €, od tega je bilo 35 % oz. 82.697 € sofinanciranih iz strukturnih skladov EU.

■ 2 Prikaz merilne naloge

2.1. Merjenje grelnikov zraka

Z meritvami grelnikov zraka (slika 1) želimo ugotoviti, kakšna je toplotna moč v odvisnosti pretoka obeh medijev, vstopne in izstopne temperature na vodni strani ter vstopne temperature, pretoka in vlažnosti zraka na zračni strani. Da bi izmerili karakteristiko prenosnika, moramo te meritve opraviti v več točkah oz. pri več različnih temperaturnih režimih in vlažnostih zraka.

2.2 Merjenje hladilnikov zraka

Pri hladilnikih zraka (slika 2) je merilna naloga podobna, le da se zrak na prenosniku hladi. To posledično povzroči dve pomembni razliki, in sicer:

- drugačni temperaturni režimi na vodni in zračni strani,
- pojav kondenzacije zračne vlage, kar dodatno oteži merjenje

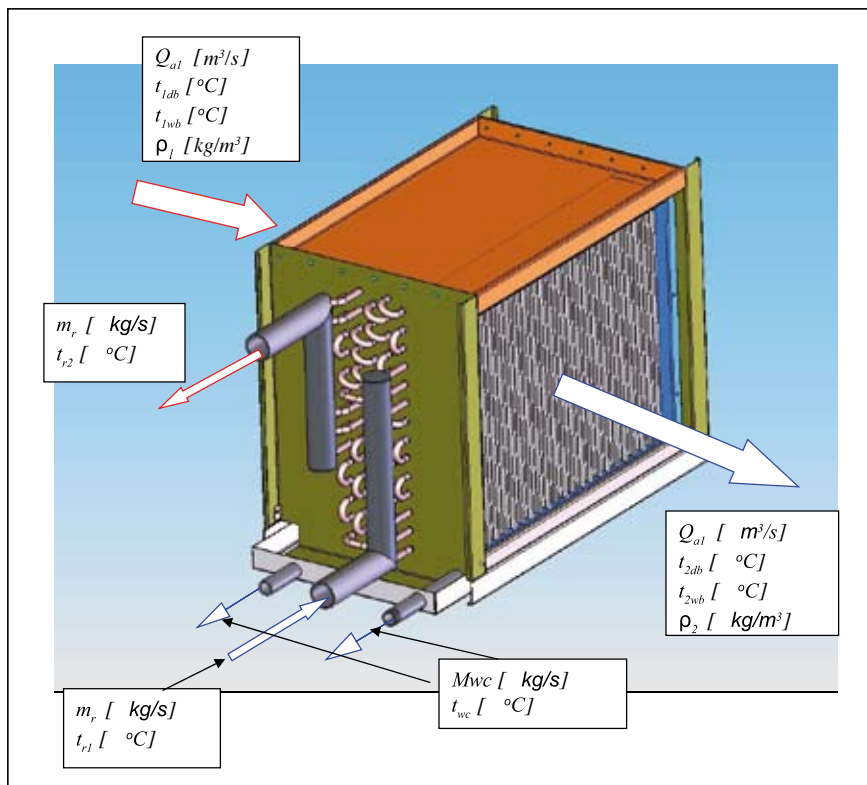
Zaradi pojava kondenzacije zračne vlage je postopek merjenja zahtevnejši. Bistveno večja je zahtevnost merjenja posameznih veličin.

Prikazana merjenja lahko z zadovoljivo natančnostjo izvedemo le na namenski laboratorijski merilni progi.

■ 3 Opis merilne proge in merilnega sistema

3.1 Splošno o merilni progi

Merilna proga je izdelana po zahtevah standardov ASHRAE, predvsem ASHRAE 33-2000, in standardov EN, zlasti EN 17025, EN 1216 in EN 306. Sestavljena je iz kanalskega dela, kjer je vgrajen merjeni prenosnik (leva stran z vstopno in izstopno mrežo tipal), na sredini tega dela je merjeni prenosnik



Slika 2. Prikaz merilne naloge pri hladilnikih zraka (Pomen posameznih oznak je opisan v poglavju 8 »uporabljene kratice in oznake«)

toplote s cevni priključki za medij, in iz merilne pretočne komore s šobami (na desni strani). Smer pretoka zraka je od leve proti desni – slika 3b. Na sliki 3a je smer zraka od desne proti levi (obratno kot na shemi 3b).

V merilno progo so vgrajena tipala za temperaturo, vlago (vlažnostna ali mokra temperaturna tipala), tlak (zračni, vodni, diferenčni) in pretok vode. V merilno pretočno komoro so vgrajena tlačna tipala pred šobami in za njimi. Tipala so preko konektorskih blokov in 96-pinskih kablov vezana na merilni sistem.

3.1.1 Pregled vgrajenih tipal

Tabela 1 prikazuje v merilno progo vgrajena tipala in instrumente. Podatkov o merilnem sistemu z računalnikom in programom za vodenje meritev LabView ni v tabeli. Oznake veličin v rubriki »Merilno mesto« so bile vzete po ASHRAE 33-2000.

Na sliki 4a so prikazani detajli kanalskega dela merilne proge. Na sliki 4b pa je prikazana merilna pretočna komora za merjenje pre-



Slika 3a. Pogled na osnovni del merilne proge, smer zraka od desne proti levi (obratno, kot na shemi 3b)

Tabela 1. Pregled vgrajenih tipal v merilno progo za lamelne prenosnike toplote

št.	Fizikalna veličina	Merilno mesto	Naziv tipala	Zahtevano MO	Območje	Natančnost	Zahtevana natančnost	Izhod	Napajanje
1	Relativni zračni tlak	$P_{N1}(1), P_{A1}(1), P_{N1}(1), P_{A1}(1), P_{N1}(1), P_{A1}(1)$	zračni kanal	LPG 3040-030-13-11	0–15 mbar	0–15 mbar	$\pm 0,25\%$ območja	$\pm 1\%$	4–20 mA 12–55 VDC
2	Relativni zračni tlak	$P_{N2}(4), P_{A2}(4)$	zračni kanal	HD4V8T-10MBD3	0÷8 mbar	-10–10 mbar	$\pm 0,5\%$ območja	$\pm 1\%$	0–10 VDC 16–40 VDC
3	Zračni tlačni padec	$\Delta P_{N1}(1), \Delta P_{A1}(1), \Delta P_{N2}(1), \Delta P_{A2}(1), \Delta P_{N3}(1), \Delta P_{A3}(1)$	zračni kanal	PD 3000-030-13-11	0÷8 mbar	0–15 mbar	$\pm 0,25\%$ območja	$\pm 1\%$	4–20 mA 12–55 VDC
4	Temperatura suhega termometra zraka	$t_{3db}(4), t_{3wb}(4), t_{4db}(4), t_{4wb}(4), t_{N1db}(1), t_{N1wb}(1), t_{N2db}(1), t_{N2wb}(1), t_{N3db}(1), t_{N3wb}(1)$	zračni kanal	Pt100 1/3B ; L=300 mm, fi 6mm	-20 ÷ 60 °C	do 120 °C	$\pm 0,1$ K	$\pm 0,06$ K hlad. $\pm 0,3$ K grel..	Pt 100 1/3B Pt 100 1/3B
5	Temperatura suhega in (vlažnega) termometra zraka	$(t_{3db}, t_{3wb}, t_{4db}, t_{4wb}, T_{N1db}, T_{N1wb}, T_{N2db}, T_{N2wb}, T_{N3db}, T_{N3wb})$	zračni kanal	FNA846	-20 ÷ 60 °C (10 ÷ 90 %RH)	-20÷125 °C (10÷100% RH t>0°C)	$\pm 0,1$ K $\pm 1\%$ RH	$\pm 0,06$ K hlad. $\pm 0,3$ K grel	2xNTC tip N 9 VDC (ventilator) + 2xNTC tip N
6	Vlaga pri temp. pod 0°C	$t_{3wb}(1), t_{4wb}(1), T_{2wb}(1)$	zračni kanal	MT8716K2R4 + kalibracija	(10 ÷ 90 %RH)	5÷98 % RH	$\pm 2\%$ RH	$\pm 0,06$ K	4-20mA 15-24VDC
7	Zračni tlačni padec	$\Delta P_a(4), \Delta P_{ca}(1)$	zračni kanal	HD4V8T-10MBG3	0 ÷ 7 mbar	0–10 mbar	$\pm 0,5\%$ območja	$\pm 1\%$	0-10VDC 16-40 VDC
8	Relativni zračni tlak	$P_{ca1}(1)$	zračni kanal	HD4V8T-20MBD3	0÷18 mbar	-20–20 mbar	$\pm 0,5\%$ območja	$\pm 1\%$	0-10VDC 16-40 VDC
9	Absolutni tlak okolice	$P_b(1)$	zrak okolica	LPA 3040-400-13-11	0,9÷1,1 bar	0 -1,1bar	$\pm 0,25\%$	$\pm 2\%$ absolut. tlaka	4-20mA 12-55V DC
10	Temperatura suhega termometra okolice	$t_{5db}(2)$	zrak okolica	Pt100, FW1, L=300 mm, fi 3mm	10÷35°C	-30 do +400 °C	$\pm 0,13$ °C ½ DIN	$\pm 0,3$ K	Pt 100 Pt 100
11	Masni pretok kapljevine	$m_o(1), m_w, m_v$	voda, para, freoni	F100S129CCAMEZZZZ + ločena elektronika: 1500D3AABMEZZZ	0,04 ÷ 4,11 kg/s 0,04kg/s	Zahtevana natančnost v območju 0,06 ÷ 9,06 kg/s	$\pm 1,52\%$ pri min pretoku 0,04kg/s	$\pm 1\%$ (freoni ± 2%)	4 - 20 mA 19,2-28,2VDC
12	Temperatura tekočine	$t_{21}(1), t_{20}(1), t_{w1}, t_{w2}, t_{v1}, t_{v2}$	voda, para, freoni	Pt100 1/3B, L=200 mm, fi 4mm + 10m kabla	-10 ÷ 200 °C		$\pm 0,1$ K	$\pm 0,06$ K hlad. $\pm 0,3$ K grel..	Pt 100 1/3B Pt 100 1/3B
13	Tlačni padec tekočine	$\Delta P_{vc}(1), \Delta P_{vc}(1), \Delta P_{vc}(1)$	voda, para, freoni	PD 3000-400-13-11	0–1 bar	0–1,0 bar	$\pm 0,25\%$ območja	$\pm 1\%$	4-20mA 12-55 VDC
14	Tlačni padec tekočine	$\Delta P_{vt}(1), \Delta P_{vt}(1), \Delta P_{vt}(1)$	voda, para, freoni	PD 3000-400-13-11	0–5 bar	0–1,0 bar	$\pm 0,25\%$ območja	$\pm 1\%$	4-20mA 12-55 VDC

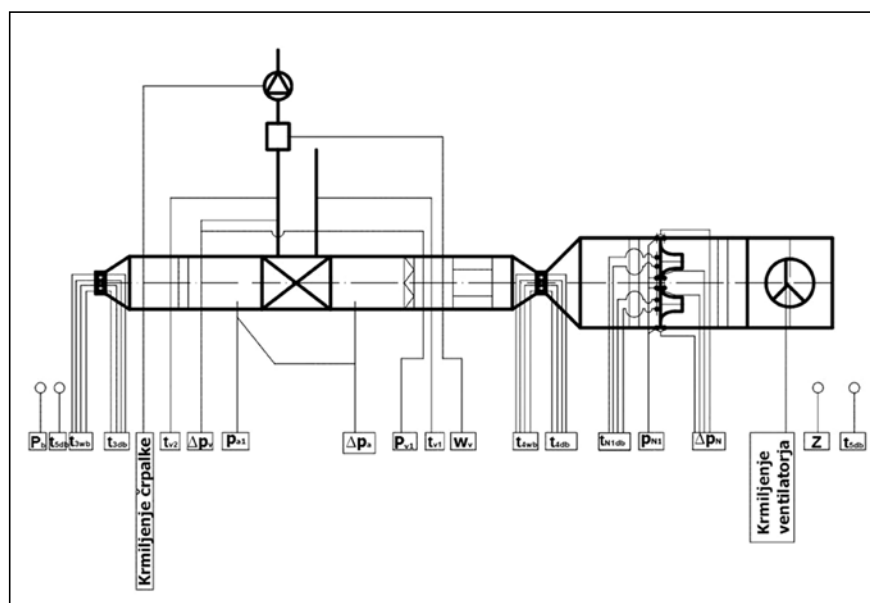
toka zraka z vgrajenimi šobami po ASHRAE 33-2000. Merilni sistem je sestavljen iz merilnih kanalnikov, ki vsebujejo funkcijo merjenja napetosti, tokov, upornosti ipd. in

funkcijo napajanja tipal (npr. pri temperaturnih tipalih napajanje in odčitavanje po 4-žilni uporovni metodi) ter računalnika, ki s pomočjo programa LabVIEW vodi meritve po

programirani proceduri. Območje pretokov zraka merilne proge je od 500 do 6000 m³/h, razpoložljiva moč pri grelnikih je do 70 kW in pri hladilnikih do 40 kW.

3.2 Sistem za pripravo zraka

Sistem za pripravo zraka je enak klasičnemu centralnemu HVAC-sistemu – klimatska naprava za gretje, hlajenje, vlaženje, filtriranje, sistem za pripravo tople in hladne vode. Dodane so bile še dodatne oz. posebne funkcije zaradi zahteve po veliki natančnosti in stabilnosti, kot so: fina regulacija temperature zraka in temperature vode na vstopu v merjeni prenosnik, zalogovnika tople in hladne vode ter zvezno regulirana kotel za toplo in agregat za hladno vodo. Sistem je koncipiran tako, da je možen hiter preklap med različnimi merilnimi programi, regulacija pa tako, da optimira najugodnejšo nastavitvev pri zahtevanih parametrih.



Slika 3b. Shema osnovnega dela merilne proge po ASHRAE 33-2000 z označenimi merilnimi veličinami



Slika 4a. Merilna proga LPT – detajli kanalskega dela: izstopna mreža tipal, merjeni PT in vstopna mreža tipal (smer zraka je iz desne proti levi)



Slika 4b. Merilna proga LPT: merilna pretočna komora za merjenje pretoka zraka z vgrajenimi šobami

3.3 Merilna procedura

Pred meritvijo je treba doseči stacionarno stanje toplotnih in drugih veličin. Odstopanje posamičnih odčitkov merilnih točk zračnih temperatur ne sme presegati $0,6\text{ °C}$ pri hladilniku in $1,1\text{ °C}$ pri grelniku, pri temperaturah mokrega termometra pa $0,3\text{ °C}$. Podobno velja na strani medija (vode). Pri hladilniku mora biti natančnost tipala boljša od $0,1\text{ °C}$, pri grelnikih pa boljša od $0,6\text{ °C}$, pretok medija pa ne sme variirati več kot 1% . Stacionarno stanje mora trajati najmanj pol ure, v tem času pa morajo biti opravljeni najmanj 4 zaporedni odčitki vseh merilnih točk, iz katerih se potem vzame povprečje. Meritev je veljavna, če se toplotna bilanca zračnega in vodnega dela prenosnika ne razlikuje za več kot 5% .

3.4 Meritve

Pri meritvah se odčitki (temperature, tlaki, pretoki) zapišejo v merilno datoteko vsaki 2 sekundi in program Lab-View sproti preračunava tudi vse izvedene veličine, kot so pretoki, hitrosti,

toplotne moči na strani medija (voda) in zračni strani, vključno z bilanco.

Pri prvih meritvah je bilo precej dela, da smo merilno progo usposobili do take mere, da smo dobili prve verodostojne rezultate. Pri sistemu za pripravo zraka in medija je bilo treba zagotoviti dovolj natančno vzdrževanje parametrov (temperatur, pretokov), da je dobil merjeni prenosnik parametre s predpisano natančnostjo in stabilnostjo.

Pri hladilni vodi smo tako z različnimi ukrepi (dodatna tipala, sprememba softvera regulatorja in nastavitvev območij) pri hladilnem agregatu uspeli vzpostaviti zadovoljivo zvezno regulacijo od 0 do 100% , tako da so nihanja temperature v zalogovniku v mejah $\pm 0,2\text{ K}$.

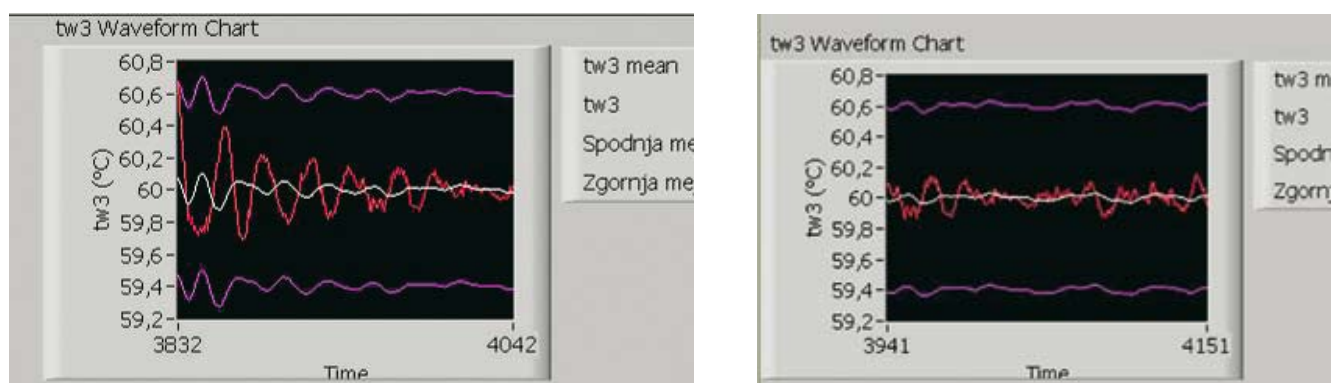
Pri ogrevni vodi so kljub zvezni regulaciji plamena plinskega kotla in primernejši prestavitvi tipala nihanja v zalogovniku še vedno bistveno večja ($\pm 2,5\text{ K}$), vendar smo problem rešili z regulacijskim ventilom, ki zagotavlja dovodno temperaturo v predpisanih mejah $\pm 0,3\text{ K}$ (slika 5).

Izvedli smo serijo meritev hladilnika in grelnika. Med posameznimi meritvami smo izvajali analize rezultatov. V nekaterih primerih smo dosegali v toplotni bilanci razlike, manjše od dopustnih ($< 5\%$), v nekaterih primerih pa je bilanca »ušla«.

Pri tem smo ugotavljali in odpravljali razna odstopanja v merilnih rezultatih in vzdrževanju stacionarnega stanja. Tako smo opazili, da toplotne bilance ni mogoče držati v dopustnih mejah pri vseh obratovalnih točkah. Ker smo domnevali, da bi bil lahko vzrok v merjenju vlage, smo opravili kalibriranje temperaturnih tipal za suho in mokro temperaturo. Po tem posegu se je obratovalno območje z zadovoljivo bilanco povečalo.

Nadalje smo se posvetili medsebojnemu odstopanju merilnih odčitkov zračnega tlaka po preseku merilne proge – relativni in diferenčni tlak čez merjeni prenosnik. S kalibrirnim Betzovim merilnikom smo ugotovili, da tlačni pretvorniki različno kažejo isti tlak. Prav tako smo v merilni pretočni komori preverjali tlačna tipala po dveh poteh: z Betzovim merilnikom tlak v vseh točkah in posredno s preciznim merilnikom s Pitotovo cevjo hitrost na šobah. Po izvedeni kalibraciji in primerjavi obeh hitrosti (izmerjene in preračunane iz tlakov) smo dosegli zadovoljiv rezultat: medsebojna odstopanja merilnih odčitkov zračnega tlaka po preseku merilne proge pri prenosniku in pri šobah so bila v dopustnih mejah (razlike $< 5\%$), prav tako je bilo s primerjavo hitrosti.

Preverjali smo tudi izgube oz. dobitke skozi zračni kanal in cev medija med merjenim prenosnikom toplote in ti-



Slika 5. Umirjanje temperature vode v merjenem prenosniku toplote po začetnem zanihanju (regulacijski ventil)

Tabela 2. Pregled meritev hladilnikov pri običajnih parametrih zraka na merilni progi LPT

Merjenec/ vrsta/ fi /RL/ vrst	qw STD	5tw1	5tw2	5Dpwt	qw	Hi- trost vode	Qa STD	va	t1db	t2db	Fi1	Fi2	qt	Top- lot. bilan- ca	Dpa
	[m ³ /h]	[°C]	[°C]	[kPa]	[kW]	[m/s]	[m ³ /h]	[m/s]	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[kW]	[%]	[kPa]
HV16IV20/4	1,52	6,77	11,94	10,36	9,14	0,73	2924	3,23	27,0	17,5	49,1	83,1	8,5	3,5	0,052
HV16IV20/4	1,42	6,95	11,66	8,50	7,78	0,68	2420	2,68	25,9	16,2	53,9	88,8	7,3	2,9	0,037
HV16IV20/4	2,20	6,37	10,94	21,00	11,68	1,05	2886	3,19	30,2	18,3	36,6	71,7	11,0	0,5	0,042
HV16IV20/4	2,20	6,82	10,80	19,76	10,17	1,05	2490	2,75	29,5	17,2	37,6	74,2	9,6	2,8	0,026
HV16IV20/4	2,21	6,60	11,49	21,18	12,56	1,06	3581	3,96	29,8	19,7	38,5	68,7	11,8	-1,4	0,066
HV16IV20/4	2,22	6,81	10,65	19,96	9,90	1,06	2295	2,54	29,8	16,7	35,7	73,8	9,3	3,4	0,023
HV16IV20/4	2,23	6,76	10,23	21,12	9,00	1,07	2892	3,20	25,0	16,2	48,9	79,5	7,9	-3,6	0,038

pali, ki se v merilnem programu pri izračunu moči sproti izračunavajo.

Ti ukrepi so bili uspešni, tako da smo lahko merili v dovolj širokem območju stanj zraka, kjer smo dosegali rezultate z bilanco obeh tokov v predpisanih mejah. Na tak način smo izvedli več serij meritev grelnikov in hladilnikov zraka.

V nadaljevanju je za ilustracijo pokazanih nekaj izbranih merilnih točk meritve hladilnika. Oznake veličin

so vzete po standardu ASHRAE 33-2000. Tako označevanje smo uporabili zaradi lažje izdelave programa LabView, saj ta standard predpisuje celotno proceduro preračuna rezultatov.

Vendar pa nam kljub vsem posegom ni uspelo doseči predpisane bilance < 5 % med toplotnima tokovima na vodni in zračni strani v vseh obratovalnih območjih. To so območja ekstremno visoke zračne vlage. Tu nam

je uspelo doseči razlike v bilancah okoli 15 % oz. malo čez.

V spodnji tabeli je za ilustracijo pokazanih nekaj izbranih merilnih točk meritve hladilnika z visoko vlago vstopnega zraka.

Pri sistemu za pripravo zraka se je pri meritvah pokazala še ena pomanjkljivost. Pri regulaciji klimatske naprave, ki je v običajnih aplikacijah zelo kvalitetna, je vgrajena tudi protizmr-

Tabela 3. Pregled meritev hladilnikov pri visoki vlagi zraka na merilni progi LPT

Merjenec/ vrsta/ fi /RL/ vrst	qw STD	5tw1	5tw2	5Dpwt	qw	Hi- trost vode	Qa STD	t1db	va	t2db	Fi1	Fi2	qt	Top- lot. bilan- ca	Dpa
	m ³ /h	[°C]	[°C]	[kPa]	[kW]	[m/s]	[m ³ /h]	[°C]	[m/s]	[°C]	[%]	[%]	[kW]	[%]	[kPa]
HV16IV20/4	2,58	7,64	13,95	17,38	18,91	1,23	2.426	31,40	2,68	21,60	68,35	97,32	17,49	-16,28	0,079
HV16IV20/4	2,58	7,45	13,77	17,60	18,99	1,24	2.955	30,46	3,27	21,43	66,80	96,06	17,43	-17,93	0,119
HV16IV20/4	2,57	7,60	13,88	17,87	18,79	1,23	3.727	30,52	4,12	21,87	62,41	93,81	17,43	-15,66	0,187
HV16IV20/4	2,60	7,47	13,82	17,29	19,19	1,24	2.180	32,00	2,41	21,40	68,53	97,20	17,87	-14,78	0,061
HV16IV20/4	2,05	7,35	10,72	11,67	8,05	0,98	2.206	19,41	2,44	13,67	88,66	98,44	7,32	-19,89	0,062
HV16IV20/4	2,06	7,41	12,93	10,47	13,24	0,98	2.273	25,30	2,51	18,11	82,39	98,19	12,23	-16,46	0,066
HV16IV20/4	2,58	7,54	13,33	16,74	17,39	1,23	1.969	33,86	2,18	20,74	57,14	96,83	16,21	-14,52	0,052
HV16IV20/4	2,59	7,55	14,21	16,57	20,07	1,24	2.730	34,49	3,02	22,83	55,98	94,33	18,65	-15,19	0,101
HV16IV20/4	2,59	7,63	15,29	16,66	23,05	1,24	3.617	34,82	4,00	25,02	60,06	94,04	21,47	-14,75	0,186

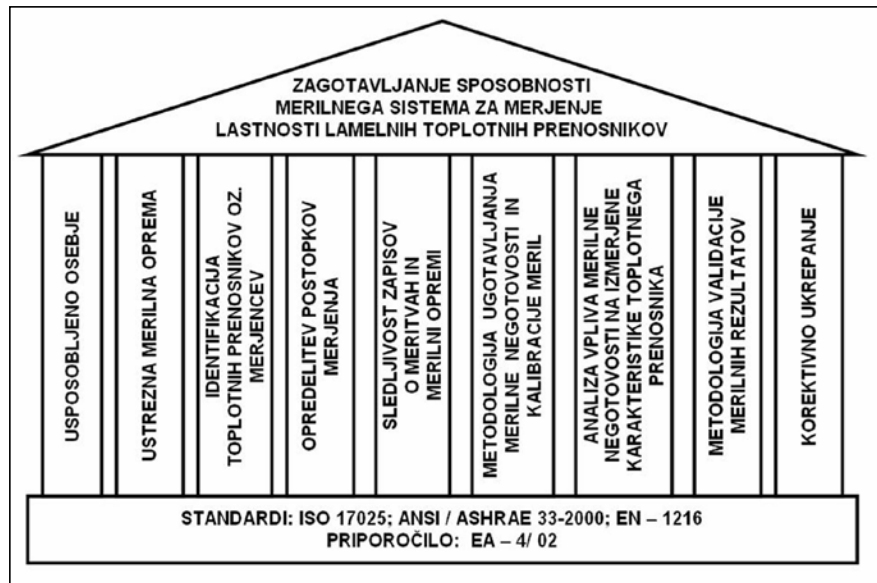
zovalna zaščita grelnika. Ta pa je pri nižjih vstopnih temperaturah lahko tudi ovira, saj zaradi zanesljive varnosti reagira nekoliko prehitro, tako da je pri temperaturah zraka blizu 5 °C težko doseči stacionarno stanje.

Prav tako je pri visokih vlagah težje zagotoviti stacionarno stanje zaradi vlažilnika, ki je za običajne aplikacije tudi zelo kvaliteten, saj je naloga regulacije držati zahtevano vlago v prostoru, pri meritvah pa gre za zahtevane parametre vpiha laboratorijskih toleranc, kar je mnogo težje. To smo pri načrtovanju merilne proge deloma že tudi predvidevali, tako da je bilo taka stanja mogoče obvladati s precizno ročno nastavitvijo.

Tako nam je z vsemi ukrepi le uspelo vzpostaviti uporabno industrijsko laboratorijsko merilno progo za lamelne toplotne prenosnike, ki daje dovolj realne rezultate ob upoštevanju procedure in vseh pridobljenih izkušenj. Za bolj »udobne« meritve pa bo treba še marsikaj postoriti, to pa je itak stalnica dobrega razvoja.

■ 4 Model zagotavljanja sposobnosti merilnega sistema za merjenje toplotnih prenosnikov

Za merjenje lastnosti lamelnih toplotnih prenosnikov smo oblikovali sistem zagotavljanja kakovosti in ugotavljanja sposobnosti merilnega sistema. Sistem je dokumentiran v poslovniku kakovosti laboratorija za klimatske naprave in toplotne prenosnike in je osredotočen na izpolnjevanje zahtev standardov ISO 9001, ISO 17025 in Priporočila EA – 4/02, izpolnjuje pa tudi zahteve relevantnih tehničnih standardov. Model (slika 6) zagotavljanja sposobnosti merilnega sistema za merjenje lamelnih toplotnih prenosnikov temelji na: usposobljenem osebju, sposobni merilni opremi, sistemu identifikacije toplotnih prenosnikov oz. merjencev, sistemu identifikacije primernih postopkov merjenja, sledljivosti zapisov o meritvah in merilni opremi, metodologiji ugotavljanja merilne negotovosti in kalibracije meril, analizi vpliva merilne negotovosti na izmerjene karakteristike toplotnega prenosnika,



Slika 6. Struktura sistema zagotavljanja sposobnosti merilnega sistema za merjenje lastnosti lamelnih toplotnih prenosnikov

metodologiji validacije merilnih rezultatov in na sistemu korektivnega ukrepanja.

■ 5 Ocena merilne negotovosti merilnega sistema za merjenje lamelnih toplotnih prenosnikov

Negotovost meritve je parameter, ki je povezan z merilnim rezultatom in označuje raztros vrednosti, ki jih je mogoče upravičeno pripisati merjeni veličini. Merilno negotovost povzročajo naključni pogoški in nepopolna korekcija rezultata zaradi sistematičnih pogoškov (slika 7).

Merilna negotovost je lastnost merilnega rezultata in veličina, ki predstavlja kakovost meritev, saj označuje razpršenost vrednosti, ki jih je mogoče z določeno verjetnostjo pripisati merjeni veličini. Vsaka negotovost je povezana s standardnim odklonom, zato jo imenujemo tudi standardna negotovost. Kakovost merilnega rezultata se po [2] praviloma podaja s standardno negotovostjo u , če pa želimo imeti večjo ver-

jetnost, to je večje zaupanje v to, da prava vrednost leži v območju, ki ga podaja negotovost, uporabimo razširjeno negotovost U .

Na podlagi dokumenta Evropske akreditacije EA-4/02 [2] ločimo 2 tipa merilnih negotovosti:

- negotovosti tipa A, ki so določene s pomočjo statistične obdelave merilnih rezultatov,
- negotovosti tipa B, ki so določene s pomočjo drugih (nestatističnih metod).

Razlika med obema tipoma je določena na osnovi praktičnih postopkov ugotavljanja in izračuna negotovosti.



Slika 7. Prikaz merilnih pogoškov [11]

5.1 Ugotavljanje merilne negotovosti

5.1.1. Ugotavljanje merilne negotovosti tipa A

Vrednotenje merilne negotovosti tipa A lahko uporabimo, če smo ob enakih merilnih pogojih opravili več neodvisnih opazovanj – meritev vhodne veličine. Če je zaznavnost merilnega procesa zadovoljiva, bomo opazili raztros merjene veličine.

$$s^2(\bar{q}) = \frac{s^2(q)}{n} \quad (5.1)$$

Standardna negotovost $u(\bar{q})$ približka vhodne veličine je eksperimentalna standardna deviacija povprečja približka vhodne veličine \bar{q}

$$u(\bar{q}) = s(\bar{q}) \quad (5.2)$$

Če so meritve zanesljive in pod statistično kontrolo, lahko uporabimo kombinirano oceno variance S_p^2 , ki v tem primeru predstavlja boljše oceno raztrosa kot standardni odklon, dobljen iz manjšega števila meritev. V tem primeru je varianca aritmetične srednje vrednosti enaka

$$s^2(\bar{q}) = \frac{S_p^2}{n} \quad (5.3)$$

5.1.2 Ugotavljanje merilne negotovosti tipa B

Tip B ugotavljanja standardne merilne negotovosti je ugotavljanje negotovosti, povezane s približkom vhodne veličine x_i , merilne veličine X_i , drugače kot s statistično analizo serij opazovanj. Standardno negotovost $u(x_i)$ ugotavljamo na osnovi znanstvene ocene vseh razpoložljivih informacij o variabilnosti X_i . Vrednosti, ki spadajo v to kategorijo, so:

- podatki o prejšnjih meritvah,
- izkušnje in splošno znanje o obnašanju in lastnostih relevantnih materialov in instrumentov,
- specifikacije proizvajalcev,
- podatki, pridobljeni pri kalibraciji in ostali certifikati,
- negotovosti, dodane referenčnim podatkom, vzetih iz literature (priročnikov).

Dobro utemeljeno ugotavljanje standardne merilne negotovosti tipa B je lahko bolj zanesljivo od ugotavljanja negotovosti tipa A, še posebej če ugotavljanje merilne negotovosti tipa A temelji na majhnem številu neodvisnih statističnih opazovanj. Razlikovati je potrebno naslednje primere:

a) Ko je za vhodno veličino X_i poznana samo posamezna vrednost (posamezna izmerjena vrednost, rezultat predhodnih meritev, referenčna vrednost iz literature ali vrednost korekcije), bomo to vrednost uporabili za x_i . Standardna negotovost $u(x_i)$, povezana z x_i , naj bo prevzeta, če je podana. Drugače jo je potrebno izračunati iz nedvoumnih podatkov o negotovosti. Če tovrstni podatki niso razpoložljivi, je potrebno negotovost določiti na osnovi izkušenj.

b) Ko verjetnostno porazdelitev veličine X_i predpostavimo na osnovi teorije ali izkušenj, bomo pričakovane vrednosti upoštevali kot približek x_i oz. kot standardno negotovost $u(x_i)$.

c) Če za vrednost veličine X_i lahko ocenimo samo zgornjo in spodnjo mejo a_+ in a_- (specifikacije proizvajalcev merilnih instrumentov, temperaturna območja, zaokroževanja pri avtomatski redukciji podatkov, distribucije s konstantno gostoto med mejami), je potrebno predpostaviti možne variabilnosti vhodne veličine X_i . Glede na točko (b) dobimo

$$x_i = \frac{1}{2}(a_+ + a_-) \quad (5.4)$$

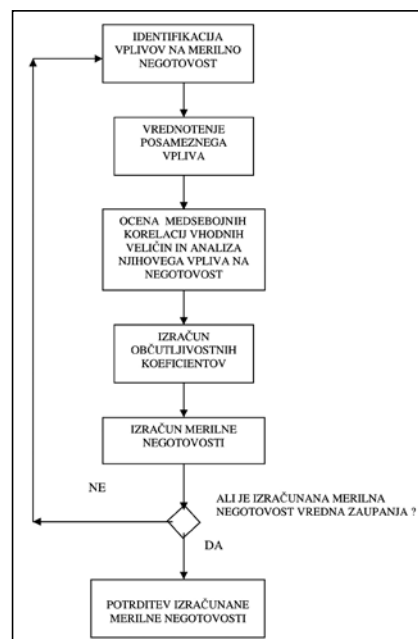
za ocenjeno vrednost in

$$u^2(x_i) = \frac{1}{12}(a_+ - a_-)^2 \quad (5.5)$$

za standardno negotovost. Če razliko med mejami označimo z $2a$, dobimo enačbo

$$u^2(x_i) = \frac{1}{3}a^2 \quad (5.6)$$

Pravokotna porazdelitev je logičen verjetnostni opis nezadostnega znanja o vhodni veličini X_i in odsotnosti informacij o variabilnosti, razen mej variabilnosti. Če je znano, da veličina pogosteje zavzame vrednosti blizu centra kot blizu mej, je bolj primerena trikotna porazdelitev. V primerih, ko je poznano, da veličina pogosteje zavzame vrednosti blizu mej, je bolj primerena porazdelitev U-.



Slika 8. Postopek ugotavljanja merilne negotovosti

5.2 Izvedba analize merilne negotovosti posameznih veličin

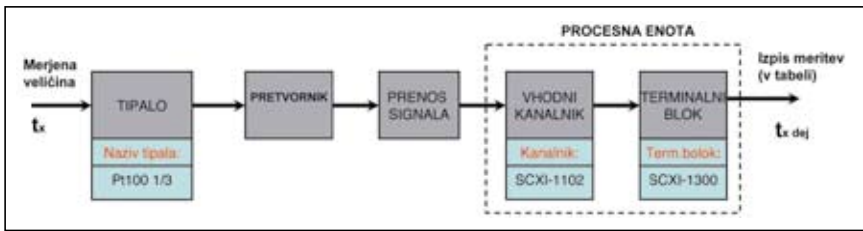
Pri izvedbi analize merilne negotovosti posameznih merjenih veličin smo postopali po enotni metodologiji (slika 8). Analizo merilne negotovosti smo izvedli za vse relevantne merilne sisteme.

5.3 Primer izračun merilne negotovosti pri meritvi temperature suhega termometra na zračni strani

Kalibracijo merilnega seta za merjenje temperature suhega termometra na zračni strani (slika 9) izvajamo pred začetkom meritev v 3 (treh) merilnih točkah znotraj pričakovanega območja merjenja. V vsaki točki opravimo 5 meritev. Primerjamo razliko povprečnih vrednosti izmerjenih temperatur glede na referenčni termometer. Standardni odklon izmerjenih vrednosti upoštevamo pri izračunu merilne negotovosti, pri tem upoštevamo tisto skupino meritev, pri katerih je raztros največji.

Dejansko temperaturo zraka lahko, na osnovi identificiranih virov merilne negotovosti napišemo v obliki enačbe:

$$t_x = t_m + (t_s - t_m) + \delta t_s + \delta t_{DS} + \delta t_{ix} + \delta t_R + \delta t_A + \delta t_H + \delta t_V$$



Slika 9- Merilna veriga pri merjenju temperature suhega termometra na zračni strani

Kjer je:

t_x – dejanska temperatura

t_m – temperatura merilnega termometra

t_s – temperatura referenčnega termometra

δt_s – temperaturna korekcija zaradi merilne negotovosti referenčnega termometra

δt_{DS} – temperaturna korekcija zaradi »drifta« referenčnega termometra

δt_{DX} – temperaturna korekcija zaradi »drifta« merilnega termometra

δt_{ix} – temperaturna korekcija zaradi omejene natančnosti merilno - kalibracijskega seta

δt_R – temperaturna korekcija zaradi radialne nelinearnosti temperaturnega profila

δt_A – temperaturna korekcija zaradi aksialne nelinearnosti temperaturnega profila

δt_H – temperaturna korekcija zaradi histereznega učinka

δt_v – temperaturna korekcija zaradi temperaturne nestabilnosti merilno - kalibracijskega seta

Pri meritvi temperature suhega termometra na zračni strani nismo identificirali korelacij vhodnih veličin. Kalibracijo smo izvedli pri treh temperaturnih režimih, in sicer pri 18, 25 in 32 °C. Največji raztros smo dobili pri temperaturnem režimu 25 °C. Dobili smo naslednje vrednosti:

Tabela 4. Tabela izmerjenih vrednosti pri meritvi raztrosa temperatur suhega termometra

št	t_s [°C]	t_m [°C]	$t_s - t_m$ [°C]
1	25,11	25,1	0,01
2	25,05	25,0	0,05
3	25,01	25,0	0,01
4	24,97	25,0	-0,03
5	24,93	24,9	0,03

Aritmetična sredina: $\bar{\delta t} = 0,0140$ [°C]

Standardni odklon: $s(\delta t) =$

$$0,0296 \text{ [°C]} ; u = \frac{s}{\sqrt{5}} = \frac{0,0296}{\sqrt{5}} = 0,0132 \text{ [°C]}$$

Na osnovi dosedaj narejenih analiz in izkušenj smo prišli do naslednjih odstopanj :

δt_s - iz kalibracijskega certifikata izhaja vrednost razširjene merilne negotovosti $U = 0,03$ [°C]; $\delta t_{DS} = 0,01$ [°C]; $\delta t_{ix} = 0,01$ [°C]; $\delta t_R = 0,03$ [°C]; $\delta t_A = 0,02$ [°C]; $\delta t_H = 0,01$ [°C]; $\delta t_v = 0,01$ [°C]. Viri merilne negotovosti so podani v tabeli 5:

Tabela 5. Viri merilne negotovosti pri meritvi temperatur suhega termometra

Veličina X_i	Ocenjena vrednost x_i [°C]	Standardna merilna negotovost $u(x_i)$ [°C]	Porazdelitev	Koeficient občutljivosti c_i	Prispevek k negotovosti $u_i(y)$ [°C]
δt_s	0,0150	0,015	normalna	1,0	0,015
δt_{DS}	0,01	0,0057	pravokotna	1,0	0,0057
δt_{ix}	0,01	0,0057	pravokotna	1,0	0,0057
δt_R	0,03	0,0173	pravokotna	1,0	0,0173
δt_A	0,02	0,0115	pravokotna	1,0	0,0115
δt_H	0,01	0,0057	pravokotna	1,0	0,0057
δt_v	0,01	0,0057	pravokotna	1,0	0,0057
$s(\delta t)$	0,0132	0,0132	normalna	1,0	0,0132
t_x	°C				0,0309

Aritmetično sredino in standardni odklon merjenih veličin smo izračunali na 4 decimalke natančno, čeprav je odčitek instrumentov v stotinkah. Na ta način smo se izognili vplivu računskih netočnosti.

Standardno merilno negotovost pri merjenju temperatur suhega termometra smo izračunali tako, da smo posamezne prispevke sešteli po enačbi:

$$u(y) = \left(\sum_{i=1}^N u_i^2(y) \right)^{1/2} \quad (5.7)$$

Standardno merilno negotovost pri merjenju temperatur suhega termo-

metra bomo zaokrožili na tri decimalke in znaša **0,031 [°C]** oz. **0,031 [K]**. Zgoraj prikazano metodologijo izračuna merilne negotovosti smo naredili za vse merjene veličine. V tabeli 6 so prikazane dobljene vrednosti merilnih negotovosti za posamezne veličine.

6 Vpliv natančnosti izmerjenih veličin na odstopanja lastnosti lamelnih toplotnih prenosnikov

Merilna negotovost izmerjene veličine se v karakteristiki toplotnega prenosnika ne odraža vedno v linearnem deležu glede na izmerjeno vrednost, saj povezava med izmerjeno vrednostjo in karakteristiko ni linearna, ampak je odvisna od funkcijske relacije. To funkcijsko relacijo imenujemo tudi modelna funkcija. Merilne negotovosti izhodnih veličin $u(y)$, npr. izmerjenih temperatur, vstopajo v enačbo

za izračun določene karakteristike toplotnega prenosnika, npr. toplotne moči, kot merilne negotovosti vhodnih veličin. Merilna negotovost izmerjene karakteristike, npr. toplotne moči u_{qf} bo podana z enačbo

$$u_{qf} = c_i u(y) \quad (6.1)$$

$$u^2(y) = \sum_{i=1}^N u_i^2(y) \quad (6.2)$$

kjer je c_i koeficient občutljivosti izhodne veličine y_i . Matematično je to parcialni odvod modelne funkcije f po izhodni veličini Y_i v točkah izhodnih približkov y

Tabela 6. Tabela merilnih negotovosti merilne proge za merjenje lastnosti lamelnih toplotnih prenosnikov

Merjena veličina	Zahteve standarda ASHRAE 33/ EN 1216		Ugotovljena standardna merilna negotovost merilne proge
	Zahtevana merilna točnost	Dopustna standardna merilna negotovost	
Meritve temperatur na zračni strani (grelniki)	±0,3 K (ASHRAE 33)	±0,3 K/√3 = 0,173 K	0,031 K
Meritve temperatur na zračni strani (Hladilniki)	±0,06 K (ASHRAE 33)	±0,06 K/√3 = 0,035 K	0,031 K
Meritve temperatur vlažnega termometra na zračni strani (Grelniki)	±0,3 K (ASHRAE 33)	±0,3 K/√3 = 0,173 K	0,041 K
Meritve temperatur vlažnega termometra na zračni strani (Hladilniki)	±0,06 K (ASHRAE 33)	±0,06 K/√3 = 0,035 K	0,041 K
Meritev temperatur kapljev	±0,3 K (ASHRAE 33)	±0,3 K/√3 = 0,173 K	0,027 K
Meritev relativnih tlakov na zračni strani	±5 Pa. (ASHRAE 33)	± 5 Pa /√3 = 2,88 Pa	1,493 [Pa]
Meritev pretokov na zračni strani	±2 % nominalnega pretoka (EN 1216)	± 2% /√3 = 1,154 % nominalnega pretoka	0,574 % nominalnega pretoka
Meritev pretokov na vodni strani	±1 % nominalnega pretoka (EN 1216)	± 1 % /√3 = 0,577% nominalnega pretoka.	0,096% nominalnega pretoka

$$c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i} = \frac{\partial f}{\partial X_i} \Big|_{Y_1=y_1 \dots Y_N=y_N} \quad (6.3)$$

Navedeni koeficient občutljivosti moramo pri vsaki veličini karakteristike izračunati za vse merjene veličine, ki jih vsebuje modelna funkcija.

■ 7 Zaključek

Prikazana industrijska laboratorijska merilna proga za merjenje lamelnih prenosnikov toplote je ob upoštevanju merilne procedure in vseh pridobljenih izkušenj primerna za ugotavljanje lastnosti toplotnih prenosnikov in izboljšavo njihovih tehničnih lastnosti na osnovi rezultatov izvedenih meritev.

S prikazanim modelom analize sposobnosti merilne proge za merjenje lamelnih toplotnih prenosnikov smo merilno negotovost merilnega sistema analizirali kot merilno negotovost tipa A, kadar je bilo možno prispevek k merilni negotovosti ugotoviti s statistično obdelavo meritev. Če pa prispevka k merilni negotovosti ni bilo možno dobiti iz statistične obdelave meritev, smo ga

obravnavali kot merilno negotovost tipa B [2].

Ugotovili smo, da merilna sposobnost pri vseh veličinah ustreza zahtevam standarda ASHRAE 33-2000 in EN1216, le pri meritvi temperatur vlažnega termometra na zračni strani hladilnika je standardna merilna negotovost merilne proge malenkost višja, kot jo zahtevata navedena standarda (namesto zahtevanih 0,035 K znaša standardna merilna negotovost 0,041 K).

Pri merilni progi bo treba odpraviti še nekatere pomanjkljivosti, predvsem pri korekciji regulacije za lažje in hitrejše doseganje stacionarnega stanja nasploh, še posebej pa v območju vstopnih temperatur pod 8 °C, in izboljšati doseganje toplotne bilance pri visokih vlažnostih vstopnega zraka (nad 15 g/kg).

Stranski »produkt« pri usposabljanju merilne proge za doseganje zahtev standarda ASHRAE 33 je agregat hladilne vode z zvezno regulacijo hladilne moči od 0–100 % z doseganjem stabilnega stanja temperature v zalogovniku v mejah ±0,2 K pri napajanju

porabnika (merjeni prenosnik toplote) po celem območju moči.

Viri

- [1] POREDOŠ, Alojz, DOLINAR, Janez., Razvoj inovacijskega okolja slovenske industrije KGH: projekt. Podprojekt/aktivnost 3, Razvoj elementov energetske varčnosti in okolju prijaznih KGH-sistemov: zaključno poročilo RR_Z11/08. Ljubljana: IMP Klimat, d. d., 2008, 98 f.
- [2] EA-4/02. Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration. European co-operation for Accreditation.
- [3] BOGATAJ, Vinko, DOLINAR, Janez. Zagotavljanje merilne sposobnosti pri merjenju lastnosti lamelnih toplotnih prenosnikov = Providing measuring capability in measuring the characteristics of fin heat exchangers. V: TUŠEK, Jaka (ur.), REMEC, Janko (ur.). *Klimatske spremembe – izzivi hlajenju: zbornik prispevkov*. Ljubljana: SDHK, 2008, str. 91–102.
- [4] DOLINAR, Janez, BOGATAJ, Vinko. Merilna negotovost pri meritvi lamelnih toplotnih prenosnikov. V: *Slovene Klima forum, Godovič, Slovenija, 28. september 2006*.
- [5] ANSI/ASHRAE Standard 33 – 2000. Method of Testing Forced Circulation Air Cooling and Air Heating Coils, Atlanta 2000.
- [6] ASHRAE Standard 41.1 – 1986. Standard Measurements Guide – Section on temperature measurements, Atlanta 1991.
- [7] ASHRAE Standard 41.2 – 1987. Standard Methods for Laboratory Airflow Measurement, Atlanta 1991.
- [8] ASHRAE Standard 41.3 – 1989. Standard Method for Pressure Measurement, Atlanta 1991.
- [9] EN 1216, 1998. Heat Exchangers – Forced Circulation Air-Cooling and Air-Heating Coils – Test Procedures for Establishing the Performance.
- [10] SIST EN ISO / IEC 17025: 2005. Splošne zahteve za usposobljenost preizkuševalnih in kalibracijskih laboratorijev.

[11] DRNOVŠEK, Janko, BOJKOVSKI, Jovan, GERŠAK, Gregor, PUŠNIK, Igor. Metrologija Študijska skripta, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana 2005.

[12] Mednarodni slovar osnovnih in splošnih izrazov s področja meroslovja, Urad za standardizacijo in meroslovje, Ljubljana 1999.



Measuring System for Measuring the Characteristics of Fin Heat Exchangers

Abstract: The following article describes a measuring system for measuring the characteristics of fin heat exchangers, that was introduced in the company IMP Klima BU Ljubljana. It presents a measuring system structure by the use of a measuring methodology and key measuring devices or systems. The article also discusses a methodology of a control capability of a measuring system and analysis of measuring uncertainty in measuring of individual sizes.

Keywords: measuring system for measuring fin heat exchangers, control of measuring system, measuring uncertainty

Uporabljene kratice in oznake

Oznake merjenih veličin

Q_{a1} – volumski pretok zraka preko toplotnega prenosnika
 t_{1db} – temperatura suhega termometra zraka pred prenosnikom
 t_{2db} – temperatura suhega termometra zraka za prenosnikom
 t_{1wb} – temperatura mokrega termometra zraka pred prenosnikom
 t_{2wb} – temperatura mokrega termometra zraka za prenosnikom
 ρ_1 – gostota zraka pred prenosnikom
 ρ_2 – gostota zraka za prenosnikom
 m_w – pretok medija na vodni strani grelnika
 m_r – pretok medija na vodni strani hladilnika

t_{1w} – temperatura medija na vodni strani pred vstopom v grelnik
 t_{2w} – temperatura medija na vodni strani ob izstopu iz grelnika
 t_{r1} – temperatura medija na vodni strani pred vstopom v hladilnik
 t_{r2} – temperatura medija na vodni strani ob izstopu iz hladilnika
 M_{wc} – pretok (izločanje) kondenza
 t_{wc} – temperatura kondenza
 Δp_w – padec tlaka na vodni strani prenosnika
 Δp_N – padec tlaka na zračni strani
 Δp_a – padec tlaka na zračni strani prenosnika
 P_N – relativni zračni tlak
 t_{db} – temperatura suhega termometra
 twb – temperatura vlažnega termometra

Ostale oznake

Y – ocena (približek) izhodne merjene veličine
 X – ocena (približek) vhodne veličine
 P, Q – opazovani veličini
 q – aritmetično povprečje individualnih opazovanj veličine q_i
 s^2 – varianca
 u – standardana merilna negotovost
 k – faktor pokritja
 U – razširjena merilna negotovost
 w – relativna merilna negotovost
 $u(x_i)$ – merilna negotovost vhodne veličine
 $u(y_i)$ – merilna negotovost izhodne veličine
 c_i – koeficient občutljivosti





Avtomatizacija, centralno nadzorni sistemi, servis in vzdrževanje, termosolarni sistemi in sončne elektrarne





3 industrijski forum 2011

Inovacije, razvoj, tehnologije

Forum znanja in izkušenj

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

Priznanje TARAS

Priznanje TARAS podeljuje organizator Industrijskega foruma IRT in izdajatelj strokovne revije IRT3000 za najuspešnejše sodelovanje znanstvenoraziskovalnega okolja in gospodarstva na področju inoviranja, razvoja in tehnologij.

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, 6. in 7. junij 2011

Pokrovitelji dogodka:

Power and productivity
for a better world™



Sponzor dogodka (2010):



Jama agencija
Republika Slovenije
za podjetništvo
in tuje investicije



Ministrstvo za gospodarstvo

Avtomatiziran nadzor delovanja s sistemom RunSafe

Rok DOLINAR

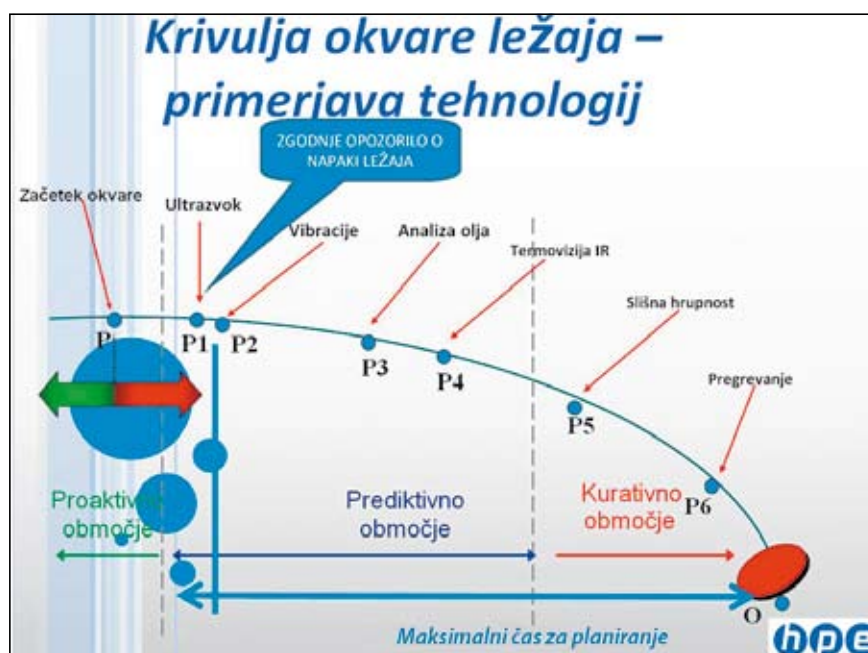
Živimo v času, ko je energija vse dražja, zato se njeni učinkoviti rabi namenja vedno več pozornosti. Zanesljivo in trajno delovanje naprav je nujnost. Okvare, ki nastanejo kot posledica različnih vplivov, so lahko velikokrat zelo drage. Podjetja se usmerjajo v zniževanje stroškov in optimizacijo proizvodnje in želijo nadzorovati ter predvidovati delovanje proizvodnih sistemov. Zato je smiselno razvijati nove in inovativne tehnologije, ki poleg energetske učinkovitosti omogočajo tudi nadzor nad delovanjem in preventivno vzdrževanje.

Najpogostejše težave so izpadi proizvodnje kot posledica strojelomov ali drugih napak na strojih. Zato je dobro poznati vzroke za okvare in možnosti njihovega zgodnjega odkrivanja. Za primer okvare ležaja so prikazane možne tehnologije odkrivanja obrabe in odpovedi v posameznih obdobjih delovanja (slika 1).

RunSafe je namenjen za sprotno in zgodnje zaznavanje možnih napak na strojih in vključuje ultrazvočne senzorje (detektorje) za zaznavanje vibracij ter prenos in obdelavo informacij na daljavo preko GSM/GPRS (slika 2).

Ultrazvočni senzor zazna tresenje kompresorskih blokov oziroma ležajev. Podatki se beležijo in shranjujejo v lastni spomin digitalnega registratorja ter primerjajo z vnaprej nastavljenimi mejnimi vrednostmi. Pri tem se ugotovijo morebitne nepravilnosti, ki v praksi lahko pomenijo prihajajočo okvaro.

Opozorila oziroma stanja naprave se nato preko SMS-obveščanja (tudi



Slika 1. Potek okvare ležaja in posamezne kritične točke (P1–P6)

na ukaz) pošiljajo na mobilni telefon, zabeleženi podatki pa na elektronsko pošto s pomočjo GPRS-podatkovne storitve.

V primeru odstopanja se pošlje takojšnje opozorilo o prekoračitvah

mejnih vrednosti. Tako je v vsakem trenutku na voljo informacija o obratovanju naprave, kar je predvsem pri nekoliko obrabljenih strojih ključnega pomena. Sistem ima tudi relejni izhod za samodejni izklop naprave v sili, kar še dodatno poveča stopnjo varnosti. V primeru trajne prekoračitve mejnih vrednosti se aktivira izhod, ki izklopi problematično napravo! Sistem RunSafe omogoča priklop do 4 analognih senzorjev in

Rok Dolinar, dipl. inž., HPE,
d. o. o., Ljubljana

RunSafe



Slika 2. Zgradba sistema RunSafe

ga lahko uporabimo tudi za merjenje drugih veličin.

Ultrazvočni senzorji ULTRA-TRAK 750 merijo tresenje delov stroja in so namenjeni za neprekinjen nadzor oziroma merjenje. Senzor ima analogni in tudi heterodinski zvočni izhod, ki je proporcionalen merjenemu ultrazvoku (slika 3).



Slika 3. Ultrazvočni senzor Ultra Trak 750 (a) in namestitev na okrov stroja (b)

Senzor pasivno nadzoruje ultrazvočni signal, ki ga oddaja merjena oprema. Tipični primeri uporabe so:

- odkrivanje puščanja ventilov;
- nadzor delovanja ležajev (vključno z opozorili o mazanju ležajev);
- odkrivanje iskrenja in prebojev v preklopni opremi;
- detekcija delnih praznitev (*partial discharge detection*);
- nadzor izpadov pretokov medijev (trdnih in tekočih) oz. spremljanje delovanja ventilov, ki nadzorujejo pretoke tekočin;
- odkrivanje oz. spremljanje kavitacije v ležajih, črpalkah in ventilih;
- opozorilo o izpadih naprav.

Nastavimo osnovni prag med širokim, to je 120-decibelnim razponom. Ko je ta prag nastavljen, senzor nadzoruje spremembe amplitude ultrazvočnega signala z območjem razpona 40 decibelov.

Senzor oziroma merilna sonda je priključena na digitalne vhode in izhode modula GSM/GPRS (slika 4), ki oddaja SMS-sporočila. Tako je mogoče spremljati delovanje stroja. Preko digitalnega izhoda lahko napravo izklopimo, preko dodatnega digitalnega izhoda pa jo lahko tudi zaženemo. Tako imamo poleg zagotavljanja zgodnjega opozarjanja na mehanske okvare ležajev kompresorjev in motorjev tudi možnost spremljanja delovanja (aktivnosti) naprav ter daljinskega nadzora preko SMS-sporočil.

Postopek montaže je enostaven, saj namestimo senzor za merjenje nihanj na okrov naprave, kamor z uporabo posebnega lepila na osnovi epoksidnih smol pritrdimo kovinski nosilec. Te točke predhodno določi proizvajalec, saj se na njih opravljajo tudi letne SPM-meritve ležajev.

Meritve se izvajajo pri vsakem rednem servisu naprave in sčasoma se pokaže trend vibracij, ki, dokler so v mejah normale, kažejo na normalno stanje ležaja. Poročila o rednih pregledih ležajev kompresorja dajejo tudi dokaz o rednih servisnih pregledih v primeru zavarovalniškega povračila stroškov ali uveljavitev garancijskih pogojev naprave.

Sistem je zaradi velike zanesljivosti in cenovne sprejemljivosti uporaben v številnih industrijskih panogah, kjer predstavlja nepogrešljiv podporni pripomoček za varno delovanje strojev. Najpogosteje pa se uporablja za spremljanje delovanja ležajev in rotirajočih komponent ter zagotavljanje zgodnjega opozarjanja na mehanske okvare ležajev kompresorjev in motorjev.

Podatki o vibracijah se vzorčijo vsakih 10 sekund (oz. po želji uporabnika do najmanj 1 sek.) in se shranjujejo v lastni spomin GSM/GPRS-modula.

Ko je spomin poln, modul pošlje elektronsko sporočilo z vzorčenimi podatki na zelene elektronske naslove.

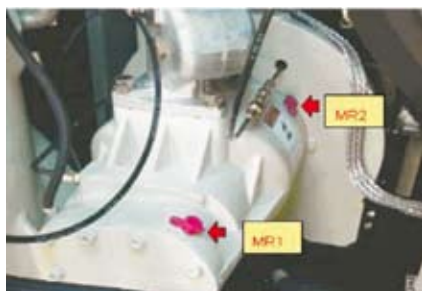
Za analizo meritev podatke enostavno uvozimo s priloženim zastonskim programskim okoljem. Lahko pa celoten proces uvoza avtomatiziramo, saj priloženo programsko okolje samodejno prenese elektronska sporočila GSM/GPRS-modula iz predalov elektronske pošte. Tako enostavno dobimo trend vibracij ležajev naprave in alarmov v daljšem časovnem obdobju.

Podatke torej lahko pregledujemo v priloženem programskem okolju, ki nam omogoča tudi osnovno obdelavo (minimalne, maksimalne in povprečne vrednosti glede na izbrana časovna obdobja) in tiskanje ali izvoz poročil. Podatke lahko izvozimo in jih nadalje obdelamo v programskem okolju Microsoft Excel (*.xls datoteke).

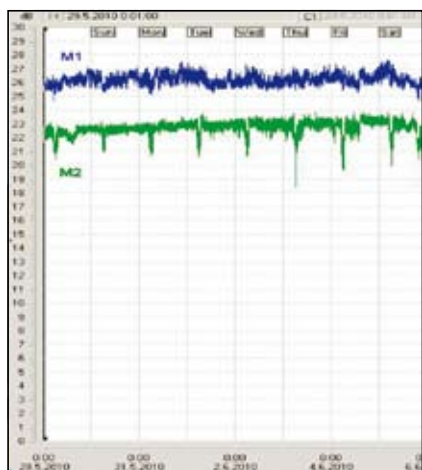
Na sliki 5 sta prikazana primer namestitve senzorjev na dveh merilnih mestih – M1 in M2 – (a) in potek signalov (b), kjer se nadzoruje delovanje dveh ležajev. Oba ležaja delujeta v mejah normale oz. v spektru vibracij neobrabljenega ležaja. Ker vemo, da je naprava redno servisirana in deluje brez problemov, lahko rečemo, da je to uporabnikovo mirovno območje delovanja (skupno z vsemi pogoji okolice), in to mejo nastavimo za našo novo ničelno mejo.



Slika 4. Zunanji videz aplikacije RunSafe



a)



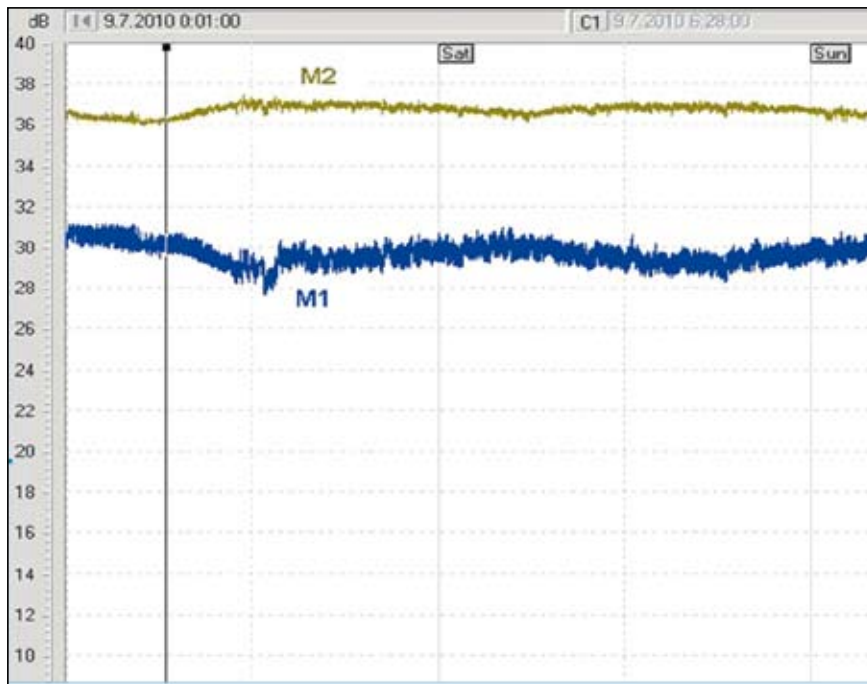
b)

Slika 5. Merjenje nihanj na dveh ležajih (M1 in M2) in potek signala

V primeru kakršnihkoli napak oz. obrabe ležajev se nivo vibracij postopoma povečuje. Takrat spremljamo odstopanja od vnaprej določene ničelne meje.

Mejne vrednosti spremembe vibracij so sledeče:

- odpoved mazanja ležaja: 8 dB,



Slika 6. Primer signala z višjim nivojem vibracij, pri čemer vidimo, da so vibracije ležaja M2 na meji normalnega območja

- začetne stopnje odpovedi: 16 dB,
- odpoved ležaja: 35 do 50 dB.

Pri prikazanem primeru že lahko ukrepamo in začnemo s preventivnimi postopki, kot so npr. mazanje ležaja oz. kar preventivna menjava ležaja ali dodatno iskanje vzroka visokih vrednosti vibracij zaradi drugih vplivov.

S trendom vibracij torej spremljamo delovanje naprave in lahko predvidimo redne ali pa nenačrtovane servi-

se. S pravilno uporabo sistema lahko zmanjšamo stroške vzdrževanja in dodatno izboljšamo zanesljivost naprav. Za primere nadzorov vibracij naprav preko krmilnikov oz. nadzorih sistemov SCADA pa lahko uporabimo UE-senzor kot samostoječi pasivni merilnik z napajanjem 18–30 VDC in izhodom 4–20 mA.

Več informacij dobite na naslovu: HPE, d. o. o., Dolenjska cesta 83, 1000 Ljubljana, tel.: 01 563 20 63, internet: www.hpe.si, e-mail: info@hpe.si



rešitve na področju komprimiranega zraka

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





ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification





FCI FLUID COMPONENTS INTL







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

PRIHODNOST POT V

vrhunski bienalni mednarodni
strokovni sejmi

4

NAJVEČJI SEJMI
NAJPOMEMBNEJŠIH
PODROBNOSTI

11 FORMA TOOL

orodja, orodjarstvo, stroji

9 PLAGKEM

plastika, guma, kemija

5 GRAF&PACK

grafika, embalaža, pakiranje

4 LIVARSTVO

livarski stroji, oprema, materiali



CELJSKI SEJEM

EVROPA, SLOVENIJA, CELJE
12.-15. april 2011

4 specializirani poslovni sejmi so platforma za predstavitev najbolj aktualne ponudbe in novosti, novih tehnologij in najbolj inovativnih izdelkov.

Premišljena razdelitev razstavnih programov omogoča ciljno usmerjeno promocijo izdelkov in storitev. Zato nikjer drugje ni mogoče srečati toliko novih kupcev in poslovnih partnerjev.

Spremljevalni strokovni program razkriva trende in izzive v nosilnih in sorodnih panogah.

Nove poslovne priložnosti, srečanja, možnosti financiranja, podpora razvoju, zaposlitve.



Novosti s področja letalske zakonodaje

Agencija za civilno letalstvo

Aleksander ČIČEROV

Letalstvo in z njim povezano zakonsko urejanje sta zelo hitro se spreminjajoči področji človeškega delovanja in snovanja. Tokrat bomo govorili o spremembi slovenske letalske zakonodaje, ki je posledica kritik in pripomb slovenske pozitivne zakonodaje, ki jih je na pristojne organe v Sloveniji naslovila Evropska komisija. Ker se bliža novo šolsko leto, je prav, da so s temi spremembami seznanjeni tudi piloti – bodoči poveljniki letal, ki se v tretjem letniku VSŠ na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani seznanjajo z letalskimi predmeti in še posebej z mednarodnim letalskim pravom in predpisi.

■ Pregled in kritike Evropske komisije

Evropska komisija je pri izvajanju pooblastil ugotovila pomembna neskladja slovenske veljavne letalske zakonodaje s predpisi Evropske skupnosti glede proizvodnje, stalne plovnosti in vzdrževanja zrakoplovov ter posledično varnosti in pravnega delovanja skupnega trga. Na sestanku s predstavniki Evropske komisije se je Slovenija zavezala, da bo do oktobra 2010 odpravila ugotovljena neskladja, še posebej glede organizacije nadzornega organa in ustrezno izobraženega osebja, v vmesnem času pa bo izboljšala nadzor z obstoječim osebjem in dodatno zaposlenimi in nadaljevala z odpravo drugih ugotovljenih tudi tehničnih neskladnosti. Vendar brez spremembe veljavnega Zakona o letalstvu ni

mogoče zagotoviti delovanja države in s tem preprečiti težko popravljivih posledic. Če Slovenija ne bo sprejela zahtev Evropske komisije in odpravila ugotovljenih neskladij, bo Evropska komisija sprožila ustrezen postopek, to pa v praksi pomeni uporabo zaščitnega postopka. O tem bo tudi uradno obvestila vse države članice EU, v državah članicah EU bo prenehalo veljati medsebojno priznavanje certifikatov, ki jih izdaja Ministrstvo za promet. Letala in helikopteri v slovenskem registru bi ostali na tleh, ker ne bi bili plovni. Veljavni predpisi še vedno določajo, da je nadzorni organ Ministrstvo za promet, naloge pa izvaja Direktorat za civilno letalstvo.

S pravnega stališča to pomeni, da prenehajo veljati izdana dovoljenja vseh proizvodnih organizacij, spričevala o plovnosti zrakoplovov, dovoljenja organizacije za upravljanje stalne plovnosti, dovoljenja vzdrževalnih organizacij, dovoljenja organizacij za usposabljanje in licence za vzdrževanje zrakoplovov. To tudi pomeni, da letalska uprava Republi-

ke Slovenije ne deluje na predpisan način oziroma da Republika Slovenija ni vzpostavila predpisane oblasti za ta letalska področja.

■ Bistvo sprememb

Zadrega je nedvomno velika, saj mora Republika Slovenija kot članica Mednarodne organizacije civilnega letalstva (v nadaljevanju ICAO) uveljaviti in uveljavljati zahteve, ki izhajajo iz 37. in 38. člena Konvencije o mednarodnem civilnem letalstvu (v nadaljevanju Čikaška konvencija). To v praksi pomeni, da mora Republika Slovenija uveljaviti mednarodne standarde in priporočene prakse, ki so v aneksih od 1 do 18 k Čikaški konvenciji.¹

Mednarodne standarde in priporočeno prakso ureja VI. poglavje Čikaške konvencije. Tako 37. člen, ki se nanaša na sprejemanje mednarodnih standardov in postopkov, določa:

»Vsaka država pogodbenica se obvezuje, da bo sodelovala pri tem, da se

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

doseže najvišja možna stopnja enotnih predpisov, standardov, postopkov in organizacije, ki se nanašajo na zrakoplove, osebje, zračne poti in pomožne službe na vseh področjih, na katerih bo tako poenotenje poenostavilo in izboljšalo zračno plovbo.

S tem ciljem bo Mednarodna organizacija civilnega letalstva sprejela in od časa do časa spreminjala mednarodne standarde, priporočeno prakso in postopke, ki se nanašajo na :

- a) komunikacijske sisteme in naprave za zračno plovbo, vključno z zemeljskimi oznakami;
- b) značilnosti letališč in pristajalnih površin;
- c) pravila letenja in postopke kontrole letenja;
- d) izdajo dovoljenj operativnemu in vzdrževalnemu osebju;
- e) plovnost zrakoplovov;
- f) registracijo in oznako zrakoplovov;
- g) zbiranje in izmenjavo meteoroloških informacij;
- h) potne knjige;
- i) zrakoplovne zemljevide in letalske navigacijske karte;
- j) carinske in vseljeniške postopke;
- k) zrakoplove v nevarnosti in preiskovanje nesreč;

kot tudi vse druge zadeve, ki se občasno pojavijo in se nanašajo na varnost, rednost in učinkovitost zračne plovbe.«

Države članice ICAO lahko odstopajo od mednarodnih standardov in postopkov. Zato 38. člen Čikaške konvencije določa:

»Vsaka država, ki ne more v celoti spoštovati mednarodnih standardov in postopkov ali ne more popolnoma uskladiti svojih predpisov ali postopkov z mednarodnimi standardi, potem ko so le-ti spremenjeni, ali ki meni, da mora sprejeti predpise in postopke, ki se v nekaterih pogledih razlikujejo od tistih, ki so predpisani v mednarodnih standardih, mora ICAO nemudoma obvestiti o razlikah med svojo prakso in tisto, določeno z mednarodnim standardom. V primeru sprememb mednarodnih standardov bo vsaka država, ki ne uvaja ustreznih sprememb v svojih predpisih in po-



Uspešnost Agencije bo omogočila tudi letenje Adrii Airways

stopkih, o tem v šestdesetih dneh od sprejema spremembe mednarodnega standarda obvestila Svet ali objavila, kakšne ukrepe namerava sprejeti. V vsakem takem primeru bo Svet takoj obvestil vse druge države o razlikah med mednarodnim standardom in ustrežno prakso v tej državi.«

Čikaška konvencija sicer dovoljuje odstopanja od standardov in postopkov, vendar se mora država pri tem ravnati po za to določenih postopkih (obveščanje o razlikah). Republika Slovenija po mišljenju Ministrstva za promet večinoma zagotavlja izvajanje mednarodnih standardov in priporočenih praks, v celoti pa ne izvaja ustreznega nadzora. Razlog je v tem, da ni vzpostavila ustreznega nadzora, ker za to nima primerne organizacije in postopkov. Implementacijo mednarodnih standardov in priporočene prakse nadzoruje ICAO s pomočjo Programa univerzalnega revizijskega nadzora varnosti (ang. USOAP). Slovenija je dvakrat (2000 in 2002) doživela revizijski pregled, vendar pomanjkljivosti niso bile odpravljene. Ponoven pregled je bil opravljen junija 2010. Če Slovenija ne odpravi neskladij, bo uvrščena na seznam (ICAO) držav, za katere obstaja pomembna zaskrbljenost za varnost, kar z drugimi besedami pomeni, da v njej ni zagotovljena varnost zračnega prometa.

■ Razlogi za spremembe

Osnovni razlog za spremembe je v tem, da mora Republika Slovenija

z zakonom vzpostaviti predpisani nadzor na področju letalske varnosti v skladu s predpisi, ki veljajo v njej, predpisi EU in zahtevami, ki izhajajo iz Čikaške konvencije. Veljavni zakon tega ne zagotavlja, predpisani nadzor pa bo zagotovil, da bodo države članice EU priznavale listine, ki jih izdaja pristojni organ v Sloveniji. To bi bilo mogoče doseči s spremembo veljavnega zakona z ustanovitvijo posebne javne agencije, ki bi vzpostavila in ohranjala visoko stopnjo varnosti civilnega letalstva v Republiki Sloveniji.

Državni zbor Republike Slovenije je 15. julija 2010 sprejel ukaz o razglasitvi Zakona o spremembah in dopolnitvah Zakona o letalstvu.²

Zakon o spremembah in dopolnitvah zakona o civilnem letalstvu (v nadaljevanju Zlet-C) ima 55 členov. Veljati je začel petnajst dni po objavi v Uradnem listu RS, torej 14. avgusta 2010. Ker je agencija za civilno letalstvo *novum* (novost) v primerjavi z veljavnim zakonom, je moral predlagatelj sprememb in dopolnitev veljavnega zakona ustrezno dograditi in spremeniti veljavne določbe zakona.

Agencija za civilno letalstvo (v nadaljevanju Agencija) je pravna oseba javnega prava, ki je letalski upravni in nadzorni organ s področja letalskih predpisov in pravnih aktov s področja varnosti in varovanja v civilnem letalstvu, ki veljajo oziroma se uporabljajo v Republiki Sloveniji.³ Agencija se

ustanovi in opravlja naloge v skladu s tem zakonom in predpisi o javnih agencijah, če z letalskimi predpisi, ki veljajo oziroma se uporabljajo v Republiki Sloveniji, ni določeno drugače.⁴ Agencija ima svoje uradno ime, ki se glasi: Javna agencija za civilno letalstvo Republike Slovenije. Skrajšano ime je Agencija za civilno letalstvo / Civil Aviation Agency (CAA). Agencijo je ustanovila Republika Slovenija.

Agencija ima dva organa, in sicer Svet agencije in direktorja. Pri tem je najvažnejše, da mora biti delovanje Agencije neodvisno od fizičnih in pravnih oseb, ki opravljajo dejavnosti v letalstvu ali se nanje kako drugače nanašajo letalski predpisi in do njih nepristransko.⁵

V 179. i členu so naštet naloge, ki jih opravlja Agencija. Po sklopih bi te naloge lahko razdelili v naslednje skupine:

- strokovne naloge (na primer: spremljanje stanja razvoja in varnosti civilnega letalstva v Republiki Sloveniji in v mednarodnem okviru),
- odločanje v upravnih zadevah iz njene pristojnosti,
- regulativne naloge (na primer: izdaja plovno-tehničnih zahtev),
- nadzorne in prekrškovne naloge (na primer: izvajanje nadzora nad izvajanjem letalskih predpisov na področjih iz svoje pristojnosti).

Delo Agencije je javno, nadzor na njenim delom opravlja Ministrstvo za promet. Agencija se delno financira iz državnega proračuna, sicer pa s svojimi viri prihodkov.

Posebnosti v izvajanju del in nalog Agencije so stalni nadzor in zahteve glede nadzornega osebja. Stalni nadzor predstavljajo naloge, ki jih je potrebno izvajati zaradi preverjanja, če se v obdobju veljavnosti izpolnjujejo vsi pogoji, pod katerimi je bil določen certifikat s strani Agencije izdan; isto velja tudi za sprejetje in nadzor zaščitnih ukrepov. Nadzorno osebje – letalski nadzorniki in nadzorniki (izvajanja letalskih predpisov) – mora biti enako usposobljeno za opravljanje nalog v letalstvu kot tisto osebje, ki ga nadzorno osebje nadzoruje. To

pomeni, da lahko letalske operacije nadzoruje le letalski nadzornik z licenco prometnega pilota, stalno plovnost, npr., pa letalski nadzornik z najmanj petimi leti delovnih izkušenj s predpisano licenco osebja, pristojnega za nadzor stalne plovnosti. Podobne zahteve veljajo tudi za druga področja nadzora.

Agencija prične z delom pet mesecev po uveljavitvi zakona, tj. v prvi polovici januarja 2011. V Agenciji bo skupno zaposlenih 69 letalskih nadzornikov, nadzornikov, podpornega osebja in drugih javnih uslužbencev. Z Ministrstva za promet naj bi jih prezaposlili 32, medtem ko naj bi 37 uslužbencev dodatno zaposlili. Naj na koncu omenimo še pogoje zaposlovanja letalskih nadzornikov v tej novi Agenciji. Določa jih 50. člen zakona:

»Oseba, ki ima na dan uveljavitve tega zakona višješolsko izobrazbo, pridobljeno pred uvedbo visokošolskega strokovnega izobraževanja leta 1996 oziroma univerzitetnega študija po letu 1998, in:

- licenco prometnega pilota letala (ATPL(A)) z ustreznimi delovnimi izkušnjami na področju, ki ga nadzira, ali licenco prometnega pilota helikopterja (ATPL(H)) z ustreznimi delovnimi izkušnjami na področju, ki ga nadzira, oziroma najmanj licenco poklicnega pilota letala (CPL(A)) z ustreznimi delovnimi izkušnjami na področju, ki ga nadzira, ali licenco poklicnega pilota helikopterja (CPL(H)) z ustreznimi delovnimi izkušnjami na področju, ki ga nadzira,
- ali licenco kontrolorja zračnega prometa z ratingom nadzora priletne kontrole ali ratingom nadzorne območne kontrole z ustreznimi delovnimi izkušnjami na področju, ki ga nadzira, oziroma licenco za vzdrževanje zrakoplova kategorije B z ustreznimi delovnimi izkušnjami na področju, ki ga nadzira, ali licenco za vzdrževanje zrakoplova kategorije C z ustreznimi delovnimi izkušnjami na področju, ki ga nadzira, izpolnjuje pogoje za zasedbo delovnega mesta v Agenciji.

Ustanovitev Agencije bo povzročila tudi spremembo del in nalog ter pristojnosti Letalske inšpekcije, saj bo del pristojnosti letalskega inšpektorja prenesen na letalskega nadzornika.

Zaključek

Vsekakor je Agencija novost v našem letalskem pravnem sistemu. Čez pet mesecev bomo videli, ali je učinkovita. Nekaj pa je povsem gotovo. Če smo se do sedaj še nekako skrili za besedno prepričevanje o skladnosti slovenske letalske zakonodaje s svetovno (ICAO) in evropsko (EU), temu sedaj ni več tako. Pokazati je potrebno dejansko in pravno usklajenost.

Viri


- [1] Čikaška konvencija.
- [2] Zakon o letalstvu (Uradni list RS, št. 113/06 – uradno prečiščeno besedilo, 33/09 in 109/09 – ZZNSZP-B).
- [3] Zakon o spremembah in dopolnitvah Zakona o letalstvu (Uradni list RS, št. 62/10).

Opombe

- ¹ 37. člen ureja sprejem mednarodnih standardov in postopkov, 38. člen pa določa odstopanja od mednarodnih standardov in postopkov. O aneksih glej več v knjigi A. Čičerov, Mednarodno letalsko pravo, Uradni list RS 2009, str. 220 in naprej.
- ² Glej Uradni list RS, št. 62/10. V Ur. l. RS, št. 81/2010, je objavljen čistopis Zakona o letalstvu in sklep o ustanovitvi Javne agencije za civilno letalstvo Republike Slovenije.
- ³ Prav tam, člen 179 d, prvi odstavek.
- ⁴ Prav tam, člen 179 d, drugi odstavek.
- ⁵ Prav tam, člen 179 h, prvi odstavek.



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

The logo for IFAM (International Trade Fair of Automation & Mechatronics) features the letters 'IFAM' in a stylized font. The 'I' and 'A' are black, the 'F' is white with a red shadow, and the 'M' is black. The background of the entire image is a blue and white circuit board pattern with a 3D robot figure on the right and a glowing globe in the center.

IFAM

international trade fair of
automation & mechatronic

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

26.-28.01.2011

www.ifam.si

Električna minivodila – EGSL

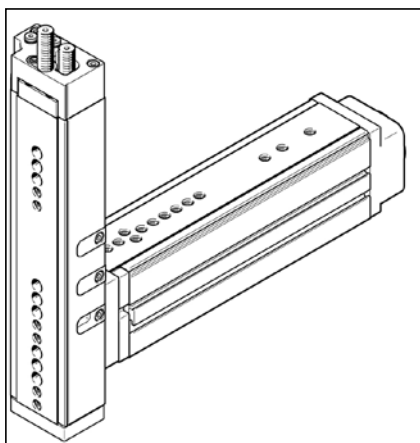
Podjetje FESTO ima v svojem proizvodnem programu tudi linearno enoto oziroma vodilo z električnim pogonom, ki jo odlikujejo natančnost, visoka dinamika ter nosilnost pri gibih do 300 mm.

Enota EGSL odlikuje izredna natančnost pri podajanju, dvigovanju in odlaganju tudi pri velikih mehanskih obremenitvah. Linearnost in vzporednost je v območju 1/100 mm, natančnost pozicije je mogoče doseči s ponovljivostjo, ki je enaka ali manjša od $\pm 0,02$ mm.



Enota EGSL s prigrajenim motorjem

tikalnimi gibi in kratkimi ter tudi spremenljivimi pozicijami gibov. Pritrditev enot je neposredna, brez vmesnikov. Mogoče so kombinacije z enotami s pnevmatičnim pogonom – DGLS.



Manipulator »primi - odloži«

Tehnični podatki	
Velikost (= širina vodil v mm)	35, 45, 55, 75
Hod [mm]	35: 50 45: 100, 200 55: 100, 200, 250 75: 100, 200, 300
Zmogljivost vretena [mm/vrtljaj]	35: 8 45: 3 in 10 55: 5 in 12 75: 10 in 20
Največja hitrost [m/s]	1
Največji pospešek [m/s ²]	25
Ponovljivost [μm]	$\leq \pm 20$
Največja nosilnost [kg]	14

Motor je mogoče na vodilo pritrčiti s strani ali aksialno. Pri tem ga je mogoče zasukati za $4 \times 90^\circ$, kar zagotavlja prilagoditev položaja motorja.

Največja dovoljena obremenitev enote in vodil je primerna tudi za enote,

ki opravljajo operacije vstavljanja ali stiskanja. Varno delovanje enote zagotavlja popolnoma pokrito pogonsko vreteno.

Z enoto EGSL je mogoče graditi učinkovite in ekonomične enote »primi in odloži«, še posebej z ver-

Za zanesljivo prilagajanje in vgradnjo so na voljo ustrezna programska orodja.

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

HIDEX d.o.o.
tel.: 07/ 33 21 707
www.hidex.si

filtriranja industrijskih olj (do 450 cSt)

REVUIJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

inovacijerazvojtehnologije
www.irt3000.si

Natančno pozicioniranje s pametno kamero

Kadar mora robot zanesljivo prijemati, zahtevani položaj prijemancev pa v mejah podanih toleranc ni mogoče vzdrževati, je nepogrešljiva uporaba pametne kamere IVC-3D. S pomočjo kamere je mogoče hitro in natančno ugotoviti dejanski položaj kosov v treh dimenzijah, prav to pa v tovarni Krupp Krause uporabljajo za vodenje robotov s strojnim vidom.



SICK-ova pametna kamera IVC-3D je vgrajena neposredno na robotsko roko in omogoča določitev koordinat predmeta v 3D-prostoru

Podjetje ThyssenKrupp Krause projektira, izdeluje in dobavlja sisteme za montažo in strego kakor tudi za preskušanje in kontrolo, ki so namenjeni za avtomobilsko industrijo in njene dobavitelje po vsem svetu. Eden izmed glavnih tehnološko naprednih sistemov so celice za montažo motorjev, menjalnikov in gonilnih gredi kakor tudi glave motorjev, volanski krmilni sklop ter kompleti koles.

»Danes je že veliko procesov, kjer si dela brez uporabe robotov za strego sestavnih delov ne moremo več predstavljati,« pravi Nils Ruchel, projektni inženir pri podjetju Thyssen-Krupp Krause. »Motorski bloki, glave motorjev, okrovi menjalnikov in drugi mehatronski moduli so v kontejnerjih le redko pozicionirani tako natančno, da bi jih roboti lahko prijemali na slepo, zato jim damo za to potreben strojni vid z IVC-3D.«

Značilnosti kamere

Kamera IVC-3D je zahvaljujoč knjižnicam uporabnih rešitev kompaktna, pametna in enostavna za parametризacijo. Kamera projicira linijski laserski žarek na objekt in zazna odstopanje z vgrajeno tehnologijo CMOS. Z dodatnim gibanjem kamere glede na objekt znotraj merjenega območja se ustvari zelo natančen 3D-model objekta, ki omogoča določanje

koordinat za dostop in usklajevanje gibanja robota. »Ta postopek ima veliko prednost še posebej pri stregi avtomobilskih delov v primerjavi z rešitvami s kamero in zunanjim virom svetlobe. Na delovanje namreč ne vplivajo spremenljivo osvetljena okolica, pogost odsev in svetleča površina objektov,« pojasnjuje Nils Ruchel.

Napačno prijetje izključeno

Naj gre za bloke motorja na evropaletah ali za sestavne dele menjalnika v prozorni embalaži – kamera IVC-3D v trenutku razpozna prostorske koordinate za vse sestavne dele, ki so potrebne za krmiljenje robota, in to v zelo kratkem času. V ta namen se kamera, ki je nameščena na robotu, premočrtno premika čez posamezne sestavne dele. Z uporabo tako ustvarjene 3D-slike kamera določi koordinate predmeta, iz katerih robot izračuna smer svojih premikov. Čas za proces od začetka skeniranja pa do prenosa podatkov v krmilnik robota ne traja več kot dve sekundi. »Do sedaj ni bilo napačnih prijetov z robotom,« pripoveduje Nils Ruchel

o dosedanjih izkušnjah. »Robot prijmlje kos za kosom z odprtimi očmi. Za naše končne kupce to predstavlja veliko prednost, saj jim ni potrebno dodatno investirati v naprave za urejanje in skrbeti za natančno pozicioniranje komponent. Delavec ali posluževalec stroja zaboj ali paleta s komponentami samo porine v robotsko celico, za ostalo poskrbita robot in seveda kamera IVC-3D.«

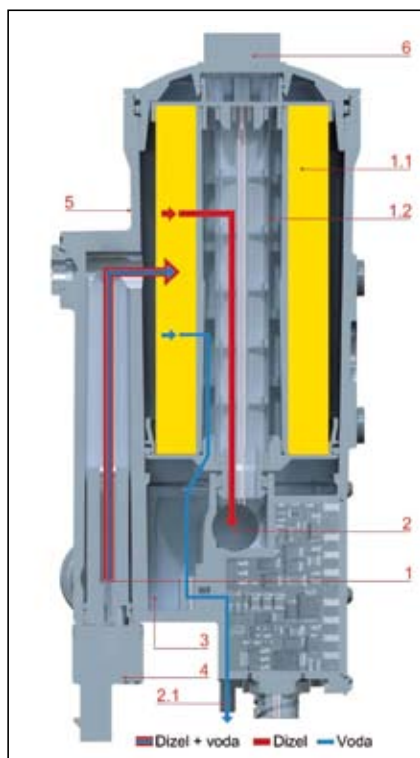
Vir: SICK, d. o. o., Cesta dveh cesarjev 403, 1000 Ljubljana, tel.: 01 47 69 990, fax.: 01 47 69 946, e-mail: office@sick.si, http://www.sick.si

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

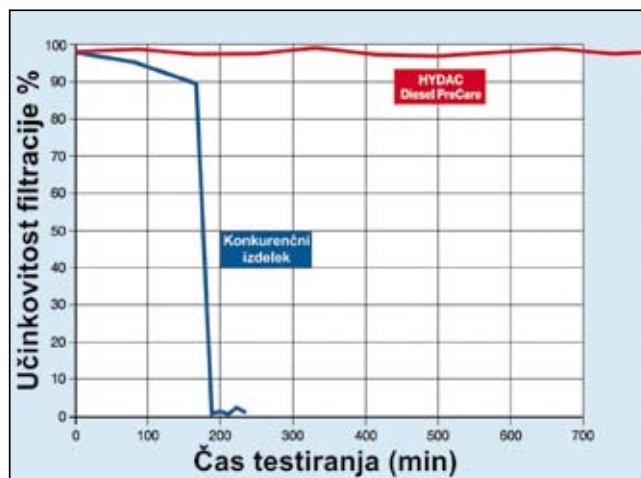
HYDAC diesel PreCare



Slika 1. Filter za dizelsko gorivo, (1 – vhod, 1.1 – filtracija trdnih delcev, 1.2 – hidrofobno sito, 2 – izhod, 2.1 – izpust vode, 3 – zajem vode, 4 – grelec, 5 – aluminijsko ohišje, 6 – pokrov z navojem)

Filter za dizelsko gorivo *HYDAC Diesel PreCare* je nov izdelek za filtracijo in odstranjevanje vode iz dizelskega goriva. Zagotavlja nemoteno delovanje in ščiti motor ter celoten pogonski sklop pred poškodbami in preveliko obrabo. Sistem čisti dizelsko gorivo v dveh stopnjah. Na prvi stopnji se na večslojnim filtrirnim telesu izločijo trdni delci in se istočasno združujejo majhne vodne kapljice v večje. Na drugi stopnji se kapljice vode ob hidrofobni plasti ločijo in zberejo v prostoru za zbiranje vode. Ko je ta poln, se voda samodejno izpusti (*slika 1*).

Sistem se lahko obremeni s 600l/h pretoka. Zahvaljujoč inovativni zasnovi potrebuje zelo malo prostora za vgradnjo, saj ni potrebe (samodejni izpust vode), da bi bila spodnja polo-



Slika 2. Učinkovitost filtriranja glede na čas preskušanja

vica filtra dosegljiva. Prav tako ponuja več možnosti priklopa (vhod/izhod) in tako olajša vgradnjo. Enostavna je tudi menjava filtrskega vložka.

V primerjavi s konkurenčnimi izdelki je učinkovitost filtrirne enote mnogo bolj učinkovita (*slika 2*).

Vir: *HYDAC, d. o. o., Zagrebška c. 20, 2000 Maribor, tel.: 02 460 15 20; faks: 02 460 15 22, e-mail: info@hydac.si, g. Dejan Glavač*

INTRONIKA

Mednarodni strokovni sejem
za industrijsko in profesionalno
elektroniko

International Trade Fair
for industrial and professional
electronic

26. - 28. 01. 2011

Slovenija, www.intronika.si

Senzor za uporabo v menjalnikih in reduktorjih

Podjetje Baumer je razvilo nov senzor Hall MTRM 16 za brezkontaktni nadzor hitro se vrtečih zobniških koles. S svojim robustnim kovinskim okrovom je še posebej primeren za uporabo v težkih pogojih delovanja. Optimiziran je tudi za uporabo v železniških reduktorjih in tako zadovoljuje visoke zahteve po kakovosti senzorjev, ki veljajo pri železniških pogonih.



Prav zaradi robustne izvedbe je senzor razen za neposredno vgradnjo v železniške reduktorje in pogone primeren tudi za ostale primere vgradnje na prostem. Montira se lahko npr. neposredno na os za nadzor drsenja in lepljenja koles. Tako se lahko prepreči drsenje posameznih koles pri zaviranju, zaganjanje pri pospeševanju in zmanjša čezmerna obraba koles in tračnic.

Kompakten senzor Hall prepozna smer vrtenja in zazna hitrost vrtenja zobnikov z do 20.000 impulzi v sekundi. Zaradi brezkontaktnega merilnega principa ne potrebuje vzdrževanja in ima dolgo življenjsko dobo. Poleg tega je zelo robusten in

temperaturno odporen. V celoti zaprt in površinsko obdelan kovinski okrov dovoljuje stalen stik sensorja z oljem v reduktorju. Optimizirana oblika z vgrajenim tesnilnim obročem O omogoča enostavno, varno in hitro montažo.

Vir: Vial automation, d. o. o., Gotovlje 57, 3310 Žalec, tel.: 03 713 27 96, faks: 03 713 27 94, internet: www.vial-automation.si, bostjan.pelko@vial-automation.si

Packaging

Pakiranje s pomočjo ultrazvoka je hitro, zanesljivo in okolju prijazno

Mnoge prednosti

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

Posledica

Višja produktivnost, povečana gospodarnost in boljša kvaliteta.

Standardni moduli za mnogoštevilne oblike embalaže

Stoječe in ležeče vreče
Cevne vreče HFFS in VFFS
Kartonska embalaža
Blister, skodelice, lončki, trays

Dodatne prednosti

Integrirano varjenje, pečatenje in rezanje



Solution:ing in mehatronske rešitve za 21. stoletje

Tomaž PERME

Na 8. mednarodni Festovi strokovni novinarski konferenci, ki je bila 15. in 16. septembra v Esslingenu je sodelovalo 50 novinarjev izbranih tehniških revij iz devetnajstih držav in 15 sodelavcev Festovih podjetij po svetu. Konferenca, ki je imela pomenljiv naslov Solution:ing, je bila namenjena predstavitvi novosti in glavnih poslovnih usmeritev skupine Festo. Poseben poudarek je bil na novem pristopu, s katerim želijo uresničiti prehod podjetja od ponudnika sestavin za avtomatizacijo do partnerja za dobavo celovitih mehatronskih rešitev.

Na konferenci smo lahko prisluhnili petim strokovnim predstavitvam, ki so vse sledile v uvodu omenjenemu geslu Solution:ing oziroma poti inženirskih rešitev po željah naročnika. Temu je bil namenjen tudi vodeni ogled nekaterih najpomembnejših delov podjetja oziroma proizvodnje, ki je tudi praktično potrdil predstavljene novosti in usmeritve podjetja Festo.

Solution:ing

Dr. Eberhard Veit, predsednik upravnega odbora podjetja Festo AG, je v svoji predstavitvi poudaril, da si je podjetje Festo po težkih gospodarskih razmerah na trgu že popolnoma opomoglo oziroma da bo imelo konec leta več kot 30-odstotno rast prodaje. V težkih gospodarskih razmerah so se še bolj načrtno osredotočili na želje in zahteve uporabnika in razvili izdelke, ki so posebej prilagojeni kupčevim zahtevam.

Osredotočili so se tudi na zahteve gospodarstva po zmeraj večji prilagodljivosti (fleksibilnosti), ki je odziv na vse bolj izrazita ciklična nihanja v potrošnji oziroma prodaji.

Doc. dr. Tomaž Perme, univ. dipl. inž., DRP, Perme Tomaž, s. p., Zgornje Gorje



Utrinek s Festove novinarske konference

V naslednjem obdobju načrtujejo tudi nadaljnje izboljševanje izdelkov na ključnih prodajnih področjih, hkrati pa krepitev prodajnega programa električnih pogonov in krmiljenja. Festo je sicer pionir na področju pnevmatičnih sestavin za avtomatizacijo, vendar v vse večjem obsegu razvija tudi električne pogone za mehatronske sisteme gibanja. Festo je že sedaj deseti največji dobavitelj električnih pogonov na svetu, v podjetju pa dosegajo ti pogoni 10 odstotkov proizvodnje in 20-odstotni delež v prometu. V prihodnje pričakujejo največjo rast prav na področju e-pogonov ter uvrstitev na šesto ali peto mesto ponudnikov električnih pogonov na svetu. Pri e-pogonih in

tehnologiji vodenja se osredotočajo predvsem na zeleno proizvodnjo, varčevanje energije, varnost in nadzor delovanja (condition monitoring).

Hitra tovarna za hitro izdelavo

V prvi predstavitvi je Klaus Müller-Lohmeier, vodja oddelka naprednih tehnologij za izdelavo prototipov, predstavil možnosti in priložnosti hitre izdelave v Festovi hitri tovarni (Festo fast factory). Hitro tovarno so postavili za izdelavo in dobavo delov oziroma izdelkov v nekaj urah ali dnevih namesto v tednih ali mesecih. Uporabljajo jo za podporo kupcem, saj se zavedajo, da je danes hitrost



Podjetje lahko preprosto izdela več sto kosov izdelka ali sestavnega dela in jih preizkusi. Ko pa pridejo na trg, jih izdela v večjih serijah z običajnimi izdelovalnimi orodji. (Foto: Festo)

konkurenčna prednost. Strankam omogočijo s hitro izdelavo izvedbo rešitve s posebnimi zahtevami v najkrajšem možnem času. Hitro tovarno uporablja tudi Festov oddelek raziskav in razvoja za hitrejši prihod izdelka na trg. Ta tovarna pa podpira tudi proizvodnjo, saj omogoča hitro izdelavo v majhnih količinah in s sprejemljivimi stroški.

Mednarodni kupci narekujejo tempo

Dr. Ansgar Kriwet, član upravnega odbora, zadolžen za področja in prodajo v Evropi, je poudaril, da pričakujejo uporabniki avtomatizacije od Festa predvsem povečanje svoje konkurenčnosti z zmanjševanjem stroškov razvoja opreme in izboljšanje svojih proizvodnih zmogljivosti. Pričakovanja in zahteve uporabnikov pa se od trga do trga razlikujejo. V Evropi je potreba oziroma zahteva po združevanju uporabnosti v sisteme in rešitve, kot so na primer sestavljeni in za uporabo pripravljeni večosni sistemi za sestavljanje in rokovanje z materialom ali pa združeno elektronsko in pnevmatsko krmilje. V Nemčiji tako že skoraj eno tretjino prodaje obsegajo predsestavljene in za uporabo pripravljene sistemi in rešitve. V Aziji pa so trenutno zahteve in potrebe po

enostavnih in prilagodljivih sestavinah, kot so na primer električni in pnevmatični pogoni ter ventilski otoki.

Zahteve in potrebe kupcev so odvisne tudi od panoge, zato je Festo za najpomembnejša proizvodna področja postavil skupino strokovnjakov ISP (industry segments platforms). V Festu se zavedajo, da le tesno sodelovanje

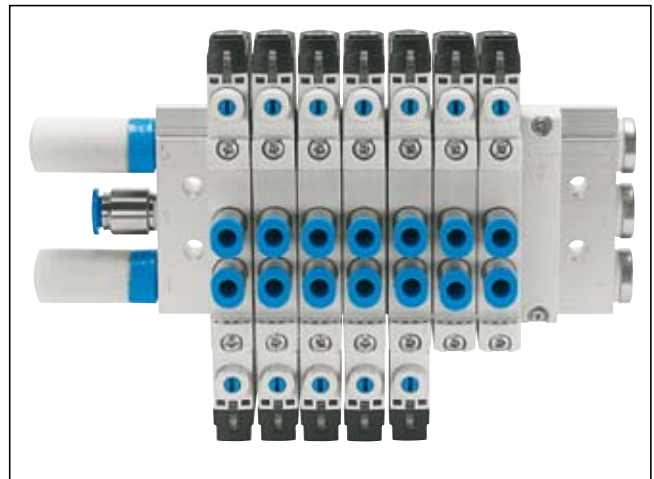
z vodilnimi kupci v regijah po vsem svetu zagotavlja uspešno prilagajanje zahtevam trga. Zato ta skupina skrbi predvsem za prepoznavanje potreb in zahtev vodilnih podjetji in razvoj izdelkov glede na te potrebe. Primer takega razvoja je ventil VUVG z večjim volumskim tokom od predhodnika in izredno dolgo dobo uporabe, po katerem je izredno povpraševanje v vseh regijah in na številnih področjih uporabe.

O sodelovanju sta spregovorila tudi Peter Löbelenz, vodja tehnologije v Festu, in Michael Voß, direktor podjetja JAM Automation GmbH, ki sta predstavila primer uspešnega sodelovanja podjetja Festo z zunanjim partnerjem. V predstavljenem primeru je šlo za preverjanje kakovosti avtomatiziranega vstavljanja plastičnih obojk v ovalne luknje na plošči. Podjetje je v sodelovanju s Festom domislilo rešitev, kjer kamero, ki ima vgrajen programirni logični krmilnik, premikata dve servoosi. Pomembne značilnosti takega sodelovanja so dobava vseh sestavin od enega

ponudnika, stroškovna preglednost, določen datum dobave, ena oseba za stik, garancija na sistemsko rešitev in podpora specialista za avtomatizacijo.

Mehatronske sistemi gibanja

Eberhard Klotz, vodja oddelka za predstavitve zasnov izdelkov in tehnologij, je predstavil združeno avtomatizacijo enaindvajsetega stoletja z mehatronskimi rešitvami gibanja (mechatronic motion solutions), ki so pomemben del zasnove Solution: ing in podpore Festa skritim zmogovalcem ter malim in srednje velikim podjetjem. Festo je kot vodilni partner za avtomatizacijo na podlagi po svetu razširjenih usmeritev na področju pnevmatičnih in električnih pogonov ter sistemov in rešitev za rokovanje (handling) oblikoval edin-



Ventil VUVG je primer razvoja izdelka v sodelovanju z vodilnimi uporabniki, ki bistveno presega načrtovano prodajo. (Foto: Festo)

stvene odgovore in predloge oziroma ponudbe rešitev (USP, unique solution proposition). Ta Festov pristop podpirajo mehatronske rešitve gibanja, ki združujejo tehnologijo gibanja (sestavine), pogone in krmilnike, vodenje sistemov gibanja in celovite sisteme oziroma rešitve. Glavna prednost Festa je dobro poznavanje značilnosti procesov in strojev svojih kupcev ter gradnja rešitev od spodaj navzgor. Za kupca pa je tudi pomembno, da dobi vse sestavine za neko rešitev na enem mestu. Glavna sestavina Festove združene avtomatizacije je modul CPX, ki vključuje

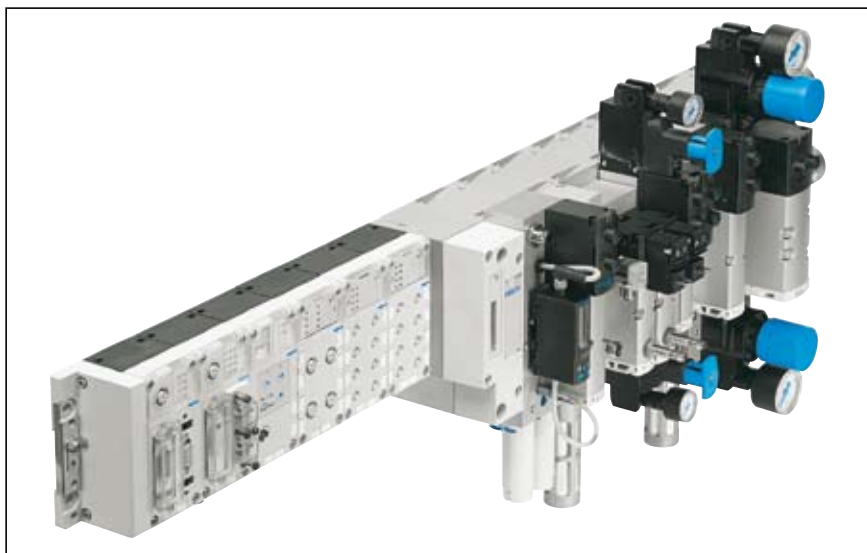
sestavine za vodenje sistemov in rešitev gibanja, ki so sestavljene iz električnih in pnevmatičnih pogonov ter druge opreme, kot je na primer Festov računalniški vid ali pa tehnologija za varovanje dostopa v območje delovanja stroja.

Mreža znanja in izobraževanje

S celovitim inženirskim pristopom ter z znanjem in izkušnjami želijo postati partner na področju avtomatizacije, ki nudi uporabniku najboljšo rešitev na enem mestu. Poleg tega pa zelo veliko vlagajo v projekt učenja od narave in izobraževanje. Učenje od narave udeležujejo mreži znanja bionike (Bionic Learnig Network), kjer želijo s preučevanjem in posnemanjem narave prenesti to znanje in izkušnje v industrijsko uporabo. Rezultat projekta so na primer novi prsti za samodejno prijemanje krhkih in površinsko občutljivih predmetov (prijemalo s plavutnimi prsti – angl. fin gripper). V Festu je izobraževanje eden od stebrov poslovanja. Poleg usposabljanja in svetovanja vključuje (didactic) tudi učne pripomočke. V zadnjih petih letih so postavili 100 učnih tovarn za proizvodno in procesno avtomatizacijo v 35 državah po svetu in jih vključili v izobraževalne programe na univerzah.

Festove novosti na sejmu MOTEK

Novinarska konferenca podjetja Festo običajno sovpada z največjim sejmom avtomatizacije MOTEK, ki je prav tako v bližini Stuttgarta. Na razstavnem prostoru so nam posebej razkazali električne pogone oziroma linearna vodila, sistem CPX in kamero z vgrajenim programirnim logičnim krmilnikom, prednosti sistema naročanja in dobave sestavljenih, preizkušenih in na uporabo pripravljenih sklopov, mostni kartezijev sistem za hitro rokovanje z manjšimi ploščastimi predmeti in nenazadnje izdelke in rešitve, ki so jih razvili



Modul CPX za krmiljenje električnih in pnevmatičnih pogonov in sistemov (foto: Festo)

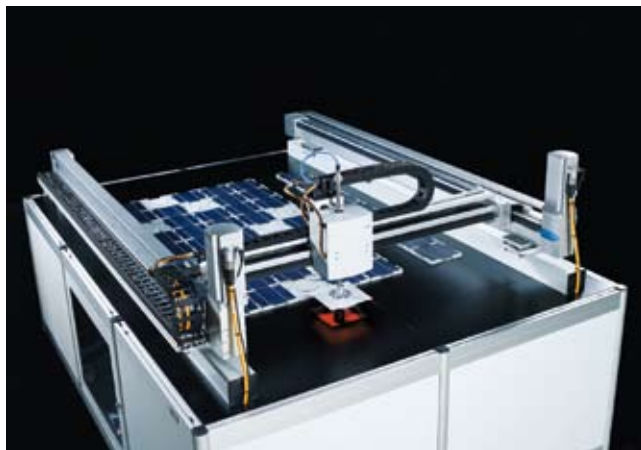
v mreži znanja o bioniki. Slednjima dvema so posvetili tudi največ pozornosti, zato ju v nadaljevanju tudi obširneje predstavljamo.

High-Speed H-Portal podira rekorde

Mostni sistem v obliki črke H podira vse hitrostne rekorde. S hitrostjo 5 metrov na sekundo je za 30 odstotkov hitrejši od katerega koli običajnega kartezijevega sistema za rokovanje z materialom, in to pri primerljivih stroških postavitve. Festo je razvil visokohitrostni sistem za rokovanje z materialom s pospeški največ 50 m/s^2 za zelo dinamične procese sestavljanja električnih sončnih celic in elektronike, rokovanje z majhnimi sestavnimi deli oziroma za procese,

ki zahtevajo hitro in prilagodljivo nameščanje majhnih in lahkih sestavnih delov v masovni proizvodnji.

Novi tip prostorsko-površinskega mostnega sistema pokriva očitno večji delovni prostor (pravokotne oblike) robotskih sistemov z deltakinematiko, ki lahko obdelajo le krožna oziroma ledvičasta delovna območja. Pomanjkljivost mnogih deltarobotov so tudi veliki stroški za namestitev (približno 150 kilogramov težkega robota in zanj potrebnega prostora). Dodelan je tudi dvizžno-obračalni modul mostovnega sistema za rokovanje z materialom, ki s pospeški največ 20 m/s^2 doseže hitrost 1,5 metra na sekundo. Za rokovanje z moduli za električne sončne pretvornike ali za druge krhke sestavne dele je sistem opremljen z bernoullijevim vakuumskim prijemalom.



Visokohitrostni kartezijev mostni sistem za rokovanje z materialom brez dotika je za 30 odstotkov hitrejši od običajnih rešitev pri primerljivih nabavnih stroških. (Foto: Festo)

Bernoullijevo prijemalo prime obdelovanec, na primer silicijevo rezino, brez dotika, tako da na prijemalu nastane nadtlak. Hkrati se na površini prijemanja tvori podtlak, ki prisesa rezino. Predmet je s tem privlečen na prijemalo, dokler so njegova teža, sila zastojnega tlaka iz šobe in privlečna sila v ravnotežju. Med prijemalom in prijemno površino sestavnega dela se s tem vzpostavi določen od-



Dvižno-obračalni modul z velikimi hitrostmi in prijemanjem brez dotika za rokovanje z električnimi sončnimi moduli (foto: Festo)

mik (približno 0,5–3 mm), tako da je predmet prijeto brez dotika.

Bionsko plavutno prijemalo

»V naravi videno, za naravo zgrajeno,« je geslo podjetja Festo za bionsko plavutno prijemalo, ki je namenjeno prijemanju naravno pridelanega sadja in gomoljev ter drugih površinsko občutljivih predmetov. Prijemalo so razvili na podlagi dolgoletnega opazovanja in posnemanja gibanja v naravi, osnova pa jim je bilo posnemanje gibanja plavuti morske ribe.

Pri razvoju so izhajali iz dejstva, da se s kovinskimi ali vakuumskimi prijemali ne da prijemat na primer čebulic tulipanov ali čokoladnih jajčk in jih pri tem prenašati z velikimi pospeški in hitrostmi, ne da bi jih poškodovali ali pa med potjo izgubili. Bionsko plavutno prijemalo je v nasprotju z drugimi prijemali lahko, upogljivo in prilagodljivo. Sestavljajo ga pnevmatični pogon v obliki nagubanega meha in trije prsti z zgradbo, podobno plavuti morske ribe. Osnova zgradbe prstov sta dva upogljiva trakova, ki se na enem koncu stikata, tako da tvorita trikotnik. Trakova sta v enakomerni razdalji povezana s členkasto vpetimi krajšimi trakovi. S tako upogljivo zgradbo se lahko prsti

ob stranskem pritisku prilagodijo obliki predmeta, podobno kot človeška roka, samo da veliko hitreje. Z njimi lahko hitro in kakovostno prijemamo in prenašamo tudi predmete, ki jih z običajnimi prijemali ne moremo.

Plavutno prijemalo je izdelano

v Festovi hitri tovarni s selektivnim laserskim sintranjem po 0,1 milimetra debelih slojih iz poliamida. Prijemalo je tako kar 90 odstotkov lažje, kot če bi bilo izdelano iz kovine, zato prijema in premika predmete hitro, pa tudi energetsko varčno oziroma učinkovito.

Podjetje Fluidodinamica je uporabilo bionsko prijemalo v postaji za prebiranje čokoladnih jajčk presenečenja. Prsti prijemala popolnoma objamejo zunanjo površino jajčka v vsej dolžini, ne da bi pri tem poškodovali aluminijsko folijo, v katero je jajček zavito. Upogljiva in prilagodljiva zgradba prijemala omogoča prijemanje tudi takrat, ko jajček presenečenja ni pravilno postavljen. Za regulacijo tlaka v delovnem valju, ki premika prijemalne prste in določa silo prijemanja, skrbi pnevmatični proporcionalni ventil VPPM. Ventil omogoča različno procesu prilagojeno pospeševanje in potek naraščanja tlaka. Ventil je povezan z robotskim krmilnikom CMXR, ki vodi trinožnega robota. Trinožni robot premika prijemalo zelo hitro, saj je narejen prav za hitro prenašanje lahkih predmetov.

OdlIKE lahkega in prilagodljive-



Prijemalo prime paradižnik, ne da bi poškodovalo njegovo nežno povrhnjico.

ga bionskega prijemala so uporabili tudi v nizozemskem podjetju Total Systems, ki izdeluje stroje in naprave za pridelavo rož in rožnih čebulic. Pri razvoju novega stroja za prebiranje čebulic so uporabili bionsko prijemalo in tako uspeli prej naporno ročno prebiranje čebulic učinkovito avtomatizirati.

Sklep

Vodeni ogled podjetja, Festovega razstavnega prostora in nekaterih partnerskih podjetij na sejmu MOTTEK je samo potrdil usmeritev in navedbe iz predstavitev. Festo zelo dobro sodeluje s podjetji, ki potrebujejo za uresničitev svojih zamisli specialista za avtomatizacijo gibanja, kar Festo nedvomno je. Morda je pri tem treba povedati, da je Festo največje nemško podjetje v izključno družinski lasti. Lastniki ves dobiček podjetja vlagajo v razvoj in



Prebiranje čokoladnih jajčk s tripodnim robotom in bionskim prijemalom (foto: Festo)



Učinkovito prebiranje rožnih čebulic glede na velikost in kakovost (foto: Festo)

na prvi pogled tudi v futuristične projekte, kot je na primer bi-onska mreža za učenje. Iz tega je nastal že omenjeni izdelek (plavutni prst), ki je tako preprost, da je čudno, da ga ni že prej kdo izumil oziroma izdelal. Glede na videno sem prepričan, da bo izdelek uspešen. Na nekaterih področjih avtomatizacije rokovanja s predmeti bo morda celo revolucionaren. Vendar pa bo to odvisno tudi od uporabnikov.

Tudi ti morajo biti vodilni na nekem področju, da lahko razumejo in izkoristijo vse možnosti, ki jih ponuja Festo.

Podjetje Festo nudi omenjene novosti, tehnologije in storitve vsem. Od razvitosti trga in resničnih potreb kupcev pa je odvisno, ali jih bodo ti izkoristili. Seveda vse to ni poceni. Vendar pa je od poslovanja vsakega uporabnika posebej odvisno, ali so hitrost, zanesljivost in kakovost tisti dejavniki, ki mu omogočajo prednost pred tekmeci. Pri tem je treba omeniti tudi skupne stroške lastništva, ki so pomembno merilo in vodilo za izbiro najboljše tehnologije, rešitve in ponudnika opreme. Brez upoštevanja tega je začetna investicija v opremo lahko hitro prevelik strošek. Zato je treba gledati na to inženirsko in celovito. In prav to je Solution:ing.

KRMILJENO HIDRAVLIČNO PREMIKANJE



Dvigovalje 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.

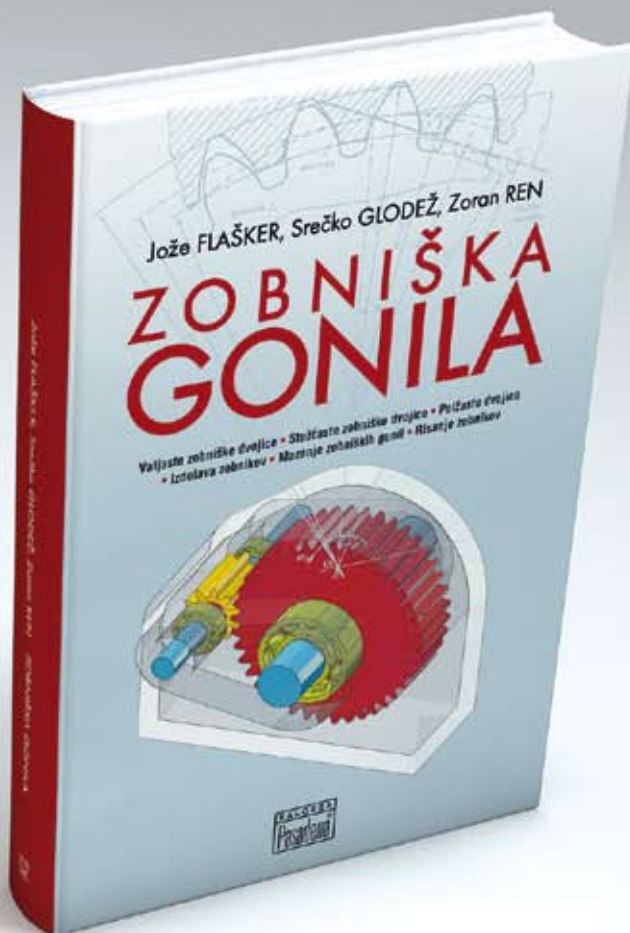
KOMPLETNE REŠITVE HIDRAVLIČNIH SISTEMOV

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



www.enerpac.com
info@enerpac.com



Strokovna in didaktična priročnika

Učbenik v programih Mehatronik operater in Tehnik mehatronike

Mehatronika

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

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

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

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

Mehatronika

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

Jože Flašker, Srečo Glodež, Zoran Ren

Zobniška gonila

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

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

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

Zobniška gonila

Trda vezava
ISBN: 9789616661126
Cena: 40,00 EUR



Univerza v Mariboru

Fakulteta za strojništvo

»It is with great pleasure that BMW Group supports initiatives such as Formula Student which combine acquired theory with practical experience in an exemplary manner.«

(Martina Eissing, vodja marketinga in kadrovanja, BMW Group)

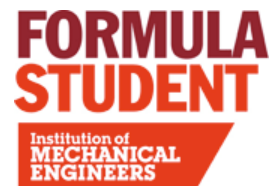


Kaj je Formula Student?

- tekmovanje študentov strojništva in drugih tehničnih smeri, ki med drugim poteka v Angliji, Nemčiji, Italiji, Avstriji, ZDA in Avstraliji
- cilj tekmovanja je konstruirati in izdelati enosedežni dirkalnik s čim boljšimi zmogljivostmi za čim nižjo ceno in koncept skušati prodati podjetju, ki bi dirkalnik izdelovalo in tržilo
- ekipe študentov so na tekmovanju ocenjene na podlagi konstruiranja svojih elementov, uporabe kupljenih delov, kakovosti izdelave, vodenja stroškov, cene izdelka in predstavitve poslovne taktike
- drugi del tekmovanja sestoji iz merjenja moči in vozni lastnosti dirkalnikov na stezi

»Audi stands for sporty cars, high-quality craftsmanship and progressive design - for "Vorsprung durch Technik". Strong innovation skills are one of the reasons why company is successful. We are therefore particularly keen to help creative, innovative and committed students to take part in the Formula Student project.«

(Michael Groß, vodja marketinga, AUDI AG)



Zakaj sodelovati z ekipo Formule Student?

- na tekmovanjih Formula Student tekmuje prek 300 univerz s celega sveta in je odlično medijsko pokrito: vrednost medijske pokritosti, ki so jo bili sponzorji ekip deležni v letu 2009 po celem svetu, je ocenjena na prek milijon evrov
- prek tekmovanja lahko podjetja sodelujejo z najbolj kompetentnimi in delavnimi študenti, pri tem pa imajo edinstveno priložnost, da svoje bodoče zaposlene opazujejo pri delu
- ambasadorja tekmovanja Formula Student sta med drugimi tudi **Ross Brawn**, šef moštva formule 1 Mercedes Grand Prix, in **Bob Bell**, direktor pri moštvu Renault F1
- iz zgoraj naštetih razlogov so se za sponzoriranje tekmovanja v letu 2010 med drugim odločila svetovno znana imena, kot so **Airbus**, **BMW**, **Audi**, **Daimler**, **Autodesk**, **National Instruments**, **Shell** in **The MathWorks**



Autodesk



»Formula Student is one of those very rare things, a "win-win" situation for everyone involved. Universities get better applicants if they provide a good Formula Student experience, students learn far more of the real world practicalities, financial and temporal use of resources etc., prospective employers get better quality new graduate recruits and even the Judges usually learn something!«

(Neill D. Anderson, glavni sodnik konstruiranja na tekmovanju Formula Student v Angliji)



30 let tekmovanja mladih inženirjev

V začetku osemdesetih let prejšnjega stoletja je ameriški SAE (Society of Automotive Engineers) v ZDA organiziral prvo študentsko tekmovanje, ki še danes sliši na ime Formula SAE. Konec devetdesetih let se je tekmovanje pod organizacijo britanskega IMech-a (Institution of Mechanical Engineers) prvič pojavilo tudi v Evropi, le da z imenom Formula Student. Danes uradna tekmovanja po pravilniku Formule SAE potekajo v ZDA, Angliji, Nemčiji, Italiji, Avstriji, Avstraliji, na Japonskem in Madžarskem.

Pravilnik od študentov v osnovi zahteva izdelavo enosedeznega dirkalnika, a tekmovanje obsega še veliko več. Čeprav ima tehnični pravilnik 50 strani, smo študenti omejeni le z nujno potrebnimi ukrepi, ki zagotavljajo, da je varnost na prvem mestu. Ko je dirkalnik enkrat narejen, lahko do 100 km/h namreč pospeši v manj kot štirih sekundah!

Kupiti, konstruirati, izdelati, sestaviti, voziti

Delovna prostornina motorja je omejena na 610ccm, pri tem pa premer cevi za vstop zraka ne sme presežati 20mm. Večina ekip uporablja motorje motociklov, vendar pa je ravno zaradi blokade potrebno povsem predelati sesalni in izpušni sistem ter prilagoditi elektronsko krmiljenje motorja. Smisel tekmovanja ni v tem, da ekipa vse dele dirkalnika izdela sama, kot tudi ne, da vse dele kupi in jih le sestavi skupaj. Študenti morajo oceniti, kako izkoristiti ponudbo trga in najti pravi kompromis med kupljenimi in lastnimi deli, da bo dirkalnik čim hitrejši in čim cenejši. Med kupljene dele poleg motorja in menjalnika ponavadi spadajo še izpušni lonec, pnevmatike, kolesa, zavore, vzmeti, dušilci in diferencialno gonilo, med lastne dele pa okvir ali monokok, karoserija in obese.

Načrtovanje proizvodnje

Poleg dirkalnika, ki služi kot prototip, mora ekipa predložiti tudi načrt serijske izdelave izdelka za količino 1000 kosov na leto. Cena dirkalnika se obračuna po standardnem ceniku tekmovanja, vključuje pa tako kupljene kot izdelane dele, pri katerih se poleg materiala na primer upošteva tudi cena obdelave, če gre za odrezavanje ali cena orodja, če gre za preoblikovanje. Končna cena teh delov je odvisna od iznajdljivosti študentov pri konstruiranju in načrtovanju proizvodnje.

Strogi sodniki prihajajo iz znanih podjetij

Na samem tekmovanju je prva naloga dirkalnika prestati tehnični pregled. Izkušeni sodniki, ki prihajajo iz podjetij, kot so Airbus, BMW, Audi, Daimler ipd., preverijo vsako podrobnost, ki mora biti v skladu s pravilnikom. V primeru, da dirkalnik ni izpraven, študente čaka dolga noč dela, saj je določene pomanjkljivosti še vedno moč odpraviti na tekmovanju. Sledi ocenjevanje konstruiranja dirkalnika, ki med študenti velja za zelo prestižno. Sodniki namreč ocenjujejo, kako je ekipa razmišljala pri konstruiranju, kako študenti razumejo delovanje dirkalnika, kako so ga nameravali narediti čim hitrejšega in kako jim je to na koncu uspelo.

Ne le narediti, pač pa tudi prodati

Naslednja panoga je bolj poslovne narave, saj skuša ekonomski del ekipe v desetminutni predstavitvi načrt izdelave in prodaje dirkalnika prodati vlagateljskemu podjetju, ki ga predstavlja druga skupina sodnikov. Dirkalnik je v osnovi namreč namenjen rekreativnim voznikom, ki si želijo za vikend svoj adrenalin sprostiti na dirkališču, zato so cena, zanesljivost in enostavno vzdrževanje ključnega pomena.

Gospodje, vžgite motorje

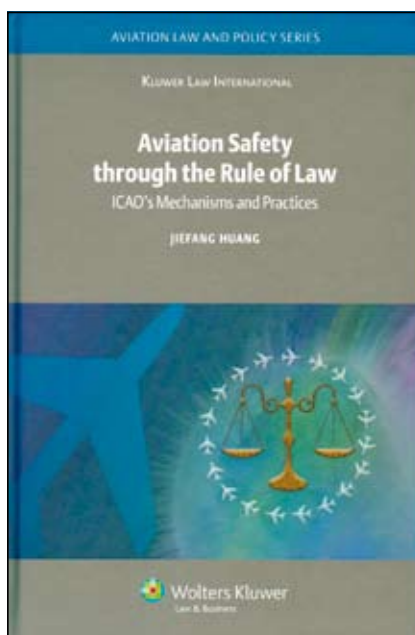
Po dveh uvodnih dneh se tekmovanje prevesi v dinamični del, ko zahrumijo motorji, študenti pa sedejo v svoje dirkalnike in se pomerijo na stezi. Tudi dinamičnih panog je več, največ točk prinese dirka, dolga 22km, deset odstotkov pa na koncu šteje tudi poraba goriva.

V tujini so podjetja že spoznala, Vas prepričujemo mi

To je bil kratek opis tekmovanja, ki pa ima za seboj dolgo in bogato zgodbo zagrizenih študentov, ki celo leto garajo za tistih nekaj dni, ki lahko prinesejo veliko veselja ali pa dolge ure dela v trenutku spremenijo v razočaranje. Toda najpomembnejše pri vsem skupaj je, da se bodoči inženirji ne glede na končni rezultat naučijo številnih novih sposobnosti, ki so nujno potrebne v kasnejšem, resničnem življenju. Morda najtežja od vseh je iskanje finančnih sredstev za izpeljavo projekta. Pri tem smo prepričani, da bomo tudi slovenska podjetja uspeli prepričati v vrednost njihove podpore, kot so v to že prepričana nešteta imena v tujini, ki po celem svetu vsako leto finančno podpirajo več kot 300 takih ekip nadarjenih študentov, kot je naša.

Pravna urejenost letalske varnosti

Med številnimi novostmi s področja mednarodnega letalskega prava smo izbrali knjigo avtorja *Jiefanga Huanga* z naslovom *Aviation Safety through the Rule of Law (Pravna ureditev letalske varnosti)*. Knjiga je izšla leta 2009 pri založbi *Wolters Kluwer/Law and Business* in je v knjižno obliko predelana avtorjeva doktorska disertacija. Avtor je profesor na Univerzi za civilno letalstvo na Kitajskem, sicer pa dela kot pravnik v Oddelku za pravne in mednarodne odnose Mednarodne organizacije civilnega letalstva v Montrealu (ICAO). Knjiga je odlični vir novih znanj in spoznanj za bodoče pilote potniških letal, ki se šolajo na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani.



dostopnost, oblikovanje, pravno naravo tehničnih pravilnikov, zaupnost in transparentnost ter posledice, ki jih imajo taki pravilniki v odnosu do mednarodnega prava.

Tretje poglavje se ukvarja z letalsko varnostjo in vojaškimi operacijami. Znano je, da si mednarodno civilno letalstvo deli nebo z vojaškim. V tem poglavju nam avtor daje jasen odgovor na to, ali je po mednarodnem letalskem pravu, ki velja danes, dovoljeno oziroma prepovedano sestreliti civilno potniško letalo v letu. Predstavi 3. bis člen Čikaške konvencije in analizira dogodke 11. septembra 2001.

Četrto poglavje se ukvarja z okrepitevijo naporov za zagotavljanje letalske varnosti glede na nezakonito vmešavanje. Predvsem se tu opredli do t. i. protiterorističnih mednarodnih aktov: Tokijske, Haaške in Montrealske konvencije in Montrealskega protokola in Konvencije o označevanju razstreliv zaradi odkrivanja (t. i. MEX konvencija). Poglavje konča s pojavom novih groženj v civilnem potniškem letalstvu.

Peto poglavje predstavlja napore za povečanje letalske varnosti. Avtor tu

razmišlja o varnosti in obveznostih v zvezi s tem kot o obveznostih *erga omnes* (za vse). Države članice ICAO imajo v pogledu letalske varnosti dolžnosti in obveznosti do svetovne skupnosti kot celote. V nadaljevanju se avtor posveti učinkom resolucij ICAO (deklaratornim, interpretativnim, predzakonodajnim, napotilnim/usmerjevalnim in priporočilnim). Posebej obdelava kvazizakonodajo ICAO, uveljavljanje in izvajanje dogovorjenega tako na mednarodnem kot tudi na nacionalnem nivoju, na koncu pa predlaga tudi nekaj sprememb, ki naj omogočijo, da postane ICAO še bolj odgovorna in uspešna organizacija na področju zagotavljanja letalske varnosti.

Civilno letalstvo je po svoji naravi mednarodno. Presega državne meje. Letalska varnost je pogosto razumljena kot tehnična varnost. V resnici je veliko več in je eden od stebrov Čikaške konvencije. ICAO državam pogodbenicam pomaga, da bi bila letalska varnost čim bolj izenačena. ICAO s svojimi organi ni samo sestavljaavec mednarodnih konvencij ampak mora tudi nadzorovati njihovo implementiranje. Letalska varnost je v mednarodnem civilnem letalstvu pogoj *sine qua non* (nujni pogoj)!

Začenja se novo študijsko leto. Vabim študente 3. letnika VSŠ, da knjigo preberejo, saj je nabita s podatki, teorijo in prakso, kar jim bo pri študiju letalskega prava prišlo zelo prav.

Mag. Aleksander Čičerov,
univ. dipl. pravnik,
UL, Fakulteta za strojništvo

VENTIL

REVIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

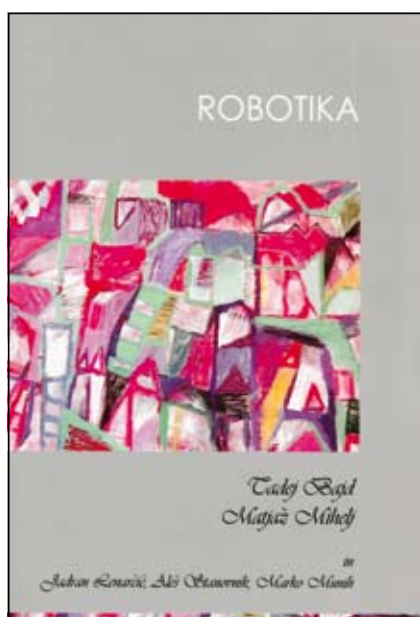
telefon: + (0) 1 4771-704
telefaks: + (0) 1 4771-761
<http://www.fs.uni-lj.si/ventil/>
e-mail: ventil@fs.uni-lj.si

Robotics

Robotika je veda, ki je vse bolj prisotna v vsakdanjem življenju ljudi. Z razvojem mehanizmov, pogonov, senzorjev in sistemov vodenja so roboti bolj in bolj sposobni delovati v nestrukturiranem okolju. Pojavljajo se novi robotski mehanizmi in naloge, ki so jih roboti zmožni izvajati. Z razvojem je pomembna skrb za širjenje inženirskih znanj s področja robotike.

Pri založbi *Springer* je izšla knjiga z naslovom *Robotics*, slovenskih avtorjev Tadej Bajd, Matjaž Mihelj, Jadran Lenarčič, Aleš Stanovnik in Marko Munih. Knjiga je dopolnjeva angleška verzija slovenskega učbenika *Robotika*, ki je bil izdan 2008 na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani za študente dodiplomskega študija. Založba *Springer* je monografijo izdala v okviru serije *Intelligent Systems*, ki jo ureja prof. Tzafestas s Tehniške univerze v Atenah. Delo je plod avtorjev, ki vrsto let raziskujejo in poučujejo področje robotike na Fakulteti za elektrotehniko in Institutu Jožef Stefan v Ljubljani.

V uvodnem delu tekst podaja osnovne karakteristike industrijskih robotskih mehanizmov ter obravnava



lego in gibanje objekta v prostoru s pomočjo homogenih transformacijskih matrik. V nadaljevanju je predstavljen zapis geometrijskega modela robota z osnovami kinematične in dinamične analize. Podane so osnove robotskih senzorjev in načrtovanja trajektorij gibanja. Vodenje robotov je obravnavano glede na zeleno trajektorijo ali glede na zeleno silo dotika. Predstavljene so podajalne naprave, skupaj z osnovami uporabe umetnega vida in načrtovanja operacij montaže. Na kratko so povzeti standardi in ukrepi za zagotavljanje varnosti s področja robotike. V zaključku je dodan slovar robotskih izrazov v angleškem, francoskem in nemškem jeziku.

Knjiga je zasnovana kot univerzitetni učbenik za študente prve stopnje bolonjskega študija. Primerna je kot uvodno branje v področje brez posebnega predznanja. Angleška verzija, ki dopolnjuje slovensko različico, bo dobrodošla pomoč tudi tujim študentom pri študiju tehnike v Sloveniji.

izr. prof. dr. Roman Kamnik, UL,
Fakulteta za elektrotehniko

Robotics
Springer, 2010
ISBN: 978-90-481-3775-6

LE-TEHNIKA
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

Nove knjige

[1] Anonim: ***Pneumatikkompandium, für Food and Beverage*** – Za uporabo v prehrabni industriji so potrebne posebne izvedbe sestavin, ki ustrezajo ostrim zahtevam glede higijene in varnosti delovanja. Podjetje Rexroth je zato pripravilo poseben kompendij izbranih pnevmatičnih sestavin, primernih za stroje in naprave v industriji pijač. Vključene so tudi informacije o uporabi ustreznih gradiv, tesnil in sredstev za mazanje ter zahtevani varnosti in energijski učinkovitosti. – *Zal.*: Bosch Rexroth GmbH.

[2] Anonim: ***A Proven Approach to Reducing Electricity Costs*** – Industrijske hidravlične naprave so skoraj vedno gnane z električnim motorjem. Slednji s frekvenčnim krmiljenjem za pogon črpalk z nespremenljivo iztisinno še dodatno pridobivajo na pomenu. Stokovnjaki firme Baldor Electric Co. iz Forth Smitha v ZDA so zato pripravili nadvse koristno brošuro s priporočili za pomembno zmanjšanje porabe električne energije za pogon industrijskih hidravličnih naprav. Brošuri je priložena tudi za to potrebna programska oprema. *Zal.*: Baldor Electric Co. Brošura je brezplačno na voljo na spletu: www.baldor.com/support.literature pod naslovom »Energy Efficiency«.

[3] Kräußlich, W. (ur.) in dr.: ***Fluidtechnik 2010 – Zubehör für Hydraulik und Pneumatik*** – Posebna izdaja revije *Fluid* integralno obravnava pribor in opremo hidravličnih in pnevmatičnih naprav. V obliki preglednic (na 42 straneh) so podani izčrpni tehnični podatki za naslednje skupine sestavin in enot:

- tesnilke,
- merilna in regulacijska oprema,
- oprema za analizo delovnih tekočin,
- tlačni senzorji in stikala,
- hidravlični gibki cevovodi,
- težko vnetljive in biološko razgradljive hidravlične tekočine in mineralna olja,

- senzorji temperature,
- izmenjevalniki toplote,
- majhni sestavni deli in osnovne sestavine,
- hidravlični filtri,
- senzorji poti,
- senzorji prostorninskega toka,
- armatura in cevni priključki,
- dodatna oprema,
- elektronski krmilniki in druga oprema.

V nadaljevanju so navedeni izčrpni naslovi okoli 425 pomembnih dobaviteljev tovrstne opreme. Celotna posebna izdaja je bogato ilustrirana s številnimi reklamnimi oglasi. V uvodnem delu pa je objavljenih 12 prispevkov o zanimivih temah z obravnavanega področja:

Naslovna tema

- Korak naprej tudi v krizi – intervju s P. Stablom von Sucom

Raziskave in izobraževanje

- V splošnem, prelomni časi – intervju s častnim prof. dr. inž. Hansom H. Harmsem in dr. inž. Th. Langom s TU Braunschweig

Merilna –, krmilna – in regulacijska tehnika

- Vroča faza je tu – o projektu zapornic v Benetkah

Filtrska tehnika – nadzor onesnaženja delovnih tekočin

- Simulacija zagotavlja učinkovitost – nova orodja za razvoj filtrirnih medijev

Gradnja agregatov – izdelava sestavin

- S kroglo se hitreje preklaplja – nova ventilska tehnika za preklapljanje s frekvenco do 500 Hz
- Če prisile ni – na novo odkrito delovanje termo-hidravličnih strojev

Senzorji

- Senzorji poti za različne naloge – za merjenje in krmiljenje

Tehnika spajanja – armature

- Meandriranje kot v porečjih – entropijsko minimizirani tran-

- sport po cevovodih
- Samo za močne živce – hidravlična pogonska tehnika v zabavni industriji

Tesnilna tehnika

- Brez omejitev glede namenov uporabe – intervju z N. Thomo

Tehnika stisnjene zraka – pnevmatika

- Med biti, bari in posli – quo vadis pnevmatika?
- Eno krmilno vodilo (bus) za vse – integrirani ventilski sistemi za avtomatizacijo..

Zal.: Fluid 43(2010); Verlag Moderne Industrie, Justus-von-Liebig-Str. 1, 86899 Landsberg, BRD; tel.: +08191/125-0, faks: +08191/125-483, e-pošta: journals@mi-verlag.de, internet: www.mi-verlag.de; obseg: 138 strani.

- [4] Pfister, M. (ur.) in dr.: ***O + P Konstruktions – Jahrbuch 2010/2011 – Aktuelle Marktübersicht*** – 35. izdaja priročnika za konstrukterje, revije *O + P – Ölhydraulik und Pneumatik*, v obliki preglednic obsega izčrpno ponudbo hidravličnih in pnevmatičnih sestavin, enot in storitev, s priloženim seznamom dobaviteljev z vsemi poštnimi in elektronskimi naslovi – navedenih je okoli 595 naslovov. Uvodoma je predstavljenih sedem aktualnih strokovnih prispevkov:
- Rauen, H.: Ponovno zajemanje sape nemške fluidne tehnike;
 - Dombrowski, R. von: Simulacija – nepogrešljivo orodje v modernem razvojnem procesu;
 - Gels, S.: Preprečevanje hrupnosti hidravličnih naprav;
 - Heipel, O.: Tesnilke v fluidni tehniki – osnove in preprečevanje napačnih konstrukcijskih rešitev;
 - Pippenstock, U.: Toplotna bilanca hidravlične naprave;
 - Avt. kol.: Filtriranje v hidravličnih sistemih;
 - Robens, N.: Izbira in delovanje hidravličnih akumulatorjev.

Preglednice sestavin, enot in storitev pa so razdeljene v naslednje skupine:

- hidravlične črpalke,
- hidravlični motorji,
- hidravlični prenosniki,
- hidravlični valji,
- hidravlični ventili,
- hidravlični zvezno delujoči ventili,
- hidravlični agregati,
- izmenjevalniki toplote,
- hidravlični filtri,
- hidravlične tekočine,
- sistemi za nadzor onesnaženosti,

- tesnilke,
- pretvorniki tlaka,
- cevi, gibki cevododi in cevni priključki,
- oprema vodne hidravlike,
- pnevmatični motorji,
- pnevmatični valji,
- pnevmatična gonila za pozicioniranje,
- pnevmatični ventili,
- pnevmatični cevododi,
- sistemi za hitro spajanje,
- priprava stisnjenega zraka,

- merilna in nadzorna oprema,
- storitve (vzdrževanje, razvoj, izobraževanje ...).

Zal.: O + P 54(2010); Vereinigte Fachverlage GmbH, Lise-Meitner Str. 2, 55129 Mainz, Postfach 100465, 55135 Mainz, BRD; tel.: + 06131 /992-0, telefaks: + 06131 /992-100; 2010; ISBN: 978-3-7830-0380-2; obseg: 195 strani; cena (posamična): 38,00 EUR.

FLUIDNA TEHNIKA - AVTOMATIZACIJA - INDUSTRIJSKA OPREMA

Hypex

- 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

INDUSTRIJSKA PNEVMATIKA



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

MERILNA TEHNIKA IN SENZORIKA



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

Merilna tehnika za profesionalce...

... od senzorja do programske opreme



Zahtevate za vaše meritve in testiranja najvišje standarde, točnost in zanesljivost?

Stavite na zanesljivost vodilnega na tem področju. HBM ponuja vse komponente merilne verige iz lastne proizvodnje, vse v popolnem skladu z vašimi zahtevami.

- merilni lističi
- senzorji: sile, mase, momenta, tlaka, pomika, vibracij
- ojačevalniki: industrijski, laboratorijski, kalibrimi
- programska oprema za akvizicijo, vizualizacijo in obdelavo podatkov

www.hbm.com



Zastopnik za SLO: TRC, Vrečkova 2,
SI - 4000 Kranj, tel: + 386 4 2358310,
fax: + 386 4 2358311, GSM: + 386 41 344071,
ljudmila.licen@siol.net, www.trc-hbm.si

Zanimivosti na spletnih straneh

[1] **Blogirajte z uredništvom H & P – www.hydraulicspneumatics.com**

– Uredništvo revije *Hydraulics & Pneumatics* vam na svojih spletnih straneh ne omogoča samo blogiranja na področju fluidne tehnike, ampak tudi izkoriščanje znanja in izkušenj izdajatelja Michaela Ferenca in urednika Alana Hitchcoxa. Njihovi blogi so povezani z več kot 30-letnimi izkušnjami iz industrije fluidne tehnike ter najnovejšimi podatki in novicami o ponovni rasti uporabe in proizvodnje tovrstne tehnike v mednarodnih razmerjih. Kot vedno, Mary Gannon posreduje zanimive novice in zgodbe z obravnavanega področja, ki v tiskanih prispevkih navadno niso na voljo.

[2] **Forum fluidne tehnike – www.hydraulicspneumatics.com**

– Če iščete odgovore na vprašanja ali informacije s področja fluidne tehnike, potem vam forum fluidne tehnike na spletnih straneh revije *Hydraulics & Pneumatics* lahko pomaga. Več kot 1 200 članov foruma z naslovom *hydraulicspneumatics.com/groupee* verjetno ima ustrezen odgovor. To je naslov, kjer lahko dobite informacijo

o sestavinah, vezjih, delovanju, projektiranju, gradnji, uporabi in vzdrževanju. Priključite se forumu in sodelujte v splošnih razpravah o fluidni tehniki, njenih sistemih in tehnologijah.

[3] **Gradbeni stroji – vodnik – www.lectura.de**

– Ob sejmu gradbenih strojev *Bauma* je založba *Lectura* svoj vodnik o gradbenih strojih *Lectura Guide Baumaschinen* (mednarodni pregled trga gradbenih strojev s tehničnimi skicami) precej predelala in razširila. Nabor različnih gradbenih strojev je razširjen tudi z manj poznanimi izvedbami, kot so gosenični prekucniki, koračni bagerji, strgalniki ipd. Skupno vodnik predstavlja 28 vrst strojev, 170 izdelovalcev in preko 9 400 tipov z osnovnimi tehničnimi podatki in cenami. Cena tiskane izdaje je 189,00 €, CD-ja ali on-line izdaje s programsko opremo v osmih jezikih pa 499,00 €. Naročilo preko zgornjega spletnega naslova.

[4] **Svetovanje o varnosti fluidne tehnike – [safetyexperts@boschrexroth](mailto:safetyexperts@boschrexroth.com)**

– Na vprašanja o varnosti strojev v povezavi z evropsko direktivo Stroj 2006/42/EU vam na zgornjem naslovu ustrezno svetujejo specialisti firme *Bosch Rexroth* (Rexroth – Safety – Experten).

Seznam oglaševalcev

CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	451
DOMEL, d. d., Železniki	410
DVS, Ljubljana	423
ENERPAC GmbH, Düsseldorf, ZRN	464
FESTO, d. o. o., Trzin	389, 474
HAWE HIDRAVLIKA, d. o. o., Petrovče	392
HIDEX, d. o. o., Novo Mesto	456
HIDRIA IMP KLIMA, d. o. o., Godovič	389, 446
HPE, d. o. o., Ljubljana	450
HYDAC, d. o. o., Maribor	389, 473
HYPEX, d. o. o., Lesce	471
ICM, d. o. o., Celje	455, 458
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.)	
NORGREN, Lesce	389
INEA, d. d., Ljubljana	389
ISKRA AMESI, d. o. o., Kranj	412
JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	415

KLADIVAR, d. d., Žiri	390
LE-TEHNIKA, d. o. o., Kranj	469
LOTRIČ, d. o. o., Selca	389, 408
MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	389
MOTOMAN ROBOTEC, d. o. o., Ribnica	406
OLMA, d. d., Ljubljana	389
OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o, Trzin	389, 417
PIRNAR & SAVŠEK inženirski biro, d. o. o., Zagorje ob Savi	389
PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	405
PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	447, 456
SICK, d. o. o., Ljubljana	389
TEHNOLOŠKI PARK Ljubljana	413
TRC, d. o. o., Kranj	397
UL, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana	317
Založba PASADENA, d. o. o., Ljubljana	465
VIAL Automation, d. o. o., Žalec	459



Komponente

Sistemi

**Fluidni
inženiring
in servis**



NOVO !

Program Industrijski ventili
Program Industrijske črpalke
Program Hladilniki

HYDAC d.o.o.

Zagrebska c. 20

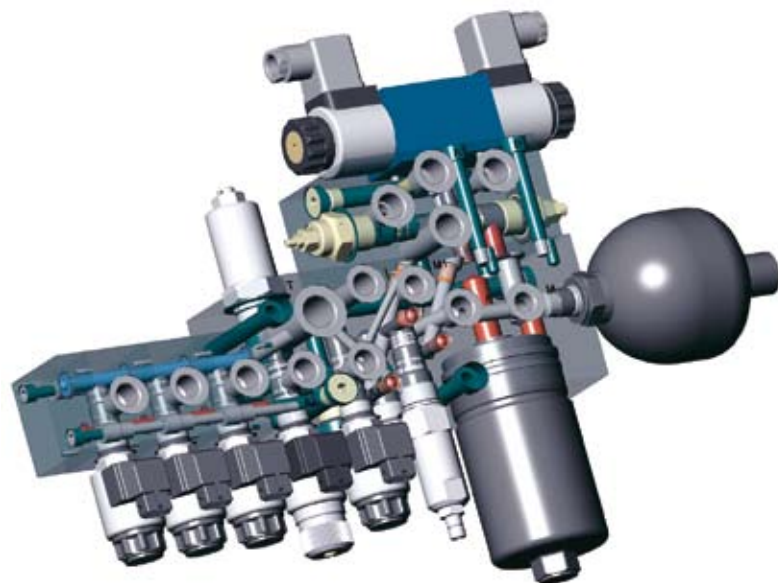
2000 Maribor

Tel.: +386 2 460 15 20

Fax: +386 2 460 15 22

Email: info@hydac.si

www.hydac.com





FESTO

Varnost@FESTO

Varno dvokanalno odzračevanje 6000 l/min?

Uspe vam le z MS6-SV!

Več informacij o varnostni pnevmatiki si

oglejte na: http://www.festo.com/cms/de_de/Leitfaden_Sicherheitstechnik.htm.

Lahko pa nas tudi pokličete.

Festo, d.o.o. Ljubljana

Blatnica 8

SI-1236 Trzin

Telefon: 01/530-21-00

Telefax: 01/530-21-25

Hot line: 031/766947

info_si@festo.com

www.festo.si