



OPL

FESTO

Maximo
LOTRIČ
za prihodnost

OLMA

Parker

NORGREN

SICK

Sensor Intelligence.

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

MARPO
HYDRAULIC MOVEMENT

SPIRING
www.spiring.si

HBM
Test & Measurement

- Intervju
- Predstavitev
- Dvižni sistem elektrohidravličnega viličarja
- Viličar s hidravličnim regenerativnim sistemom
- Roboti v tehnologiji obdelave z odrezavanjem
- Pregled stanja uporabe hidravličnih tekočin
- Podjetja predstavljajo



LEAN automation with human intelligence.

Rexroth

Montažna tehnika

LEANPRODUCTS®

Oprema za Lean Factory



BOSCH

Orodja

OPL

OPL d.o.o.
Dobrave 2
1236 Trzin
Slovenija

www.opl.si

Hidravlične sestavine

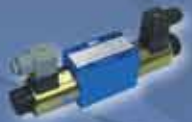
Hidravlični sistemi

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@poclairn-hydraulics.com - A Poclairn Hydraulics Group Company

Vsebina	469	■ INTERVJU	
Impresum	471		
Beseda uredništva	471		
■ DOGODKI - POROČILA - VESTI	478		
■ NOVICE - ZANIMIVOSTI	494		
■ ALI STE VEDELI	529		
Seznam oglaševalcev	548		
Znanstvene in strokovne prireditve	477		

Naslovna stran:

OPL Avtomatizacija, d. o. o. BOSCH Automation Koncesionar za Slovenijo IOC Trzin, Dobrave 2 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)1 560 22 40 Fax: + (0)1 562 12 50	SICK, d. o. o. Cesta dveh cesarjev 403 2000 Maribor Tel.: + (0)1 47 69 990 Fax: + (0)1 47 69 946 e-mail: office@sick.si http://www.sick.si
FESTO, d. o. o. IOC Trzin, Blatnica 8 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)1 530 21 10 Fax: + (0)1 530 21 25	MIEL Elektronika, d. o. o. Efenkova cesta 61, 3320 Velenje Tel: +386 3 898 57 50 Fax: +386 3 898 57 60 www.miel.si www.omron-automation.com
LOTRIČ, d. o. o. Selca 163, 4227 Selca Tel: + (0)4 517 07 00 Fax: + (0)4 517 07 07 internet: www.lotric.si	Pirnar & Savšek, Inženirski biro, d. o. o. Žabjek 18 A 1420 Trbovlje Tel.: 03 56 60 400 Faks: 03 56 60 401 www.pirnar-savsek.si
OLMA, d. d., Ljubljana Poljska pot 2, 1000 Ljubljana Tel.: + (0)1 58 73 600 Fax: + (0)1 54 63 200 e-mail: komerciala@olma.si	MAPRO d.o.o. Industrijska ulica 12, 4226 Žiri Tel.: 04 510 50 90 Faks: 04 510 50 91 www.mapro.si
PARKER HANNIFIN Corporation Podružnica v Novem mestu Velika Bučna vas 7 8000 Novo mesto Tel.: + (0)7 337 66 50 Fax: + (0)7 337 66 51	TRC Ljudmila Ličen s.p. Vrečkova 2 SI - 4000 Kranj tel: +386 4 2358310 fax: +386 4 2358311 http://www.trc-hbm.si
IMI INTERNATIONAL, d. o. o. (P.E.) NORGREN HERION Alpska cesta 37B 4248 Lesce Tel.: + (0)4 531 75 50 Fax: + (0)4 531 75 55	

Pogovor s prof. dr. Jadranom Lenarčičem, direktorjem Instituta Jožef Stefan 472

■ PREDSTAVITEV

Na krilih napredka in odličnega razvoja 476

■ HIDRAVLIČNI POGONI

Antti SINKKONEN, Henri HÄNNINEN, Heikki KAURANNE, Matti PIETOLA:
Energy usage in mast system of electrohydraulic forklift 500

Henri HÄNNINEN, Heikki KAURANNE, Antti SINKKONEN, Matti PIETOLA:
Equipping reach truck with hydraulic energy recovery system 508

■ HIDRAVLIČNE TEKOČINE

Milan KAMBIČ, Darko LOVREC: Pregled stanja uporabe hidravličnih tekočin 516

■ ROBOTIKA

Janez TRATAR, Primož KRŽIČ, Janez KOPAČ: Uporaba robota v tehnologiji
obdelave z odrezavanjem 522

■ LETALSTVO

Aleksander ČIČEROV: Zračna suverenost držav članic ICAO¹ - 2. del 526

■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Členki za gradnjo humanoidnih robotov (*HENNLICH*) 532

Reduktorji in olje (*HYDAC*) 533

Uporaba platforme CompactRIO in okolja LabVIEW Real-Time
za gradnjo nadzornega sistema za transformatorje (*NATIONAL INSTRUMENTS*) 534

■ NOVOSTI NA TRGU

Nova generacija ABB pozicionirno-vpenjalnih naprav za robotske sisteme (*ABB*) 536

Nova serija elektromagnetnih ventilov Parker Liquipure® (*PARKER*) 536

Senzorja pretoka SFAM-62 in SFAM-90 (*FESTO*) 537

■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO

Dr. Schneider Messtechnik - več kot 60 let nemške kakovosti in točnosti (*LOTRIČ*) 538

Uporaba okolja LabVIEW in PXI za zasnovno ter izvedbo preizkusnega sistema
za prototip električnega krmilnega sistema za sprednje podvozje letala (*NATIONAL
INSTRUMENTS*) 540

Merilni laserski senzor OMRON ZX2 (*MIEL ELEKTRONIKA*) 542

■ LITERATURA - STANDARDI - PRIPOROČILA

Dva nova robotska učbenika 544

Knjižne novosti 545

■ PROGRAMSKA OPREMA - SPLETNE STRANI

Zanimivosti na spletnih straneh 548

VENTIL
REVUIJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO
ISSN 1518-7179 | DECEMBER 17/2011/6

- Intervju
- Predstavitev
- Dvžni sistem elektrohidravličnega vilicarja
- Vilicar s hidravličnim regenerativnim sistemom
- Roboti v tehnološki obdelavi z odrezavanjem
- Pregled stanja uporabe hidravličnih tekočin
- Podjetja predstavljajo

LEAN automation with human intelligence.

Rexroth | LEANPRODUCTS | BOSCH

OPL | www.opl.si

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



DVOROČNI ROBOT SDA10

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

Dvoročni robot SDA 10 je predstavnik nove generacije humanoidnih robotov in hkrati edini dvoročni robot na svetu. Veliko število premičnih osi (sedem na vsaki roki in ena v trupu) mu omogoča izjemno fleksibilnost in spretnost.

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

Dvoročni robot SDA 10 lahko deluje samostojno ali v ekipi z zaposlenimi. Obvladuje široko paleto aplikacij - od strege strojev, sestavljanja, transporta bremen... Odlikuje se tudi v hitrosti, saj delovne operacije opravi v le 2/3 običajnega deovnega časa!*

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

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

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

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

 **YASKAWA**
MOTOMAN

© Ventil 17(2011)6. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.
© Ventil 17(2011)6. 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	17	Volume
Letnica	2011	Year
Številka	6	Number

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

Ustanovitelj:
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 ATANASJEVIČ-KUNC, FE Ljubljana
izr. prof. dr. Ivan BAJŠIČ, 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
izr. prof. 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 Ziri
doc. dr. Darko LOVREC, FS Maribor
izr. prof. dr. Santiago T. PUENTE MÉNDEZ, University of Alicante, Španija
prof. dr. Hubertus MÜRRENHOF, RWTH Aachen, ZR Nemčija
prof. dr. Takayoshi MUTO, Gifu University, Japonska
prof. dr. Gojko 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:
LITTERA PICTA, d.o.o., Ljubljana

Marketing in distribucija:
Roman PUTRIH

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

Naklada:
2 000 izvodov

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

Revija 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.

Kako in komu dati državni denar za raziskovalno, razvojno in znanstveno delo



Pogosto slišimo, da naša država premalo vlaga v raziskave, razvoj in znanost. V primerjavi z razvitimi državami je ta ugotovitev popolnoma pravilna in kritika prav gotovo upravičena. Slovenija je začela resno vlagati v raziskave in razvoj šele proti koncu osemdesetih let prejšnjega stoletja. Takrat je bila večina denarja za znanost in razvoj namenjenega fakultetam in večjim državnim inštitutom. Po osamosvojitvi so se sredstva za različne oblike znanstvenoraziskovalnega dela stalno povečevala; ne veliko, pa vendarle. Večji problem, če se ozremo nazaj, je bil in je še vedno v načinu izbora upravičencev za državni denar in v kriterijih za dodeljevanje sredstev. V devetdesetih letih je denar

za raziskave, razvoj in znanost imelo v svojem proračunu le ministrstvo za znanost, katerega ime se je v dvajsetih letih večkrat spremenilo. Proti koncu devetdesetih let pa so v svojem proračunu imela sredstva tudi druga ministrstva, predvsem ministrstvo za gospodarstvo in ministrstvo za obrambo in še nekatera druga. Približno v tem času so se sredstva za raziskave in razvoj pričela dodeljevati preko javnih razpisov tudi različnim podjetjem, katerih glavna dejavnost niso bile samo raziskave in razvoj, ampak tudi proizvodnja za trg. Različna ministrstva so imela različne kriterije za dodelitev sredstev. Pri nekaterih so bile pomembne znanstvene reference, pri drugih delovne izkušnje in pri tretjih le všečno napisan projekt za ocenjevalce.

V začetku prejšnjega desetletja so se pojavile prve kritike razdeljevanja državnega denarja za znanost. Kritike so se že takrat in se še danes nanašajo predvsem na slabo izkoriščenost vloženih sredstev. Glavne kritike so bile, da znanstveniki na fakultetah raziskujejo iz svojega veselja in za tuje priznane revije in da so njihove raziskave premalo usmerjene v slovensko industrijo.

V želji po izboljšanju učinkovitosti vloženih sredstev so razna ministrstva, ki so podeljevala sredstva za raziskave in razvoj, pričela organizirati različne interesne skupine, da bi se v njih poenotilo in bolje organiziralo raziskovalno delo. Tako smo dobili raziskovalne grozde, raziskovalna polja, programske skupine, centre odličnosti, razvojne centre itd.

Prav nedavno se je zgodilo, da je v enem izmed razvojnih centrov, ki je pred dobrega pol leta prejel sredstva v višini 42 mio Eur za raziskave in razvoj, prišlo do spora med partnerji. Sklicana je bila skupščina, da se eden od partnerjev izključi. Vsaka stran je prišla z odvetnikom, skupščina je trajala 6 ur in na koncu je bil eden od partnerjev izključen. V takšnih primerih ne moremo govoriti o učinkoviti izbiri državnih sredstev. Namesto da je več kot 20 ljudi, med njimi številni direktorji, 6 ur razpravljajo o nepomembnih stvareh, bi morali razpravljati o projektu, novih produktih in novih trgih za te produkte.

Opisani primer je verjetno zelo pogost v slovenskem prostoru. Sliši se, da od razvojnih grozdov, ki so bili ustanovljeni skoraj pred desetletjem, deluje le še avtomobilski grozd. Ali to pomeni, da smo Slovenci nesposobni za timsko delo. Če ta trditev drž, potem je vse zaman ustanavljati sisteme, ki so navedeni zgoraj, in v katerih naj bi se izvajalo skupinsko razvojno in raziskovalno delo.

Po našem mnenju bi morala država, kar smo zapisali že večkrat, denar za raziskave nameniti ciljnim projektom za uspešna slovenska podjetja. Posebno v tem času, ko je kriza, in še posebej za Slovenijo, v kateri je le nekaj tržno uspešnih industrijskih področij, na katerih bi morala tudi država podpirati raziskovalno in razvojno dejavnost. Čeprav je področij, na katerih so slovenska podjetja uspešna, malo, pa na njih deluje veliko uspešnih podjetij, ki so razvojno in izvozno usmerjena in imajo razvojne potrebe, ideje in cilje. Te razvojne potrebe bi prijavi ministru, ki razpolaga z namenskim denarjem za raziskave in razvoj. K izvajanju projekta bi bile povabljene institucije, ki so za predlagana področja usposobljene. V ekipi, ki bi izvajala projekt, ki ga je predlagalo določeno podjetje, bi poleg predstavnikov tega podjetja morala sodelovati še najmanj ena skupina iz javnega raziskovalnega inštituta in/ali primerne fakultete, ki pokriva področje, ki je predmet raziskav v predlaganem projektu. V takšen projekt bi morala država vložiti vsaj polovico sredstev za izvedbo projekta.

Kaj bi s tem dosegli? Predvsem učinkovitost. Nadzor nad izvedbo projekta bi bil zelo preprost in učinkovit. Izvajalo bi ga podjetje, ki je projekt predlagalo in rezultate nujno potrebuje. Na ta način bi se naše fakultete osredotočile na potrebe industrije in sodelovanje med akademsko sfero in industrijo pa bi se zelo hitro povečalo. Ne nazadnje, bi se ob povečanem sodelovanju med fakultetami in industrijo naši profesorji med predavanji študentom bolj osredotočili na tehnologije in produkte, ki se izvajajo in ustvarjajo v naših podjetjih.

Janez Tušek

Pogovor s prof. dr. Jadranom Lenarčičem, direktorjem Instituta Jožef Stefan

Janez ŠKRLEC

Vsekakor smo se s tehtnim razlogom odločili, da za intervju izberemo direktorja Instituta Jožef Stefan **prof. dr. Jadrana Lenarčiča**. Prof. dr. Jadran Lenarčič je izjemno priljubljena osebnost tako v akademski kot znanstveni sferi, priljubljen je tudi v gospodarstvu, še zlasti v krogih, kjer Institut Jožef Stefan že dobro sodeluje z gospodarstvom. Znan je kot velik zagovornik povezovanja gospodarstva in znanosti in kot velik kritik stanja v družbi. Priljubljen je kot resna in odgovorna osebnost tudi v drobnem gospodarstvu, še zlasti v okviru Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije. Njegovo pokončno držo in resno ter poglobljeno družbeno kritiko poznamo tudi iz mnogoštevilnih nanotehnoloških dnevov, ki jih že nekaj let uspešno organizira odbor za znanost in tehnologijo pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije.

Ventil: Preden vas profesor Lenarčič povprašam o vašem izjemno uspešnem vodenju Instituta Jožef Stefan, saj ste namreč že drugi mandat direktor našega največjega razvojno-raziskovalnega inštituta, vas prosim za kratko predstavitev vaše osebne življenjske poti.

Prof. Lenarčič: Rojen sem bil 1955.

leta, osnovno šolo in gimnazijo sem obiskoval v Kopru, kjer sem leta 1974 maturiral. Diplomiral sem na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani leta 1979 ter magistriral leta 1981. Doktorsko disertacijo z naslovom Sinteza manipulacijskih robotov sem opravil na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani leta 1986. Za doktorat sem prejel Bedjaničevo nagrado.

Neprekinjeno sem zaposlen na Institutu Jožef Stefan od leta 1979. Na Institutu sem bil deset let vodja Laboratorija za robotiko, nato deset let vodja Odseka za avtomatiko, biokibernetiko in robotiko, od leta 2005 sem direktor. Na Institutu sem bil pred desetimi leti izvoljen v najvišji naziv znanstveni svetnik, sem pa tudi redni profesor na Univerzi v Ljubljani, predavam na Univerzi v Novi Gorici, na Mednarodni podiplomski šoli Jožefa Stefana in na Univerzi v Bologni (Italija). Bil sem gostujoči profesor na Università degli studi di Ferrara v Italiji, na University of Notre Dame v ZDA, University of Hull v Veliki Britaniji. Predaval sem še na mnogih drugih univerzah po svetu.

Ventil: Glede na vaše mnogoštevilne zadolžitve na Institutu Jožef Stefan nas zanima, kako bi opisali svoje delo in na kaj ste kot direktor danes najbolj ponosni?

Prof. Lenarčič: Delo, ki ga opravljam, je gotovo nekaj posebnega. Ne zato, ker te vsak trenutek čaka nekaj drugega, pač pa ker moraš v vsaki zade-



Prof. dr. Jadran Lenarčič, direktor Instituta Jožef Stefan



Prof. dr. Jadran Lenarčič v uvodnem nagovoru na 6. Nanotehnoškem dnevu v Ljubljani

vi ravnati korektno in dostojanstveno, saj predstavljaš največji raziskovalni inštitut v Sloveniji, katerega ime sega daleč preko slovenskih meja in ki je v vsakem trenutku upravičeno na očeh javnosti. Medtem ko te po drugi strani pri tem spodkopava in vznemirja mnogo majhnih ali velikih neprijetnosti, ki so premnogokrat povezane s pospešeno in neodgovorno birokratizacijo in etatizacijo raziskovalne sfere v Sloveniji. Včasih se samemu sebi čudim, kako vse to zdržijo moji živci. Mislim, da me rešuje pripadnost temu inštitutu in tistim slovenskim raziskovalcem, ki se zavedajo svoje vloge in odgovornosti do naroda in človeštva, čeprav jim različne »vrane« prav to skušajo izničiti.

Ventil: *Kako vam uspeva zraven tako zahtevne vodstvene funkcije na Institutu Jožef Stefan izvajati tudi pedagoško delo na Fakulteti za elektrotehniko in na podiplomski šoli na Univerzi v Novi Gorici in ne nazadnje še na Univerzi v Bologni in drugje po svetu?*

Prof. Lenarčič: Ko sem postal direktor, sem mislil, da si bom delo organiziral tako, da bom zmozel še vedno zahajati v laboratorije in da bom enostavno ohranjal stik z mladimi raziskovalci in drugimi študenti. Že po nekaj tednih sem spoznal, da to niti ni pošteno do Instituta. Če sem direktor, potem moram porabiti

ves svoj čas, vso energijo, kolikor je imam, za Institut. Ljudje to gledajo na različne načine, nekateri mislijo, da se raziskovalnemu delu ne bi smel odreči. Jaz pa sem vendarle stvari sprejel na ta način, da pripadam Institutu in ne Institutu meni. Pri tem sem ohranil minimalni obseg predavanj na omenjenih ustanovah s ciljem, da posredujem svoje znanje. Vsi mi grede toliko na roko, da moja predavanja organizirajo tako, kot meni najbolj ustreza. V Bologni in v Novi Gorici, vzemimo, predavam vse v enem paketu. Srečujem kolege, ki bentijo, ker imajo toliko predavanj, zame pa so predavanja pobeg od dnevnih tegob, nekaj za dušo. S

predavanj se vračam z občutkom, da sem naredil nekaj koristnega, medtem ko mi je »direktorski« vsakdan prej donkihotski boj z mlino na veter kot kaj drugega.

Ventil: *Katera so vaša glavna raziskovalna področja in pomembnejše aktivnosti, povezane s tem?*

Prof. Lenarčič: Že kot študent sem se ukvarjal z raziskovalnim delom na Institutu, in sicer na področju vodenja velikih sistemov. Ko sem se zaposlil na Institutu, pa so me preusmerili na področje robotike. To mi v začetku celo ni preveč godilo. Kasneje sem našel veliko veselja predvsem v robotski kinematiki, še kasneje pa tudi v humanoidni robotiki s poudarkom na matematičnem modeliranju gibanja človeka in robota. Že mlad sem se uveljavil v svetu z nekaj izvirnimi dosežki, tako da so me povabili, da sem napisal poglavje o kinematiki robotov v prvi in še vedno največji svetovni enciklopediji robotike, ki je izšla leta 1988 v ZDA. Ta prispevek so potem priporočili med drugim tudi v najpomembnejšem ameriškem učbeniku robotike. Istega leta sem začel prvo svetovno konferenco *Advances in Robot Kinematics*, ki poteka vsako drugo leto (naslednja bo v Innsbrucku) in velja za najpomembnejšo na področju robotske kinematike. Ko se enkrat uveljaviš v mednarodnem prostoru, potem se tega kar ne moreš »znebiti«. Tako sem postal član programskih odbo-



Okrogla miza z znamenito italijansko astrofizičarko Margherito Hack



Ob odprtju razstave v Galeriji Instituta

rov (pre)mnogih uglednih mednarodnih konferenc in pa uredniških odborov mednarodnih znanstvenih časopisov. Velja morda omeniti, da sem bil član Izvršnega odbora evropskih robotskih laboratorijev, zdaj pa sem kot direktor Instituta član Izvršnega odbora združenja evropskih raziskovalnih inštitutov, ki povezuje okrog 320 uveljavljenih raziskovalnih organizacij. Lansko leto me je Inženirska akademija Slovenije izvolila za predsednika, poleti pa me je za dopisnega člana imenovala tudi bolonjska Accademia delle Scienze, ki ima izredno bogato zgodovino, saj so bili njeni člani A. Volta, A. Einstein in M. Curie.

Ventil: Mogoče bi nam zaupali, kakšni so vaši pogledi na dogajanje v naši družbi? Kaj vas najbolj moti in zakaj je po vašem mnenju država v tako globoki gospodarski krizi?

Prof. Lenarčič: Dogajanje je klavno in če bi hotel kaj izboljšati, niti ne veš, kje sploh začeti. Kot je znano, sem več let skušal v svojih javnih nastopih opozoriti na stranpoti, na katere je ta

družba zašla, včasih sem uporabljal sočne in ironične prispodobе. Moja kritika je vedno šla na rovaš slabega odnosa do znanja, ustvarjalcev, tistih, ki kaj znajo narediti, nadpovprečno sposobnih, do ljudi z idejami. Na žalost so nekateri v tej državi pokurili vsa drva v drvarnici, saj jih niso sproti dokupovali, ko je bil denar. Potem so hoteli prodati še zlatnino in ker jim to ne gre, bi zdaj radi za ogrevanje skurili še »perzianerje«, kot je Institut Jožef Stefan, ne glede na to, ali dajo kaj toplote, važno je, da se kadi.

Ventil: Kakšno je vaše osebno mnenje o naši slovenski znanosti, ali menite, da je dovolj cenjena v naši družbi?

Prof. Lenarčič: Trdim, da smo Slovenci lahko ponosni na dosežke, ki jih dosegajo naši raziskovalci, in na renome, ki ga ima na primer Institut Jožef Stefan v svetu. Temu se vsakič znova čudim, ko sem na poti v tujini ali pa ko imam kakšen pomemben obisk doma. Res je, da ne dosegamo vrhunskih rezultatov kar vsak dan, da ne pokrivamo vseh področij znanosti enako kakovostno, pa vendar imamo

tudi svetovne prvake. Večkrat bolj naključno kot sistematično, a imamo jih. Razpadanje sistema vrednosti in vrednot, ki smo mu priča, tu in tam prebije tudi našo ograjo. Moj način dela je tak, da skušam našim raziskovalcem priskrbeti ustvarjalni mir, da čim več tega vzamem nase in da se sam spopadam z neprijetnim in s tistimi, ki plašijo muze. Večkrat sem rekel, da ograje okrog Instituta nimamo zato, da ne bi ušlo kaj ven, temveč zato, da ne bi to, kar je slabo, prišlo noter. Ko govorimo o tem, ali je naša znanost cenjena v družbi, ne moremo ne biti kritični predvsem do tistih, ki jim je v veselje delati škodo. Moramo pa nedvoumno izreči resnico, da je slovenski narod do znanosti zelo spoštljiv in ljudje so pripravljene žrtvovati marsikaj, da bi mi mogli delati. Upam, da moji kolegi tega dejstva ne bodo nikoli pozabili.

Ventil: Ali nam lahko na kratko predstavite svoje videnje povezovanja gospodarstva in znanosti, je po vašem mnenju tega v Sloveniji dovolj oz. kaj mislite, da bi bilo ključnega pomena za uspešen razvoj našega gospodarstva?

Prof. Lenarčič: Najprej je potrebno reči, da sodelovanje med znanostjo in gospodarstvom obstaja in da je v posameznih primerih vzorno. Problem, ki ga imamo, pa je, da v Sloveniji nismo ustvarili okolja, kjer bi bilo to sodelovanje v središču in sistematsko. Kar se dogaja, je bolj rezultat truda posameznikov na obeh straneh kot pa okvira, ki bi ga ustvarila država. Zato se glede tega večkrat izražam izrazito kritično. Mi pa dvigne pritisk, ko se razglašča, da sodelovanja ni, ker da raziskovalci nočejo delati za gospodarstvo. To govorijo skoraj vedno tisti, ki na tem področju niso ničesar storili, pa bi morali, ali pa se nanj sploh ne spoznajo. Pravzaprav je to glavna ovira, namreč, da želijo področje voditi ljudje, ki nimajo najmanjše ideje, kako se raziskuje in kako potekajo procesi prenosa iz znanosti v gospodarstvo in obratno. Manjka nam celovit okvir, v katerega bi poleg večjega in stalnega vlaganja in vsega drugega vključili tudi ponovno uveljavljanje inženirstva, na katerem vsa reč stoji. Inženirsko zna-

nje in inženirski način razmišljanja sta bila v zadnjih dvajsetih letih tako rekoč izobčena in marginalizirana, češ da bodo nekakšni vsemogočni menedžerji s prestavljanjem denarja iz enega v drug žep, predvsem pa v svojega, naredili Slovenijo bogato. Kam so jo pripeljali, vidimo, smešno pa je, da sem to napovedoval že pred več kot petnajstimi leti.

Ventil: *Kako ocenjujete delo odbora za znanost in tehnologijo, ki pri OZS deluje že več kot pet let? Velikokrat ste namreč gost strokovnih dogodkov tega odbora in bili ste podpisnik dogovora o sodelovanju med IJS in OZS.*

Prof. Lenarčič: Z radostjo gledam na vaša prizadevanja, da bi malemu podjetniku odprli vrata do vrhunskih novih znanj. V prvi vrsti ne gre toliko za to, da bi znanja neposredno prenašali v mala podjetja, ker ta preprosto nimajo kadrovskega ali finančnega potenciala. Kar lahko storimo, pa je, da ljudi seznanimo z novimi dosežki in s tem, kaj se dogaja na konkretnem področju. Mnogo tega se bo posredno oplajalo v praksi in bo tako ali drugače našlo plodna tla. Kot rad rečem, vsega znanja verjetno ne boš mogel vedno uporabiti, a neznanja gotovo nikoli ne boš. Delo odbora za znanost in tehnologijo pri OZS je zato zelo pomembno. Lahko vam le čestitam za dosedanje uspehe in upam, da vam kljub vsem težavam, s katerimi se srečujete, ne bo umanjalo moči.

Ventil: *Mogoče bi nam ob tej priliki tudi zaupali, kakšen je vaš hobi?*

Prof. Lenarčič: Slutim, da tukaj namigujete na moje udejstvovanje v umetnosti. Moram pa vas razočarati, umetnost zame ni niti malo hobi, temveč obsesija, lahko bi rekel moj latentni poklic. Ni se mi razvil, ker ga je slučajno prehitel nek drug poklic, ki je prav tako ustvarjalen. Je pa malo manjkalo, da bi se znašel profesionalno v umetnosti. Če bi radi vedeli za moj hobi, potem je to ogled tekem srednjeevropske odbojarske lige. Z ženo si tako organizirava teden, da si ogledava skoraj vsako tekmo, kjer igra najina hči, če igra v Sloveniji ali v bližini. Hči namreč igra za Calcit. Pred leti pa sva hodila na košarkarske tekme, ko je najin sin igral pri Slovanu.

Ventil: *Ali nam lahko za zaključek, prof. Lenarčič, še zaupate, kakšni so vaši načrti za prihodnost?*

Prof. Lenarčič: V teh časih imaš težko načrte, ki bi bili odvisni le od tvoje volje in vloženega navora. Hočem reči, da je dandanes preveč destruktivnih dejavnikov, ki lahko vsako potezo, ki si si jo zamislil, postavljajo pod vprašaj. Institut vidim kot jadrnico, ki jo moramo prepeljati skozi nevihto, vendar ne vemo natančno, kje ta nevihta je in od kod bo zapihalo. Tako sem glede načrtov dandanes precej zadržan, najbolj pa si želim, da

bi zgradili načrtovani center za nove tehnologije, ki bo v prvi vrsti omogočil kakovostno sodelovanje z gospodarstvom, ki potrebuje znanje in tehnologije ter večji pretok znanja in kadrov v obe smeri.

Ventil: *Hvala za vaše odgovore in nadvse zanimive informacije. Sam osebno sem vedno rad prisluhnil vašim mnogoštevilnim nagovorom na naših strokovnih dogodkih. V teh letih jih je bilo namreč veliko. Vsak vaš nagovor je imel veliko sporočilno noto, žal pa je mnogi niso razumeli. Iskreno spoštujem vašo odkrito besedo in velik trud in napor, ki ga vlagate v proces povezovanja gospodarstva in znanosti. Želimo vam še veliko uspehov pri vašem delu!*

Janez Škrlec,

Obrtno- podjetniška zbornica Slovenije



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

Skupni obiski in svetovanja Instituta Jožef Stefan – Centra za prenos tehnologij in inovacij, Gospodarske zbornice Slovenije in Urada RS za intelektualno lastnino

Predstavniki Centra za prenos tehnologij in inovacij na IJS smo v letu 2010 skupaj z Gospodarsko zbornico Slovenije in Uradom za intelektualno lastnino uvedli prakso skupnih obiskov in svetovanj v podjetjih. Na ta način lahko podjetje, ki ga hkrati obiščejo predstavniki vseh treh institucij, naenkrat dobi odgovore in informacije s področij, kot so konkretne možnosti sodelovanja z raziskovalnimi organizacijami (predvsem z Institutom Jožef Stefan in Kemijskim inštitutom), internacionalizacija poslovanja, vključevanje v slovenske in projekte EU ter zaščita intelektualne lastnine.

Vse interesente vljudno vabimo, da nam pišejo na e-naslov tehnologije@ijs.si.

Več o Centru za prenos tehnologij in inovacij si lahko preberete na strani <http://tehnologije.ijs.si/ttwiki>.

Več o Gospodarski zbornici Slovenije: www.gzs.si.

Več o Uradu RS za intelektualno lastnino: www.uil-sipo.si.

Na krilih napredka in odličnega razvoja

Janez ŠKRLEC

O podjetju *Pipistrel* in seveda o njegovem lastniku *Ivo Boscarolu* lahko govorimo le z velikim spoštovanjem in občudovanjem. Ivo je dosegel svoje sanje in kljub temu išče pot in izzive še naprej, kot da tisto, kar ga bo res zadovoljilo, šele pride v prihodnosti. Ivo Boscarol, po izobrazbi ekonomist, je ustanovitelj in generalni direktor podjetja *Pipistrel*, ki izdeluje vrhunska ultralahka letala. Za svoje delo je dobil več nagrad, med drugim najvišje priznanje Mednarodne letalske zveze FAI – diplomu Paula Tissandiera za prispevek k razvoju letalstva.

V letu 2007 je *Pipistrel*ovo letalo *Pipistrel Virus SW* zmagalo na natečaju agencije *NASA PAV* za osebno letalo prihodnosti, leta 2008 pa na istem natečaju, ki se je tokrat imenoval *GAT*, spet osvojilo prvo mesto. Letalo *Pipistrel Apis* je doseglo 10 svetovnih rekordov po kriterijih Mednarodne letalske zveze. V letu 2010 je podjetje *Pipistrel* med več kot 15 tisoč prijavljenimi podjetji

osvojilo evropsko poslovno priznanje (*European Business Awards*) za najbolj inovativno podjetje v Evropi.

Fantastični rezultati *Pipistrel*a in seveda *Iva Boscarola* niso naključje, so rezultat znanja, vztrajnosti, inovativnosti ter jasne in drzne vizije, ki presega domišljijo povprečnega človeka. Ob letošnji ponovni zmagi na natečaju agencije *NASA* v *ZDA*

je Ivo dejal: »Vedeli smo, da bomo najboljši.« Letalo *Taurus G4* na električni pogon je namreč prvo štirisedežno električno letalo na svetu, ki je poletelo. *Taurus G4* sestavlja dva trupa, med katerima je na 5-metrskem povezovalnem profilu postavljen električni motor. Letalo je sestavljeno iz dveh trupov letala *Taurus G2*, ki sta med seboj povezana s posebej izdelanim 5-metrskim krilnim profilom. Letalo poganja 145-kilovadni električni motor, ki je bil izdelan za štirisedežno letalo *Panthera*. Motor je postavljen med oba trupa in poganja dvokraki propeler s premerom dveh metrov. Razpon kril pri *Taurusu G4* znaša 21,36 metra. To zmagovito letalo je namreč v manj kot dveh urah preletelo več kot 403 milje z manj kot 3,8 litra goriva oziroma ekvivalentom električne energije, preračunane v ustreznih enotah. Podvozje letala je uvlačljivo, kar zagotavlja majhen upor in odlične jadralske zmogljivosti. *Taurus G4* v osnovi ni predstavljen kot jadralsko letalo, toda na *Nasinem* natečaju sta bila ekonomičnost letenja in energetski izkoristek med najpomembnejšimi dejavniki. Udeleženci finalnega tekmovanja so morali z letalom, ki leti s hitrostjo najmanj 160 kilometrov na uro, v manj kot dveh urah preleteti najmanj 320 kilometrov.



Ivo Boscarol in fantastični uspehi Pipistrela

Čeprav je Ivo ob izjemnih dosežkih vedno zadovoljen, ostaja skromen,



Pipistrelov Taurus G4 na kalifornijskem tekmovanju (foto: NASA)

vendar ne skriva energije in pričanja, da je pred njim še veliko izzivov, s katerimi se bo spopadal. Ob letošnjem uspehu je na slavnostni podelitvi v soju zvezd dejal: »Občutki so bili res fantastični,« saj je bilo na podelitvi več kot sto televizijskih hiš z vsega sveta, številni novinarji in veliko uglednih osebnosti. Vse skupaj je potekalo na letališču Moffet v Kaliforniji, ki je tudi

matično letališče podjetja Google. Tudi vprašanje, zakaj so bili boljši od konkurence, ga seveda ni spravilo v zadrego. Prednost je bila, da je Pipistrelovo letalo preprosto učinkovitejše – aerodinamika je drugače delovala in imeli so boljši propeler. Glede na to, da je bil kriterij poraba energije na potnika, je k zmagi pripomoglo dejstvo, da je Pipistrelova ekipa edina sodelovala s štirisede-

žnim letalom, vsi konkurenti pa le z dvosedežnimi. Seveda pa Ivo vedno posebej poudari, da je za doseg rezultata potrebna odlična ekipa vrhunskih strokovnjakov.

Kakšna bo prihodnost, lahko seveda samo ugibamo, saj bodo naslednje leto sodelujoči na Nasinem natečaju poskušali izdelati nadzvočno električno letalo. Boscarolova ekipa je od letošnje nagrade prispevala že 100 tisoč ameriških dolarjev v nagradni sklad za tekmovanje prihodnje leto.

In kaj bi lahko zapisal za zaključek? Taurus G4 definitivno pomeni prestop mej znanstvene fantastike, je prav gotovo začetek energetske revolucije v zraku in nov tehnološki izziv za letalstvo in vse tiste, ki iščejo ekstremne rezultate. Pipistrel z Ivom Boscarolom je izziv vsem, ki imajo znanje, vizijo in drznost. Sam verjamem, da nas bo Ivo ponovno presenetil in ne samo nas, ampak ves svet, še zlasti pa NASO.

Janez Škrlec, inženir mehatronike, Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije, Ljubljana

Znanstvene in strokovne prireditve

2012 NFPA Annual Conference – letna konferenca 2012 Ameriškega združenja za fluidno tehniko

6.–10. 03. 2012

Kohala Coast, Hawaii, USA

Informacije:

– internet: www.nfpa.com/events/AC_splash.asp

8. Internationale Fluidtechnische Kolloquium (IFK 2012) – 8. Mednarodni fluidnotehniški kolokvij

26.–28. 03. 2012

Dresden, BRD

Organizatorji:

– TU Dresden in sodelujoča nemška združenja – vodja prof. dr. J. Weber

Tematski poudarki:

– Osnove in metode fluidne tehnike
– Raziskave in razvojna prizadevanja
– Energijska učinkovitost, vračanje energije in okolju prijazne rešitve
– Posebna področja uporabe, obnovljivi viri energije, tribologija, novi materiali, razpoložljivost in varnost
– posebej zaželeno teme

Informacije:

– Splošno: Markus Schneider, tel.: + 0351-463-38-609, e-pošta: general@ifk2012.com
– Avtorji: Martin Petzold, tel.: + 0351-463-33-701, e-pošta: papers@ifk.com
– Razstava: Andre Sitte, tel.: + 0351-463-33-707, e-pošta: exhibition@ifk.com

Nadaljevanje na str. 479

Posvet ASM '11

7. decembra je na GZS v Ljubljani potekal strokovni posvet Avtomatizacija strege in montaže 2011 – ASM '11. To je najpomembnejši dogodek v Sloveniji s področja strege in montaže. Organiziral ga je Laboratorij za strego, montažo in pnevmatiko Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani v soorganizaciji z Gospodarsko zbornico Slovenije, Združenjem kovinske industrije. Posvet je potekal že osmič in je bil zelo dobro obiskan, saj se ga je udeležilo 135 udeležencev iz okrog 50 podjetij, inštitutov univerz, kar kaže na izredno zanimanje za ta dogodek in predvsem na pomembnost področja avtomatizacije strege in montaže v proizvodnem procesu. Posvet ASM je postal dogodek, na katerem enostavno »moraš biti«, če deluješ na področju strege in montaže.

Avtomatizacija strege in montaže je v povezavi z informatizacijo proizvodnih procesov, robotizacijo ter mehatroniko in učinkovitim avtomatiziranim zagotavljanjem ter kontrolo kakovosti v montažnih procesih v proizvodnji tisto področje, ki lahko bistveno prispeva k povečanju učin-



Otvoritvena slovesnost

kovitosti in konkurenčnosti podjetij. V okviru posveta ASM '11 je bilo mogoče tako najti smernice in ideje za rešitve različnih problemov ter izmenjati izkušnje o številnih vprašanjih na področju strege in montaže.

Organizator je skupaj z avtorji iz različnih podjetij pripravil zanimivo srečanje, ki ga je sponzoriralo več ustanov in podjetij, med njimi generalni pokrovitelj Yaskawa Slovenia, d. o. o., kot dobro znan dobavitelj robotov in proizvajalec opreme ter robo-

tiziranih sistemov za avtomatizacijo strege in montaže, OPL, d. o. o., kot zlati pokrovitelj in drugi pokrovitelji ter sponzorji.

Udeležence posveta je po uvodnem nagovoru vodje Laboratorija za strego, montažo in pnevmatiko – LASIM izr. prof. dr. Nika Herakoviča v imenu organizatorja Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani nagovoril dekan prof. dr. Jože Duhovnik, ki je hkrati predstavil smernice pedagoškega in raziskovalnorazvojnega dela na Fakulteti za strojništvo in vizijo dela v prihodnje. Posebej je poudaril pomembno vlogo kakovostnih strojnih inženirjev za prihodnji razvoj Slovenije. V imenu Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo R Slovenije je udeležence nagovoril dr. Aleš Mihelič, ki je predstavil aktivno vlogo ministrstva pri spodbujanju tehnološkega razvoja in inovacij v slovenskih podjetjih. V imenu GZS je prisotne pozdravila mag. Janja Petkovšek, direktorica Združenja kovinske industrije pri GZS. V svojem prispevku je poudarila pomembnost področja kovinske industrije v Sloveniji in še posebej področja avtomatizacije na sploh, kamor spadata tudi strega in montaža, na kratko podala pregled podatkov o stanju kovinske



Množična udeležba



Živahna razprava na razstavnem prostoru

industrije v Slovenji v letu 2010 in spregovorila tudi o trendih nadaljnega razvoja.

Izjemni predstavitvi podjetja Yaskawa Slovenija, d. o. o., ki se razvija v razvojni center japonskega podjetja Yaskawa v Evropi (podjetje je predstavil g. Aljoša Zupanc), je sledilo pregledno predavanje prof. Alexandra Czinkija z Visoke strokovne šole Aschaffenburg iz Nemčije. V svojem zanimivem predavanju je na kratko podal stanje industrije v Nemčiji in se osredotočil predvsem na stanje in trende v prihodnjem razvoju robotike.

Sledil je strokovni del srečanja, ki je bil razdeljen na tri tematska področja. Uvodoma je bila obravnavana vloga robotov v strežnih in montažnih sistemih. Predstavljena je bila vrsta aplikacij robotov, kjer je razvoj ustreznih prijemal poseben izziv. Ker predstavljajo roboti s paralelnim mehanizmom veliko priložnost za povečanje dinamike strežnih in montažnih procesov, je bilo posebej zanimivo spoznati možnosti takšnih robotov v industrijskih aplikacijah.

Nekaj poudarka je bilo tudi na teoretičnih podlagah za vodenje robotov z zunanjo referenčno točko, kar je uporabno predvsem v primerih, ko objekt miruje. V tematskem sklopu sensorika in logistika so bile obravnavane različne senzorske rešitve in merilna oprema kakor tudi uporabniku prijazne rešitve strojnega vida ter označevanje in sledljivost izdelkov z RFID-tehnologijo na montažnih linijah. V zadnjem tematskem sklopu je bilo obravnavano povečanje učinkovitosti in konkurenčnosti montažnih procesov, vključno s pregledom in obvladovanjem novih standardov na področju funkcionalne varnosti. Poseben poudarek je bil na filozofiji LEAN oz. vitki proizvodnji kot osnovi za povečanje učinkovitosti in konkurenčnosti podjetij.

Posebej je treba opozoriti na novost letošnjega posveta, to je postersko sekcijo. V njenem okviru je bilo predstavljeno 11 posterjev. Posterska sekcija je potekala ves dan posveta v sosednji dvorani. V času kosila in posebej pol ure po kosilu pa so se vsi udeleženci zbrali v dvorani z izobešenimi posterji, kjer so jim avtorji po-

sterjev podrobneje predstavili svoje raziskovalne dosežke. Pisni prispevki posterjev so predstavljeni v tekstovni obliki tudi v elektronskem zborniku na CD-ju.

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

Na razstavnem prostoru pred konferenčno dvorano, kjer so podjetja lahko predstavila tudi svojo dejavnost, vključno z demonstracijskimi modeli, je bilo letos posebej živo. Posvet ASM '11 je bil torej odlična priložnost za srečanje strokovnjakov sorodnih področij in za medsebojno izmenjavo mnenj ter izkušenj,

*Izr. prof. dr. Niko Herakovič,
vodja laboratorija LASIM in
organizator posveta ASM'11*

nadaljevanje s str. 477

IFPEX 2012

17.–19. 04. 2012
NEC, Birmingham, UK

Informacije:
– e-pošta: ryan@dfamedia.co.uk
– internet: www.ifpex-expo.com/

nadaljevanje na str. 535

Na Rogli je oktobra potekalo 21. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije

Hotel Planja na Rogli je tudi letos, 13. in 14. oktobra, gostil vseslovensko srečanje vzdrževalcev – 21. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije.

Zadnja leta so v znamenju pomembnih jubilejev Društva vzdrževalcev Slovenije – lani so praznovali 20. obletnico organizacije tehniških posvetovanj, letos pa so na posvetu nekaj pozornosti namenili 30-letnici izhajanja strokovne revije Vzdrževalec, katere pregled je pripravil njen sedanji urednik mag. Viktor Jemec (najdete pa ga na www.tpvs.si).

Na otvoritveni slovesnosti posvetovanja je predsednik društva Sergio Tončetič izpostavil 30 let izhajanja revije Vzdrževalec, kar je za slovenski prostor in tržišče strokovnih revij res izjemen dosežek. V svojem govoru pa se ni mogel izogniti še vedno težkemu stanju v podjetjih zaradi gospodarske krize, kar ima za posledico upad proizvodnje in veliko nezaposlenih. Opozoril pa je tudi na vse večje izzive, s katerimi se srečujejo vzdrževalci v proizvodnji. K izhodu iz krize bi zelo pripomogla povezanost med menedžerji in vzdrževalci, saj le timsko delo lahko privede do optimizacije v proizvodnji in bogatejše izmenjave izkušenj med podjetji.

Nekaj besed je društvu ob pomembnem dogodku namenil slavnostni

govornik župan občine Zreče mag. Boris Podvršnik, posebej pa sta napredovanje sodelovanja med tehniškimi šolskimi centri in Društvom vzdrževalcev Slovenije v svojih nastopih poudarila in pohvalila Gabrijela Krajnc, ravnateljica Višje strokovne šole TŠC Kranj, in Robert Harb, ravnatelj Višje strokovne šole ŠC Ptuj.

Kot vsako leto so podjetja v okviru posvetovanja obiskovalcem na spremljajoči razstavi tudi letos predstavila svoje programe, proizvode in storitve. Kljub velikemu trudu članov organizacijskega odbora posvetovanja je število podjetij, ki se predstavijo na Rogli, iz leta v leto manjše – letos je bilo razstavljalcev nekaj manj kot 60; tudi iz tujine jih je vsako leto manj, čemur botrujejo izrazito težke

gospodarske razmere. Posvetovanje je bilo letos organizirano s pomočjo 5 sponzorjev in 4 medijskih sponzorjev, generalno sponzorstvo nad dogodkom pa je prevzelo uspešno gorenjsko podjetje Lotrič, d. o. o.

Obiskovalcem, ki jih je bilo okrog 400, je bil na voljo zanimiv dnevni program – od strokovnih predavanj, predstavitev diplomskih nalog, ogleda razstave do udeležbe na okrogli mizi. Letos sta se obiskovalcem pridružili tudi dve skupini študentov s strokovnih šol tehniških šolskih centrov s Ptuja in iz Maribora.

Rdeča nit posvetovanja je bila zunanje izvajanje vzdrževanja (*outsourcing v vzdrževanju*). V okviru te teme se je v četrtek, 13. oktobra, udeležencem posvetovanja s svojimi prispevki predstavilo devet avtorjev referatov s področja vzdrževanja, v katerih so popeljali slušatelje skozi svoja razmišljanja o zunanjem (*outsourcing*) vzdrževanju, merilni tehniki, uporabi informacijske tehnologije v vzdrževanju, prihrankih energije, varstvu in zdravju pri vzdrževalnih posegih in o vzdrževanju sončnih elektrarn. Razmišljanja so udeležence pogosto vzpodbudila k vprašanju, na katera so avtorji odgovarjali na koncu predavanj in s tem omogočili razpravo in razjasnili katero od nejasnosti s področja vzdrževanja.

Predavanja so bila zelo dobro obiskana, saj se je število slušateljev gibalo od 50 do 60 na predavanje. Med udeleženci predavanj je bila izvedena tudi anketa, katere analiza je pokazala, da so bili slušatelji zado-



Slika 1. Otvoritvena slovesnost 21. Tehniškega posvetovanja vzdrževalcev Slovenije

voljni z izbranimi temami, pripravo in vodenjem predavanj. Predloge za izboljšave, ki so jih v anketi nakazali udeleženci, bodo organizatorji z veseljem upoštevali pri pripravi predavanj za 22. posvetovanje.

V petek, 14. oktobra, je o zunanjem vzdrževanju potekala okrogla miza, ki so se je udeležili menedžerji in strokovnjaki s področja vzdrževanja prepoznavnih slovenskih podjetij (med njimi npr. iz Hella Saturnus Slovenija, d. o. o., Gorenja, d. d., Perutnine Ptuj, d. d., Acronija, d. o. o., Impola PCP, d. o. o., Pivovarne Laško, d. d., Uniorja, d. d., ...). Razpravo je vodil mag. Mihael Hameršak iz družbe Talum Servis in inženiring, d. o. o., sicer član izvršilnega odbora Društva vzdrževalcev Slovenije in pobudnik organizacije okroglih miz na tehniških posvetovanjih. Udeleženci okrogle mize so razpravljali o vprašanih, kot so: definicija zunanjega vzdrževanja, katere storitve vzdrževanja ponuja trg in kakšna je njihova kakovost, kakšne so strategije zunanjega vzdrževanja v posameznih slovenskih podjetjih, kdaj in zakaj s ponudniki vzdrževalnih storitev skleniti pogodbo, kako bi lahko DVS svojemu članstvu pomagalo pri odločitvah v zvezi z zunanjim vzdrževanjem Razpravljavci so tudi jasno posredovali svoja pričakovanja do društva, ki jih bodo odgovorni upoštevali pri dopolnitvi programa njegove aktivnosti v prihodnje.



Slika 2. Pogled na razstavne prostore 21. Tehniškega posvetovanja vzdrževalcev

Društvo že vrsto let namenja vse več pozornosti izobraževanju. Poleg tega, da na strokovnih seminarjih izobražuje svoje člane, se vse bolj povezuje z izobraževalnimi institucijami na vseh ravneh, posebej uspešno pa je sodelovanje s tehniškimi šolskimi centri po vsej Sloveniji. Zato ne preseneča, da je na natečaj za najboljšo diplomsko nalogo s področja vzdrževanja, ki že vrsto let poteka pod okriljem tehniških posvetovanj, letos iz javnih tehniško orientiranih višjih strokovnih šol prispelo kar 22 diplomskih nalog. Kar najbolj nav-

dušuje, je dejstvo, da so bile naloge odlične, zelo praktično ter uporabno usmerjene, kompleksne, aktualne, edinstvene in tudi kakovostno oblikovane, zato so bile druga drugi, brez negativnih izjem, huda konkurenca.

Komisija, ki je imela na podlagi navedenega res težko delo pri izbiri najboljših diplomskih nalog, se je odločila, da v ožji izbor uvrsti 4 diplomske naloge, med katerimi je četrto mesto zasedla naloga z naslovom *Klimatizacija trajekta Viking Line XPRS* Klavdija Dornika s Tehniškega šolskega centra Nova Gorica; tretje mesto je komisija dodelila nalogi z naslovom *Implementacija metode TPM v podjetju CIMOS TAM A.i., d. o. o.*, katere avtor je Saša Murko s Šolskega centra Ptuj; drugo mesto pa je pripadlo nalogi z naslovom *Zajem mikroklimatskih in energijskih podatkov v objektu*, katere avtor Ivo Hribovšek se je izobraževal v Šolskem centru Velenje.

Naziv *zlata diplomska naloga s področja vzdrževanja za leto 2011* pa je po mnenju komisije pridobila naloga z naslovom *Razvoj sistema za merjenje opletanja drum-motorja*, ki jo je izdelal diplomant Nejc Dobnikar s Tehniškega šolskega centra Kranj. Komisija za izbor najboljših diplomskih nalog je takole pojasnila svojo odločitev: »Zlata diplomska naloga



Slika 3. Predavanja na 21. Tehniškem posvetovanju vzdrževalcev Slovenije so bila dobro obiskana.

predstavlja primer projektne naloge po principu od ideje do projekta. Končen produkt diplomske naloge je praktično uporaben izdelek, ki omogoča zelo natančne meritve, ki omogočajo zmanjšanje izmeta in povečujejo kakovost in sigurnost uporabe izdelka v avtomobilski industriji. Študent je v diplomsko nalogo vpletel najrazličnejša dela, ki naj bi jih obvladal vsak vzdrževalec. Vse svoje delo je tudi lepo sistematično dokumentiral.«

Društvo vzdrževalcev Slovenije je zmagovalcu podarilo plaketo in denarno nagrado, vsem 4 diplomantom, ki so prišli v ožji izbor, pa tudi enoletno naročnino na revijo Vzdrževalec. Društvo se lepo zahvaljuje višjim strokovnim šolam za tvorno sodelovanje in vsem delodajalcem, pri katerih so nastale te naloge.

Društvo pa v okviru tehniških posvetovanj že tradicionalno spremlja in spodbuja tudi inovativno dejavnost v vzdrževanju. V okviru natečaja za najboljšo idejo s področja vzdrževanja spodbuja podjetja in posameznike, da na natečaj prijavijo ideje, izdelke, izboljšave, postopke, metode, ... ki so jih v času natečaja realizirali pri svojem delu. Letos je tudi na ta natečaj prispelo rekordno število prijav – kar 16, podelili pa so 4 nagrade, in

sicer 3 v obliki bronaste, srebrne in zlate plakete posameznikom, 1 nagrada pa je bila namenjena najbolj inventivni skupini.

Takole so se letos odrezali inovatorji s področja vzdrževanja: bronasto plaketo za najboljšo idejo je prejel Franc Kozel iz Taluma za izboljšavo

Postopek dela pri popravilu; s srebrno plaketo pa je bil nagrajen Miha Murn iz Revoza za izboljšavo Orodje za montažo in demontažo zračne matice (ABB) – izdelava pripomočka za demontažo ventilov na orodju za aplikacijo laka. Zlato plaketo je dobil Jože Topole iz Pivovarne Laško za izboljšavo Pranje 1000-litrne posode za sirup. Vsi nagrajeni inovatorji so ob tej priložnosti dobili tudi praktična darila, ki jih podarjajo sponzorji posvetovanja, glavni nagrajenec pa še posebno nagrado sponzorja natečaja – dvodnevno potovanje na



Slika 4. Udeleženci okrogle mize o zunanjem vzdrževanju (outsourcing v vzdrževanju)

Dunaj, ki ga je prispevalo podjetje Haberkorn Ulmer. Skupina inovatorjev iz Revoza pa je tudi letos dobila posebno nagrado – za najbolj inventivno skupino leta 2011.

Društvo vzdrževalcev Slovenije se zahvaljuje vsem sponzorjem, medijskim 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.

Nasvidenje na 22. Tehniškem posvetovanju vzdrževalcev Slovenije, ki bo 18. in 19. oktobra 2012! Razpis bo objavljen na www.tpvs.si. Vljudno vabljeni!

www.tpvs.si
foto: arhiv DVS



Slika 5. Skupinska slika nagrajencev natečaja za najboljšo idejo s področja vzdrževanja za leto 2011 s člani komisije DVS, ki vodi izbor

VENTIL

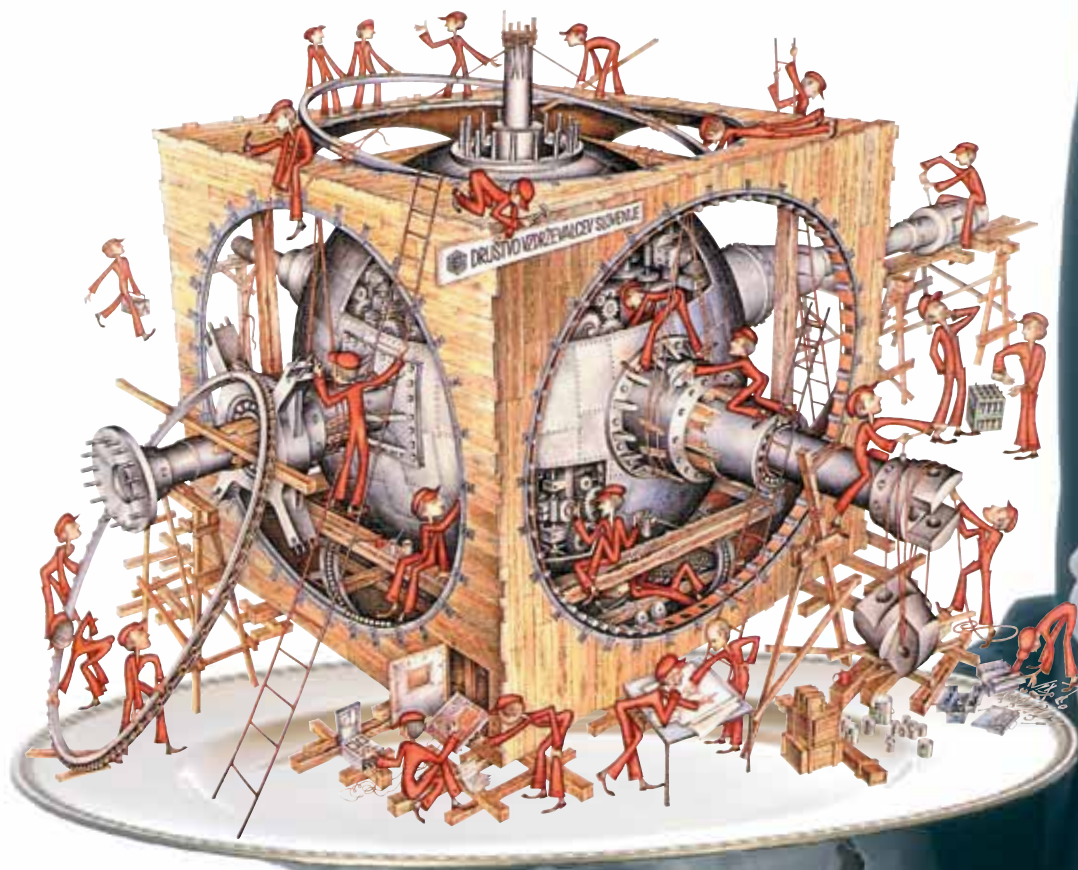
REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

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



**DRUŠTVO
VZDRŽEVALCEV
SLOVENIJE**

DVS



NASVIDENJE na

22. TEHNIŠKEM POSVETOVANJU VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE

Rogla, 18. in 19. oktober 2012

www.tpvs.si

4. mednarodna Konferenca o prenosu tehnologij

Institut Jožef Stefan je v sodelovanju s TehnoCentrom Univerze v Mariboru in Kemijskim inštitutom ter s podporo Javne agencije za tehnološki razvoj Republike Slovenije, Štajersko gospodarsko zbornico in Evropsko komisijo organiziral dvodnevno mednarodno Konferenco o prenosu tehnologij, ki je letos potekala že četrto leto zapored. Konferenca je gostila ugledne mednarodne strokovnjake s področja prenosa tehnologij iz priznanih inštitucij, kot so University of Cambridge, Inštitut Ruđer Bošković, Eindhoven University of Technology, Polytechnic University Zuyd, TTO A/S Copenhagen idr.



Jos Douma, nizozemski veleposlanik v Sloveniji; prof. dr. Jadran Lenarčič, direktor IJS, in Leon Tossaint, nekdanji podpredsednik Philipsa za kakovost ter častni član uprave Slovenske fundacije za poslovno odličnost (z leve proti desni), foto: Marjan Smerke

Prvi dan, 24. oktobra, je konferenca potekala na Institutu Jožef Stefan v Ljubljani, drugi dan, 25. oktobra, pa na rektoratu Univerze v Mariboru.

Prvi dan konference sta bili podeljeni nagradi za inovativnost v gospodarstvu v skupni vrednosti 10.000 evrov. O dobitnikih nagrade je od-

ločila mednarodna komisija v sestavi: Andrea Di Anselmo, Meta Group, Italija; Laszlo Czirjak, iEurope Capital, Madžarska; Aleksandar Čabrilo, Serbian Business Angels Network, Srbija; Uroš Glavan, DTK Murka, d. d., Slovenija; Rok Habinc, STH Ventures, d. d., Slovenija; Blaž Kos, Poslovni angeli Slovenije, Slovenija; Jure Mi-

kuž, RSG Capital; Slovenija; Christian Schmock, TTO A/S Copenhagen, Danska; prof. dr. Leon Verhoef, Eindhoven University of Technology, Polytechnic University Zuyd, Nizozemska. Komisija je nagradila prijavljene primere, ki so v največji meri izražali možnost prenosa inovacije v gospodarstvo.



Na fotografiji so prejemnik nagrade za najbolj inovativen projekt prof. dr. Gregor Majdič z Veterinarske fakultete Univerze v Ljubljani in Medicinske fakultete Maribor ter predstavniki mednarodne komisije, ki so odločali o dobitnikih. Foto: Marjan Smerke

Nagrada je bila razdeljena na dva dela in podeljena naslednjim dobitnikom:

1. nagrado v vrednosti 7.000 evrov je prejel prof. dr. Gregor Majdič z Veterinarske fakultete Univerze v Ljubljani in Medicinske fakultete Maribor za inovacijo z naslovom: *Zdravljenje živali s pomočjo matičnih celic.*

2. nagrado v vrednosti 3.000 evrov pa sta prejela prof. dr. Marin Berovič s Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani in prof. dr. Darko Makovec z Instituta Jožef Stefan za inovacijo z naslovom *Magnetizacija vinskih kvasovk in separacija v proizvodnji penečih vin.*

Drugi dan konference je potekal pod okriljem TehnoCentra Univerze

v Mariboru na rektoratu Univerze v Mariboru.

Povabljeni gostje so tu predstavljali primere dobrih praks prenosa tehnologij, predstavljen je bil *projekt KBB*, ki se je izvajal v okviru Operativnega programa Slovenija-Avstrija 2007–2013, v katerem so sodelovali tako slovenski kot tudi avstrijski akterji s področja prenosa tehnologij. Glavni cilj projekta je bila pomoč podjetjem v obmejni regiji pri prenosu

tehnologij in znanja v gospodarstvo. Več o projektu na www.kbb-si-at.eu. Popoldne je priznani strokovnjak na področju prenosa tehnologij *Christian Schmock* iz TTO A/S Copenhagen vodil *delavnico o vlogi pisarne za prenos tehnologij pri vzpostavljanju sodelovanja med univerzo in gospodarstvom*, ki je sklenila prizadevanja TehnoCentra Univerze v Mariboru po dodatnih usposabljanjih za strokovnjake za prenos tehnologij v okviru mednarodnega projekta FREE.

Predavanja in okrogla miza o tveganim kapitalu, ki so potekali prvi dan konference, so dostopni na portalu http://videlectures.net/ttconference2011_ljubljana/, povzetki in prosojnice predavanj obeh dni pa na straneh konference: <http://tehnologije.ijs.si/4ittc/>.

Center za prenos tehnologij in inovacij na Institutu Jožef Stefan
<http://tehnologije.ijs.si/>

INTRONIKA
Mednarodni strokovni sejem za industrijsko in profesionalno elektroniko
International Trade Fair for industrial and professional electronic

Slovenija, Celje, 25. - 27. 01. 2012

www.intronika.si

SREBRNI SPONZOR
SICK
Sensor Intelligence.

IFAM
international trade fair of
automation & mechatronic

SREBRNI SPONZOR
SICK
Sensor Intelligence.

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

25.-27.01.2012

www.ifam.si

Prireditve NIDays 2011 v Ljubljani

Pospeševanje inovacij in odkritij z grafičnim načrtovanjem sistemov

Družba *National Instruments* je 27. oktobra v hotelu Mons v Ljubljani s predavanjem Pospeševanje inovacij in odkritij z grafičnim načrtovanjem sistemov odprla *NIDays 2011*. S prireditvijo so inženirje, znanstvenike in pedagoge povabili k spoznavanju ter pogovorom o tem, kako grafično načrtovanje sistemov in navidezni instrumenti z uporabo rekonfigurabilnih programskih ter strojnih platform omogočajo inovacije v industriji, raziskavah in šolstvu.



Uvodno predavanje Thorstena Mayerja

NIDays je enodnevna večtematska konferenca o grafičnem načrtovanju sistemov, ki jo je družba *National Instruments* priredila v 9 mestih v 8 državah svoje vzhodnoevropske regije od letošnjega oktobra do novembra. Na konferenci se je zbralo veliko inženirjev, da bi izvedeli več o novostih na področjih tehnoloških trendov, izdelkov in rešitev, ki temeljijo na grafičnem načrtovanju sistemov.

Po uvodnem predavanju Thorstena Mayerja, pred kratkim imenovanega regionalnega direktorja skupine *National Instruments* za Vzhodno Evropo, v katerem je poudaril najnovije izdelke in trende na področju aplikacij za preizkušanje, merjenje in

krmiljenje, se je konferenca razdelila na dve tematiki. Prva je bila namenjena šolstvu, druga pa industrijskim rešitvam in aplikacijam.

Udeleženci so imeli ves dan številne priložnosti, da se vključijo v dogajanje:

- Inženirji družbe NI so v poglobljenih tehničnih predavanjih predstavili najnovije tehnologije NI za meritve, preizkušanje, krmiljenje in avtomatizacijo, pri čemer so se dotaknili tudi področij, kot so

ugnezdeni krmilniki z večjedrnimi procesorji Intel®, plošče za osciloskope do frekvence 12,5 GHz na vodilu PXI in RF-merilne naprave najvišjega razreda na vodilu PXI.

- Partnerji in končni uporabniki družbe *National Instruments* so predstavili in prikazali inovativne načine uporabe grafičnega načrtovanja sistemov v inženirskem izobraževanju in industriji, vključno z elektroniko, mehatroniko, telekomunikacijami in krmiljenjem.
- Potekala so praktična usposo-



Sistem za nadzor stanja struktur



Sistem za testiranje 3D televizorjev



Sistem za krmiljenje motorjev

bljanja za okolje *LabVIEW*, kjer so imeli udeleženci priložnost, da prvič preizkusijo najnovejšo različico programske opreme za grafično programiranje *LabVIEW 2011*, ki letos praznuje že 25 let.

- Potekal je tudi brezplačen izpit *Certified LabVIEW Associate Developer (CLAD)*.

Gostujoči predavatelji so prišli z univerz v Ljubljani in Mariboru, pa tudi

iz industrijskih podjetij, kot so Gorenje, d. o. o., Niksis, d. o. o., in Kolektor Group, d. o. o., ter hrvaško podjetje Veski, d. o. o.

Dogodek je spremljala velika razstava, na kateri so lahko udeleženci z različnimi demonstracijskimi napravami, ki

jih je predstavila družba NI, in številnimi končnimi izdelki, ki so jih pripravili partnerji in končni uporabniki družbe, videli, kako izdelki družbe NI dejansko delujejo.

Družba National Instruments (www.ni.com) spreminja način dela inženirjev in znanstvenikov pri načrtovanju, izdelavi prototipov ter izvedbi sistemov za meritve in avtomatizacijo

ter ugnezdene naprave. Družba NI opremlja svoje stranke s standardizirano programsko opremo, kot je NI LabVIEW, in modularno, stroškovno učinkovito strojno opremo. Opremo dobavlja več kot 30.000 podjetjem po vsem svetu, nobeno izmed njih pa leta 2010 ni predstavljalo več kot približno 4 odstotkov dohodka, prav tako nobena panoga ne predstavlja več kot 15 odstotkov dohodka. Sedež ima v mestu Austin v zvezni državi Teksas v ZDA in približno 6100 neposredno zaposlenih v več kot 40 državah. V zadnjih 12 letih je revija FORTUNE vsako leto uvrstila družbo NI med 100 najboljših delodajalcev v ZDA.

www.ni.com



Merilna tehnika za profesionalce... ... od senzorja do programske opreme



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



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

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

www.hbm.com



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

Mednarodna konferenca o e-mobilnosti

Kemijski inštitut pod vodstvom direktorja prof. dr. Janka Jamnika in Centra odličnosti nizkoogljicne tehnologije, ki ga vodi prof. dr. Miran Gaberšček, sta skupaj s partnerji 27. in 28. oktobra v Ljubljani organizirala mednarodno konferenco o e-mobilnosti.

Cilj dogodka je bil čim širši populaciji predstaviti električni avtomobil, odgovoriti na vprašanja, ki se v zvezi s tem pojavljajo v javnosti, ter osvetliti vse prednosti, ki jih ima tak način transporta. Predavali so najuglednejši predavatelji z vsega sveta, ki so osvetlili naslednje teme: tehnologija shranjevanja energije (baterije in gorivne celice), elektrotehnični in strojniški vidiki električnega vozila, infrastrukturne potrebe, povezane z razvojem elektromobilnosti, in politika uvedbe električnega avtomobila v prakso, družbene in ekonomske posledice. Konferenca je bila povezana tudi z razstavo, na kateri so se predstavila slovenska podjetja, ki razvijajo baterije, elektromotorje, električne polnilnice, sodelovala pa je tudi študentska ekipa, ki je v okviru skupnega projekta Kemijskega inštituta in Centra odličnosti nizkoogljicne tehnologije s podporo vodilnih slovenskih proizvajalcev sestavila lastni električni avtomobil. Dogodka se je udeležil tudi minister Lukšič in številni podjetniki. Predavalo je 29 predavateljev, razstavljali pa so Petrol, Elektro Ljubljana, Elektro



Odprte razstave (foto: Kemijski inštitut)

Maribor, Toyota, DEVS, Li2 in Elaphe. Mednarodna konferenca o elektromobilnosti je opozorila na tehnološke in družbene vidike uvajanja električnega avtomobila.



Nekaj pomembnejših izjav:

Prof. dr. Janko Jamnik, direktor Kemijskega inštituta, je na konferenci poudaril: »Na našem inštitutu razvijamo materiale za baterije, ki se dokazano lahko kosajo z najboljšimi na svetu. Ti materiali se uporabljajo tudi pri izboljšavah akumulatorjev za električna vozila. Želimo pa si

sodelovanja s strokovnjaki drugih profilov, ki poznajo električni avtomobil s povsem drugačne perspektive. To je bil tudi glavni namen te konference.«

Direktor Centra odličnosti nizkoogljicne tehnologije **prof. dr. Miran Gaberšček** je prepričan, da je elektromobilnost dobra priložnost tudi za slovensko in-



Udeleženci konference (foto: Robert Ornovšek in Gregor Kapun)



Študentje ob lastnem električnem avtomobilu (foto: Kemijski inštitut)

dustrijo in podjetništvo. Skupaj s Kemijskim inštitutom so zato v projektu Elektromobilnost za Slovenijo združili različne fakultete ter slovenska podjetja ter organizirali študentsko ekipo, ki je pod okriljem mentorjev različnih strok izdelala električni avtomobil iz delov slovenskih proizvajalcev.

Petr Dolejsi, direktor mobilnosti in trajnostnega transporta pri ACEA, združenju evropske avtomobilske industrije, je na konferenci opozoril, da je bilo samo v letu 2010 proizvedenih več kot 17 milijonov vozil. Avtomobilska industrija je v raziskave in razvoj vložila več kot 26 milijard EUR in v EU zagotavlja kar 10,2 % delovnih mest v proizvodnji. Za EU je torej tudi z gospodarskega vidika izjemno pomembno, kako bo izkoristila prehod na električni avtomobil. Avtomobilska industrija v EU zagotavlja 2,3 milijonov neposrednih in 10,4 milijonov posrednih zaposlitev.

Električna vozila zaenkrat predstavljajo nišni trg. Da bi lahko dosegali večji tržni delež, je po mnenju Dolejsija nujno zagotoviti socialno sprejemljivost teh vozil. Vprašanja, ki se uporabnikom s tem v zvezi največkrat postavljajo, so povezana z dosegom električnih avtomobilov (tj. razdaljo, ki jo tak avtomobil zmore), časom, potrebnim za polnjenje, stroški nakupa, uporabe in vzdrževanja.

Walter Hoogland iz mestne uprave v Amsterdamu je predstavil prizadevanja za zmanjševanje ogljičnega odtisa v tem mestu. Cestni promet je krivec za kar 20 % emisij CO₂. Samo v letih 2000–2005 so emisije CO₂ v transportu porasle za 12 %. Amsterdam si je zadal zelo ambiciozen cilj: do leta 2025 želijo znižati stopnjo emisij CO₂ za kar 40 %. Da bi ta cilj dosegli, pa razvoj tehnologije ni dovolj. Potreben je integralni pristop, ki združuje strokovnjake različnih področij. Njihova naloga je

prilagoditi gradnjo novih naselij, optimizirati energetske proizvodnje in distribucije, izboljšati ravnanje z odpadki ter recikliranje, preveriti učinkovitost proizvodnje in distribucije hrane ter, med najpomembnejšimi točkami, najti načine za bolj učinkovit in čistejši transport in logistiko. Slednje kratkoročno dosegajo z optimizacijo javnega transporta in spodbujanjem kolesarjenja, dolgoročno pa z gradnjo stanovanjskih naselij v bližini vozlišč javnih prevoznih sredstev ter z večjo razpršitvijo delovnih mest, da bodo ta bližje stanovanjskim naseljem.

Tudi **prof. dr. Brian Price** z angleške univerze Aston, ki je predstavljal program CABLED (Coventry and Birmingham Low Emissions Demonstrator), opozarja, da je poleg razvoja baterij, gorivnih celic in drugih delov električnega vozila potrebno že zdaj preveriti, kako bi z okolju bolj prijaznimi vozili lahko pripomogli k zmanjševanju emisij in prometnih zastojev v mestu. Njihove raziskave kažejo, da je kar 55–65 % voženj z avtomobilom krajših od petih milj in da bi električni avtomobil zmoget opraviti več kot 98 % tipičnih dnevnih prevozov z avtomobilom. Svet in še zlasti Evropo čakajo veliki izzivi in priložnosti. Mednarodna konferenca je izpostavila Slovenijo kot državo s precejšnjim razvojnim in proizvodnim potencialom.

Janez Škrlec, inženir mehatronike, odbor za znanost in tehnologijo pri OZS



Dnevi podjetništva uspešno zaključeni

Dnevi podjetništva 2011, podjetniški dogodek, ki sta ga že četrto leto tradicionalno organizirala Tehnološki park Ljubljana in Data, d. o. o., v sodelovanju z Ministrstvom za zunanje zadeve RS, je znova privabil številne udeležence, željne novih podjetniških znanj.

Z izvedbo že četrth Dni podjetništva smo obeležili tudi *Svetovni teden podjetništva*. Rdeča nit dogajanja v Tehnološkem parku Ljubljana je bila krepitev specializiranih znanj s področja poslovnega okolja, tehnologije, marketinga in internacionalizacije. Vsak dan posebej je bil različno tematsko obarvan z aktualnimi podjetniškimi temami.

Ob odprtju Dnevo podjetništva je *mag. Iztok Lesjak*, direktor Tehnološkega parka Ljubljana, poudaril, da so v *15-letni zgodovini Tehnološkega parka Ljubljana* dobro spoznali potrebe podjetij. Z izvedbo 15 podjetniških delavnic želijo krepiti podjetniško kulturo, promovirati podjetniško pot ter udeležencem prenesti novosti in nova spoznanja s področja podjetništva.

Otvoritvenega dne, 14. novembra, ki je bil namenjen poslovanju podjetij, se je udeležilo več kot 200 ljudi. Ti so pridobili ključne informacije o stroških, procesih in inoviranju v podjetju, strateškem načrtovanju, elektronskem poslovanju in predstavljanju ter prodaji izdelkov in storitev.

Drugi dan dogajanja je bil tematsko namenjen marketingu in inovativnim tehnologijam v podjetju. Udeleženci so pridobili dodatne veščine in znanja s področja kreditnih shem, zavarovalnih podlag, plačilnih sistemov v podjetju, spletnem poslovanju ter uporabi družabnih omrežij v poslovnem procesu.

Sklepni dan je bil zapolnjen z delavnicami na temo internacionalizacije. Osredotočili smo se na aktualne



Udeleženci prireditve med poslušanjem predavanj

vsebine s področja spoznavanja ter zakonitosti globalnega trga in zaposlovanja tujcev v Sloveniji.

Ob zaključku brezplačnih podjetniških delavnic je predstavnik podjetja Data, d. o. o., *Aleš Zevnik* poudaril, kako pomembno je izboljšanje poslovnega okolja ter nudenje podpore podjetnikom s področij, ki so bila predstavljena na letošnjih Dnevih podjetništva. Podjetje Data že 20 let uspešno zagotavlja kvalitetno podporno okolje za mala in srednja podjetja.

Vseh 15 brezplačnih podjetniških delavnic, ki so potekale od 14. do 16. novembra, se je skupaj udeležilo približno 1800 ljudi.

www.tp-lj.si

Več o DATA, d. o. o.

Družba Data poslovne storitve, d. o. o., se ukvarja s celovito podporo pri ustanavljanju podjetij. Je vodilno podjetje na svojem področju, vse od ustanovitve leta 1991 pa spodbuja podjetništvo. Vizija podjetja je usmerjena k več

čjemu številu novoustanovljenih podjetij. Data, d. o. o., želi prispevati tudi k rasti zaposlenosti, vzpostavljanju novih delovnih mest in hitrejšemu razvoju malih podjetij.

Leto 2010 je podjetju Data prineslo največje priznanje za delo v vseh dvajsetih letih obstoja in delovanja. Za uspešno delovanje so prejeli evropsko nagrado za podjetništvo v kategoriji »Izboljšanje poslovnega okolja« s projektom »Program pomoči in usposabljanja podjetnikov za manjšo umrljivost podjetij«. Evropske nagrade za podjetništvo podeljuje generalni direktorat za podjetništvo od leta 2006 naprej. Več o podjetju na spletni strani www.data.si.

VENTIL

REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

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

LabVIEW 2011
Ponujamo vam novo različico.

Ime:
*Dr. Christian Altenbach,
Certified LabVIEW
Associate Developer*

Poklic:
*Raziskovalec na področju
oftalmologije*

Strokovno področje:
Biofizika

Kako mi je pomagalo okolje LabVIEW:
*Z interaktivnim analiziranjem
in vizualiziranjem podatkov z
algoritmi po meri*

Najnovejši projekt:
*Spremljanje sprememb
molekularne zgradbe med
vzbujanjem svetlobnega
receptorja rodopsina*

NI LabVIEW

“Z okoljem LabVIEW delam bolje, ker lahko

PROGRAMIRAM

enako kot razmišljam.”

>> Odkrijte, kako boste tudi vi delali bolje z okoljem LabVIEW, na naslovu ni.com/labview/better

0 800 80 844

National Instruments,
Instrumentacija, avtomatizacija in upravljanje procesov d.o.o.
Kosovelova ulica 15, 3000 Celje, Slovenija
Tel: +386 3 425 4200 • Fax: +386 3 425 4212
E-mail: ni.slovenia@ni.com • www.ni.com/slovenia

National Instruments, Instrumentacija, avtomatizacija in upravljanje procesov d.o.o. *Naslovnica ulica 15, 3000 Celje, Slovenija
Tel: +386 3 425 4200 • Fax: +386 3 425 4212 *E-mail: ni.slovenia@ni.com *Web: www.ni.com/slovenia
Družba registrirana pri Goriškem sodišču v Ljubljani, vrhunska številka: 30112540 • Matična številka: 520179, osnovni kapital: 1.100.000,00 € (V) • Davčna št.: 52003989

© 2011 National Instruments Corporation. Vse pravice pridržane. National Instruments, NI in LabVIEW so blagovne znamke National Instruments.
0844-ozveščanje številic je brezplačno pod pogojem, da izpolnite oblikovno spletno stran. Spletno stran lahko uporabite tudi brez spletnega dostopa.

 **NATIONAL
INSTRUMENTS™**

Iščemo in nagrajujemo najboljši slovenski start-up

Z dogodkom »Postani hitro rastoče, inovativno podjetje« se je na Slovenskem forumu inovacij uradno pričel že peti krog nacionalnega tekmovanja start-up podjetij *Start:up Slovenija*.

Tekmovanje organizirajo *Tovarna podjetjov, JAPTI in Tehnološki park Ljubljana* ob partnerstvu *Ministrstva za gospodarstvo, Slovenskega podjetniškega sklada in Združenja inkubatorjev in tehnoloških parkov Slovenije*. Zmagovalca tudi letos čaka 10.000 EUR denarne nagrade, elitno podjetniško usposabljanje (CEED TOP CLASS), kristalni kipec in veliko medijske pozornosti. Novost letošnjega tekmovanja je navezava tekmovanja in razpisa za subvencijo zagona podjetja P2, ki bo sodelujočim podjetjem omogočilo, da si z dobro spisanim poslovnim načrtom priborijo do 25 točk od 100 možnih pri prijavi na razpis Slovenskega podjetniškega sklada.

Slovenski podjetniški »Road-show«

Sledilo bo še devet dogodkov po drugih slovenskih mestih, kjer bomo promovirali podjetniške zgodbe uspešnih podjetnikov, njihove izkušnje pri razvoju produktov in njihovem uspešnem plasmaju na trg. 24. januarja se bo vseslovenska podjetniška turneja zaključila z osrednjim podjetniškim forumom 100 % Start:up v Ljubljani, ki bo po principu »podjetniki za podjetnike« zbranim postregel s praktičnimi in uporabnimi nasveti, šokantnimi in navdušujočimi zgodbami, veliko mreženja in povezovanja ter primeri dobrih praks. "Z dogodkom želimo udeležence še dodatno navdušiti za podjetništvo in jih napolniti s podjetniškim entuziazmom in inspiracijo pri razvoju lastnega podjetja," je povedal Urban Lapajne, organizacijski vodja tekmovanja. Že tradicionalno pa bomo v mesecu februarju v Kopru, Ljubljani in Mariboru organizirali usposabljanja, namenjena izboljšavam poslovnih načrtov, s katerimi



Nagovor direktorja TP Ljubljana, mag. Iztoka Lesjaka

se bodo lahko najkasneje do 24. februarja 2012 prijavi na tekmovanje. Kdo bo zmagovalec petega kroga tekmovanja, bo znano 4. aprila 2012, ko bomo v okviru konference PODIM javno predstavili pet finalistov in svečeno razglasili zmagovalca tekmovanja.

S podjetništvom do razvojnega preboja

»Organizatorji tekmovanja želimo prispevati k postavitvi učinkovitega mehanizma, ki promovira inovativne ideje in ekipe slovenskih start-up podjetij. S sodelovanjem želimo podpreti njihove napore pri iskanju investorjev, poslovnih partnerjev in ustvar-



Start: up 2012

janju njihove prepoznavnosti tako v Sloveniji kot tudi tujini. Na ta način želimo organizatorji in partnerji tekmovanja s sodelovanjem prispevati h graditvi podjetniškega okolja in kulture, ki bo Sloveniji omogočila razvojni preboj med najuspešnejše države na svetu,« je ob pričetku tekmovanja povedal mag. Iztok Lesjak, direktor Tehnološkega parka Ljubljana. Razširjenost tekmovanja zgovorno podpirajo podatki, da se je dogodkov preteklih štirih tekmovanj po vsej Sloveniji udeležilo preko 2.600 ambicioznih podjetnikov in podje-

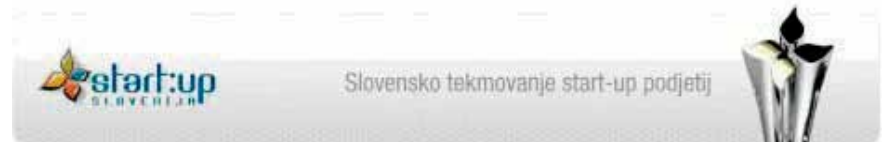
tnic. Skupaj so organizatorji prejeli 133 poslovnih načrtov slovenskih start-up podjetij, ki sta jih prerešetal strokovna in investitorska komisija, ter izbrali 26 finalistov in 4 zmagovalce tekmovanja.

Več podatkov o dosedanjih zmagovalcih in finalistih tekmovanja ter

ključne utrinke z dogodkov v okviru tekmovanja lahko najdete na spletni strani tekmovanja www.startup.si.

Vabimo vse, da se nam pridružite in izkoristite priložnosti, ki jih ponuja Start:up Slovenija!

www.tp-lj.si



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

SERVO VENTILI, PROPORCIONALNI VENTILI IN RADIALNO-BATNE ČRPALKE

MOOG

Zakaj radialno-batne visokotlačne črpalke MOOG?

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



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

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 ...



MOOG HYDRAULIC

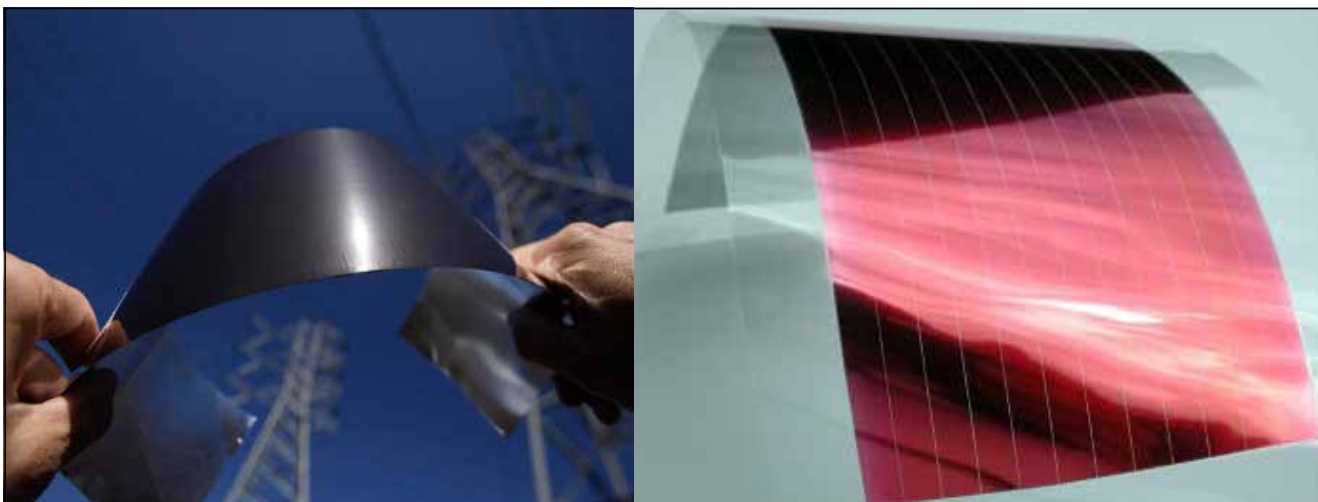
Prihajajoče tehnologije v energetiki obetajo bistven napredek na področju pretvorbe sončne energije v električno

Po danes znanih podatkih je povprečna energija, ki prihaja proti Zemlji od Sonca okoli 1,37 kW/m², nekje 5 % te energije je v ultravijoličnem območju, 46 % v vidnem svetlobnem spektru in 49 % v infrardečem spektru. Danes seveda ni več nobena skrivnost, da se je začela huda tekma, kdo bo napravil najbolj učinkovite pretvornike sončne energije v električno energijo, torej najbolj učinkovite sončne celice z največjim izkoristkom in iz okolju prijaznih materialov.

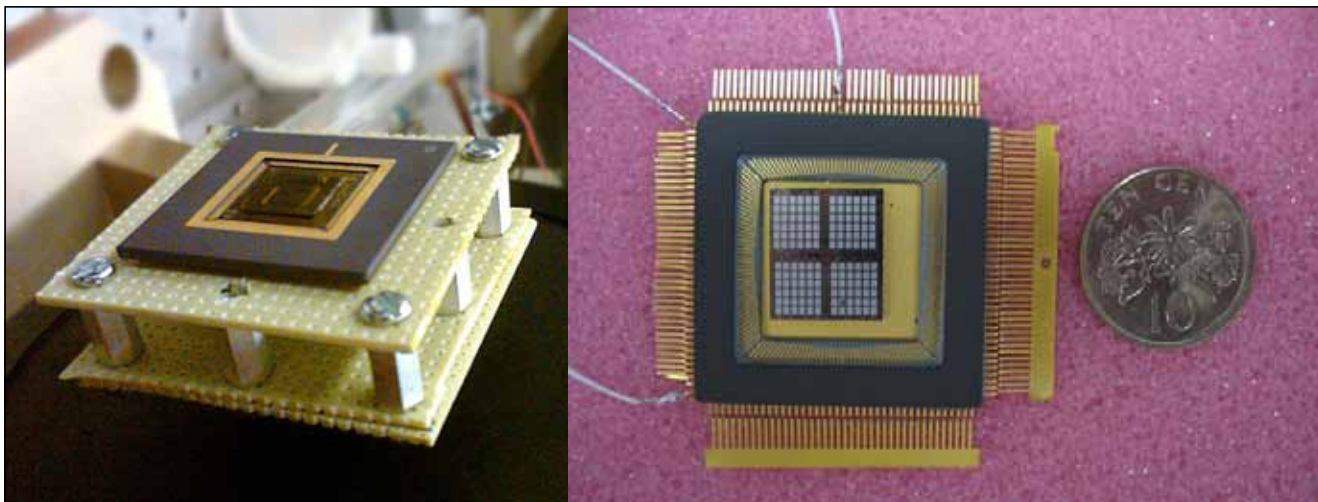
Vedno bolj jasno postaja, da bomo za nove sončne celice uporabljali nanotehnologijo v povezavi z drugimi tehnologijami in novimi materiali, še zlasti z grafenom, ki ga mnogi že vidijo kot naslednika vsem dobro znanega silicija. Zavedati se namreč moramo, da je silicij kot surovina na razpolago v vedno manjših količinah, da je poraba vedno večja, prav tako pa tudi cena. Ko govorimo o sončnih celicah naslednje generacije, govorimo tudi o enostavnejši izdelavi sončnih celic za množično uporabo in o maksimalnem izkoristku, ki bi ga nove tehnologije lahko ponudile.

Izkoristek sončnih celic bo v prihodnje brez dvoma še kako odvisen od uporabljenih materialov, še zlasti ne toksičnih, in od povsem nove tehnološke izvedbe sončnih celic ter novega pristopa, kako izdelovati sončne celice, ki bi pokrivalo čim večji sončni spekter od ultravijoličnega območja, vidnega spektra in celo širši del infrardečega spektra. To je zagotovo velik izziv za številne raziskovalce in inovatorje po svetu in tudi pri nas. Kot zelo resna konkurenca danes razširjenim silicijevim sončnim celicam so fotoelektrokemične, tako imenovane sončne celice Graetzlovega tipa, imenovane predvsem DSPEC (DSSC – dye-sensitized solar cell), s katerimi se intenzivno ukvarjajo tuji strokovnjaki in tudi strokovnjaki v Sloveniji, še zlasti na Kemijskem inštitutu v Ljubljani, na Inštitutu Jožef Stefan in na FE Univerze v Ljubljani. To so tako imenovane senzibilizirane fotoelektrokemijske celice na osnovi nanokristalnega titanovega dioksida. Te so že v fazi komercializacije, seveda pa njihov nadaljnji razvoj še zdaleč ni zaključen. Rezultati izkoristka pretvorbe sončne energije v električno so vedno bolj obetavni. Zelo zanimive postajajo tudi polimerne – organske celice na podlagi prevodnih polimerov. Intenziven razvoj sončnih celic teče tudi v smeri

izdelave sončnih celic iz nanožičk in nanocevk in s tehnologijo kvantnih pik. Po mnenju mnogih strokovnjakov pa bi lahko idealna sončna celica nastala iz organskih in anorganskih materialov v kombinaciji z nanoščetkami. Razvoj je intenziven tudi v smeri hibridnih sončnih celic in biosolarnih celic, mogoče celo v kombinaciji obeh. V ospredje prihaja tudi trend razvoja cenениh sončnih celic na tankem filmu – fleksibilen substrat in celice, ki bodo preprosto rečeno nanosene kot barva na fleksibilno površino in bodo delovale po principu koloidnih kvantnih pik. Dejstvo je, da postaja solarna tehnologija interdisciplinarna nanoznanost, ki bo upoštevala izbiro najboljših materialov, njihovo strukturiranje na nanonivoju, karakterizacijo materialov, umetno fotosintetiziranje in uporabo kompleksne teorije procesiranja. Zagotovo je danes tudi to, da raziskovalci poleg razvoja komercialno dostopnih sončnih celic iščejo inovativne sisteme pretvorbe sončne energije v električno in nekaj predstavljenih primerov v tem članku je med zelo obetavnimi favoriti. Seveda pa za področje energetike postajajo vedno bolj zanimivi tudi novi viri električne energije majhnih moči, še zlasti za avtonomno napajanje majhnih potrošnikov električne energije,



Nanotehnologija bo v gradnjo novih sončnih celic prinesla pravo revolucijo, v ospredje bodo prišle tudi fleksibilne sončne celice



Nov vir električne energije s konvertiranjem vibracij Prototip termoelektričnega generatorja z MEMS

kot so senzori, senzorske mreže in drugo.

Med te nove vire električne energije prištevamo različne oblike in izvedbe piezogeneratorjev, ustvarjanje električne energije z bakterijami in s konverzijo toplote ter pretvorbo mehanskih vibracij v električno energijo s pomočjo tehnologij MEMS (mi-

kroelektromehanskih sistemov). Zanimivi viri pa postajo tudi celice alg in konvertiranje toplote v organskih molekulah in iz bioenergetskega potenciala. Sam sem prepričan, da bi Slovenija morala več napraviti na razvoju povsem novih sončnih celic, saj imamo strokovnjake in tudi razvojne možnosti. Težave kot vedno nastanejo pri finančnih spodbudah

v fazi razvoja in pri možnosti financiranja prototipov do izdelkov. Le upamo lahko, da ne bomo zamudili vseh priložnosti, ki se nam danes še zagotovo ponujajo.

*Janez Škrlec, inženir mehatronike
Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije*

JAKŠA

MAGNETNI VENTILI

od 1965

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



www.jaksa.si



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

Novi višješolski študijski program Bionika

Na pragu 21. stoletja se industrijska družba sooča z velikimi izzivi na področju energije in okolja. Z novimi spoznanji s področja mlade discipline, kot je bionika, lahko spremenimo globalno gospodarsko in tehnološko politiko. Na Zemlji se že več kot 4 milijarde let kopičijo naravni viri, ki nam ponujajo odprte možnosti za izrabo.

Pojavljajo se številna vprašanja: kako delujejo naravni sistemi, kako jih je možno izrabiti v prid človeštvu, kakšen bo industrializirani svet prihodnosti? Naravo lahko opredelimo kot usodo prihodnjih generacij, zato je potrebno umno gospodariti z njenimi viri.

Področje bionike obsega študij energetskih sprememb, delovanja živih organizmov in njihovo uporabo pri razvoju sodobnih tehničnih sistemov in naprav kakor tudi za proizvodnjo energije. Bionika predstavlja sinergijo tehniških, energijskih in naravoslovnih področij.

Bionika je posnemanje narave in implementacija naravnih procesov v tehniko. Ljudje velikokrat nismo izumitelji, temveč le posnemovalci narave. Ta daje ogromno načel, ki

so zelo uporabna, bistvo pa je prav v prenašanju naravnih principov v tehniške sisteme in naprave.

Z razvojem človeštva in tehnologije se razvija tudi področje bionike. V praksi lahko najdemo mnogo primerov, ki so zelo uporabni (kopalka, klimatske naprave, dihanje pod vodo, navigacija, sredstvo proti zmrzovanju, letala, ure, razsvetljava, elektrika, umetni valilniki, razsoljevanje vode, reaktivni pogon, podmornice, rotacijski motor, termometer, sonar ...), veliko pa jih še čaka na praktično uporabo.

Pri reševanju problemov se lahko zgledujemo po evlucijski strategiji. Ta nam prikazuje, kako je v naravi potekal razvojni proces, ki je prinesel optimalne rešitve. Na tržišču je vedno več komercialnih izdelkov, ki so narejeni po principu posnemanja narave. Te izdelke je potrebno vzdrževati in zagotavljati njihovo neprekinjeno funkcionalnost, kar je naloga inženirja bionike.

Inženir/inženirka bionike bo v izobraževalnem procesu med drugimi pridobil/a znanja o uporabi računalniških bionskih procesnih orodij, se usposobil/a za odločanje o strokovnih in poslovnih zadevah s področja bionike, sodeloval/a pri pripravi in izvedbi bionskih projektov,

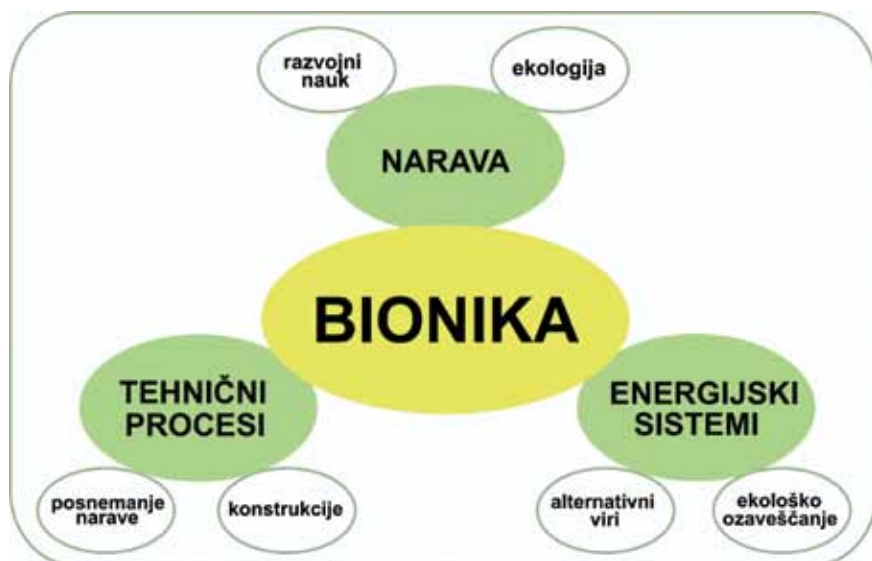
vključeval/a obnovljive in alternativne vire energije v bionske procese ter uporabljal/a interdisciplinarna znanja biologije in tehnike za reševanje konkretnih izzivov v okolju.

Študijski program je ovrednoten s 120 kreditnimi točkami (KT) po sistemu ECTS. Sestavljajo ga osnovni moduli: Komunikacije, Temelji bionike, Bionska biokemija, Trajnostna ekonomija in Načrtovanje biomehatričnih sistemov. V izbirnem delu študent izbira med moduloma *Mikrotehnologija in energetika* ter *Umetna inteligenca in energetika*, prav tako tudi prosto izbirni predmet. Bionika je prvi višješolski izobraževalni program, ki ima vključen odprti kurikulum (10 KT). Njegove vsebine so prilagojene potrebam lokalnega okolja. Študent teoretično znanje utrdi z 800 urami praktičnega izobraževanja v podjetju. Študij se zaključi z diplomsko nalogo.

Ideja višješolskega študijskega programa Bionika se je izoblikovala v Šolskem centru Ptuj, kjer je bil pripravljen tudi poklicni standard. Izobraževalni program Bionika je pripravil Center za poklicno izobraževanje RS v sodelovanju z Višjo strokovno šolo Ptuj, Mestno občino Ptuj, Odborom za znanost in tehnologijo pri OZS in več podjetji.

Inženirju bionike, ki izkorišča sinergijo naravoslovja in tehnike, ne bo težko najti zaposlitve, saj so njegova znanja uporabna v večini podjetij.

Robert Harb, Marjan Bezjak
Šolski center Ptuj, VSS



Področja bionike

VENTIL
REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

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

Honeywell Dolphin 99GX – sodobni terminali za skladišča

Prevzemi, izdaje in komisioniranje so skladiščne operacije, ki so sicer rutinske, vendar fizično in psihično še vedno zahtevne naloge. Stalno enaki gibi in neergonomska delovna mesta so vzrok za utrujenost in zdravstvene težave. Tudi izostanki uporabnikov terminalov z dela niso redki. Da bo delo v skladišču teklo nemoteno in bo delovno okolje prijazno uporabnikom, ima podjetje LEOSS v svojem programu terminal *Honeywell Dolphin 99GX*, ki poleg ergonomsko oblikovanega ročaja in robustnosti prinaša v skladišče tudi barvno fotografiranje. Če se nanj namesti še specializirana programska oprema MOBOS Skladišče, nastane paket, ki vsebuje informacijsko podporo z vsemi funkcionalnostmi za nemoten pretok blaga v visokofrekventnih skladiščih.

Honeywell Dolphin 99GX je različica na terenu uveljavljenega terminala Dolphin 99EX, ki je prilagojena delu v skladišču. Odlikujejo ga:

- ergonomsko oblikovan ročaj v obliki pištole (»pistol grip«),
- vgrajena kamera za barvno fotografiranje (Adaptus® Imaging tehnologija 6.0 za hitrejši zajem podatkov v linearnih in 2D-črtnih kodah),



Dolphin 99GX

- trden okrov, ki ustreza standardom zaščite IP64 (»heavy duty«),
- visoka stopnja vzdržljivosti (do 2000 padcev z višine 1 m in celo 1,83 m),
- delovanje v težjih delovnih pogojih – temperaturno območje med -20 °C in +50 °C (»harsh environment«),
- številne komunikacijske možnosti za hitrejši prenos zajetih podatkov (WLAN 802.11a/b/g/n in WLAN

Security, WPAN Bluetooth®V2.1, WWAN 3,9G),

- odlična baterija za podaljšan čas delovanja (več kot 9 ur pri intenzivni skeniranju črtnih kode in prenosu podatkov – WLAN, vsakih 9 sekund),
- možnost izbire med alfanumeričnimi tipkovnicami s 34, 43 ali 55 tipkami.

Je vodenje skladišča ključni del vašega poslovanja? Izkoristite prednosti terminala in izberite uporabniku prijazen in enostaven sistem za pomoč pri delu v skladiščih, kot je to programska oprema MOBOS Skladišče.

LEOSS je razvil tudi opremo za podporo logističnim centrom, preprostim vele- in maloprodajnim podjetjem, ki omogoča sledljivost artiklov. Za vse izdelke iz svojega kataloga zagotavljajo celovito podporo in pomoč kot tudi vzdrževanje v lastnem servisu.

Vir: LEOSS, d. o. o., Dunajska c. 106, 1000 Ljubljana, tel.: 01 530 90 20, faks: 01 530 90 40, internet: www.leoss.si, e-mail: leoss@leoss.si, g. Gašper Lukšič

Najavljamo posvet

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2012 - ASM '12

v novembru 2012 v Ljubljani

www.posvet-asm.si

Pokrovitelji in sponzorji

FESTO

YASKAWA
MOTOMAN

VERTEL

IRT 6000

ABB

OPL

Reserth
Robot Centre

espro
intertesting

DAX

MIEL OMRON
Domeni in sistem za avtomatizacijo

SICK
Sensor Intelligence.

OLMA
www.olma.si

TEHNA
AVTOMATIZACIJA

LOTRIČ

FANUC
ROBOTICS EUROPE

HALDER
NORM-TECHNIK

RIKO

Glavni organizator posveta

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



LASIM
LABORATORIJ ZA STREGO, MONTAŽO
IN PNEVMATIKO

Dodatne informacije:

Laboratorij LASIM, UL, FS, Aškerčeva 6, 1000 Lj.
tel.: 01/47-71-726(725); fax.: 01/47-71-434
e-mail: niko.herakovic@fs.uni-lj.si ali
miha.debevec@fs.uni-lj.si
Internetna stran: www.posvet-asm.si

Novo vodstvo strokovnega združenja FT v VDMA in ocena konjunktura

Strokovno združenje za fluidno tehniko v okviru VDMA (Nemško združenje strojne industrije) je na rednem zasedanju v Weimarju izbralo novo vodstvo za obdobje 2011 do 2014 in ocenilo konjunktura gibanja v letih 2010, 2011 in 2012. Dvanajstčlanski izvršni odbor bo v prihodnjih štirih letih vodil Ch. H. Kienzle iz firme ARGO – HYTOS GmbH. V prezidiju evropskega združenja CETOP pa jih bo zastopal W.P. Weißer iz firme Sauer – Danfoss GmbH.

Nemška fluidna tehnika je v letih 2010 in 2011 bila nadvse uspešna

saj je, z okoli 40 % nazadovanjem v času od začetka gospodarske krize, v zadnjih dveh letih dosegla ponovno rast z okoli 36%, na 5,5 milijard evrov prometa v letu 2010. Pri tem je hidravlika beležila 34% rast, na 3,4 milijard evrov, pnevmatika pa celo 40%, na 1,7 milijard evrov. Tudi v letu 2011 računajo z nadaljnjim porastom v višini 21% (22% hidravlika in 19% pnevmatika). Ocene za leto 2012 pa so v višini 6% (6% hidravlika in 6% pnevmatika).

Nemška fluidna tehnika torej z nezanesljivostjo gleda v prihodnost. Na-

ročniške knjige so polne in podjetja delajo s polnimi kapacitetami. Od konca leta 2010 beležijo tudi ponovno rast zaposlitve. Skrbi povzročajo le visoke cene materialov in nezanesljivosti finančnega trga.

Dodatne infomarcije so na voljo pri: *Fachverband Fluidtechnik in VDMA, Hartmut Rauhen (Geschäftsführer), Lyoner Straße 18, 60528 Frankfurt, BRD; tel.: +069-6603-1332, e-pošta: fluid@vdma.org, internet: www.vdma.org*

Po O+P 55(2011) 11-12, str. 416

Nov seminar vodna hidravlika

Klasična vodna hidravlika, če zanemarimo zgodovinske začetke hidravlike, je že dolgo v uporabi predvsem v rudarstvu in železarstvu. Novejši razvoj na različnih področjih gospodarstva in industrije pa je pričel v 70-tih letih prejšnjega stoletja. Zadnja leta tudi pri nas. V eni od svojih objav je VDMA (Nemško združenje strojne industrije) že v letu 1998 predstavilo trditev »Sistemi vodne hidravlike so osvojili strojništvo«, seveda so to še vedno le želje znanstvenih razvijalcev tovrstne tehnike. Še več, lahko rečemo da industrijska uporaba vodne hidravlike ne spada ravno v sodobne cilje industrijske fluidne tehnike, saj njene izvedbe in trajnost sestavin še ne zagotavljajo ustrezne uspešnosti.

Kljub temu se strokovna skupina predavateljev na čelu z *dr. ing. Hans-Joachim Dittmerjem* pripravlja na organizacijo ustreznega seminarja, ki naj bi pričel z delovanjem v marcu leta 2012, v Sindelfingenu. Obravnava naj bi obsegala naslednje teme:

- Lastnosti čiste vode in hidravličnih fluidov z visoko vsebnostjo vode razreda HFA,
- Komponente in materiali,
- Sistematično načrtovanje naprav,
- Osnova vezja in krmilja,
- Projektiranje naprav z akumulatorji,
- Proporcionalna tehnika,
- Gradnja in zagon naprav,
- Filtriranje in vzdrževanje,
- Primeri uporabe.

Prvi pogovori s potencialnimi udeleženci seminarja so že izpostavili številna vprašanja, ki jih je potrebno razčistiti še pred začetkom izvajanja (Kaj nudi trg? Kakšni stroški nastajajo? ipd.). Predprijava in predlogi so dobrodošli!

Seminar bo koordiniral: *Ingenieurbüro für Fluidtechnik, Dr.-Ing. Hans-Joachim Dittmer, Frierich-Ebert-Str. 15, 71067 Sindelfingen, BRD; e-pošta: h-joachim-dittmer@online.de*

Po O+P 55(2011) 11-12, str. 413

Dielektični spektroskopski senzor kontaminacije hidravličnih fluidov

Izobraževalni in tehnološki sklad NFPA (Ameriško nacionalno združenje fluidne tehnike) je nedavno nagradil dr. Briana Stewarda in Katedro za kmetijske in biološke sisteme pri državni univerzi države Iowa (Iowa State University) za pomemben razvoj dielektičnega spektroskopskega

senzorja kontaminacije hidravličnih fluidov. Senzor predstavlja nov dosežek pri razvoju tehnologije cenjenih senzorjev za mobilno hidravliko.

Industrijski partnerji so vljudno vabljeni k sodelovanju pri nadaljnjem razvoju projekta za zagotovitev po-

treb industrije s končno možnostjo komercializacije dosežkov razvoja.

Za več informacij se obrnite na *Sue Chae: tel.: + (414) 778 – 3376 ali na e-pošto: schase@nfpa.com.*

Po H & P 64 (2011)9 – str. 6

Zamenjava na TU Braunschweig

S 1. januarjem 2012 prevzema redno profesuro in vodenje Inštituta za kmetijske stroje in fluidno tehniko na TU v Braunschweigu *prof. dr. Ludger Frerichs*. Rojen je leta 1959 in študiral na TVŠ v Usnabrücku in TU v Braunschweigu ter promoviral v Stuttgartu - Hohenheimu. Od leta 1990 je v podjetju *Claas* v Harsenwinklu na vodstvenih delovnih mestih razvijal kmetijske stroje, od leta 2008 naprej pa je v podjetju *Still* iz Hambruga vozila za talni transport in sisteme intralogistike. Od leta 2004 do 2008 je

vodil častni urad družbe za agrarno tehniko *Max-Eyth* v okviru VDI. Kot predavatelj za agrarno tehniko je od leta 2001 do 2008 deloval tudi na RWTH v Aachnu. Od 2008 naprej je član znanstvenega sveta za intralogistiko /transportno tehniko in sisteme logistike IFL.

Uveljavljeni Inštitut za kmetijske stroje v Braunschweigu je sicer že leta 1950 osnoval *prof. dr. Georg Seigler*, od leta 1958 dalje ga je vodil *prof. dr. e.h. Hans-Jürgen Mathies*,

njegov naslednik pa je bil *prof. dr. e. h. Hans-Heinrich Harms*, od 1990 do 2010, ki je ime inštituta razširil tudi na fluidno tehniko. Trenutno inštitut vodi še *prof. dr. Th. Lang*. Pod novim vodstvom se bo inštitut tudi naprej ukvarjal s kmetijsko tehniko, mobilno hidravliko in pogonsko tehniko. Področje mobilnih strojev pa se bo verjetno razširilo še na področje težkih komunalnih in gradbenih strojev.

Po P+O 55(2011)11-12, str. 412

Izobraževalni center za vetrne pogone

Mednarodno podjetje *MOOG* je v septembru v Unni v Westfaliji, Nemčija, odprlo izobraževalni center za vetrne pogone (*Wind Training Center*). 1300 m² koristnih površin je namenjenih kupcem firme *Moog*, ki se ukvarjajo z industrijo izkoriščanja vetrne energije. Programe izobraževanja bodo izvajali kompetentni strokovnjaki. Obsegali bodo vse od uvodnih tečajev do reševanja zahtevnih tehničnih vprašanj konstruiranja,

projektiranja, gradnje in uporabe ustreznih izdelkov. Težiščne obravnave se bodo nanašale na oblikovanje, pogon in regulacijo propelerjev in propelerskih sistemov, vključno s pomožno opremo in vprašanji njihovega vzdrževanja, močnostne analize in gradnje naprav. Glede na zahteve in želje bodo tečaji razdeljeni na osnovne, intenzivne in specialistične. Poleg standardnih tečajev se lahko oblikujejo tudi posebni paketni programi po želji uporabnika. Majhne

skupine tečajnikov imajo dovolj možnosti za aktivno udeležbo na usposabljanju in individualno izmenjavo izkušenj z voditelji tečajev. Tečaji se lahko izvajajo v nemškem ali angleškem jeziku.

Dodatne informacije dobite na spletnem naslovu: www.moog.de/german/markets/wind-turbines/services/.

Po O + P 55(2011)11-12, str. 413

www.butanplin.si



V Butan plinu se z velikim veseljem posvečamo skrbi, da vam je zanesljiva in varna energija vedno pri roki. Tako je danes, tako bo jutri. In tako bo vse leto 2012.

**BODITE SREČNI.
BODITE USPEŠNI.**



Energy usage in mast system of electrohydraulic forklift

Antti SINKKONEN, Henri HÄNNINEN, Heikki KAURANNE,
Matti PIETOLA

Abstract: In this study the energy usage of the driveline of an electrohydraulic reach truck is analyzed. The focus of the study is on the lift/lower function of the truck and the aim is to produce detailed knowledge on the energy usage of this function and to evaluate driveline's potentiality for recovering energy. The analyzed driveline consists of lead-acid battery, drive to control motor, AC induction motor coupled with hydraulic pump, control valve package and hydraulic cylinders. Analyses include results from measurements conducted utilizing diverse operational parameter values in loads, velocities and shift ranges. The results manifest that the overall system efficiency ranges from 0.26 to 0.58, depending on operational parameter values. Subsystem wise the results indicated that the efficiency factor of the electric subsystem was at lowest while using low velocities and the hydraulic subsystem's efficiency was found to be lowest with high velocities combined with small load. Based on these observations it is suggested that for reducing energy usage the most beneficial focus areas would be improving efficiency of AC-motor and limiting the losses in valve package.

The obtained results of energy usage and efficiencies of the studied energy converting components will serve as baseline against modified systems equipped with different energy recovery implementations.

Keywords: Reach truck, electrohydraulic driveline, energy usage, energy recovery

1 Introduction

Supply chain from producers to consumers usually includes several intermediate storing phases. In these the goods are typically stored in high-rise indoor storehouses where handling of goods is realized with forklifts or reach trucks, which almost without exception are electrically operated and make use of hydraulics for controlling lifting function. The actual control of lifting

speed and height can be realized by controlling the volume flow to lift cylinders with valves or pump or with a combination of the previous the target being to fulfil the function with minimum losses. The control of lowering function is in turn typically realized by restricting the volume flow from lifting cylinders to reservoir with throttle valves which inevitably leads to transforming the potential energy of the goods into heat that is conducted to the surroundings and is thus wasted.

Although the weights of the lifted and lowered goods very likely differ at each single lift-lower event, the lifting and lowering sequence of a forklift can with reasonable accuracy be assumed to be zero energy process when longer time periods are considered, at least in theory. So the recovering of the potential energy of the goods at lowering phases

should give a possibility to enhance the energy balance of the forklift significantly.

In order to determine the true potential for energy recovery in a forklift the amount of theoretically recoverable potential energy in different load and operating situations must be established as well all the losses (mechanical and flow frictions) that affect on the actual recoverable potential energy. On the other hand, also the possible deficiencies of the lifting phase must also be established so that these can be eliminated and the recovered energy can be used in an effective way to enhance the total energy balance of the forklift.

Most of the studies found on the subject are focused in energy recovery. For example Nyman et al. studied the usage of "counter-balance

Antti Sinkkonen, M.Sc.(Tech) student, Research assistant, Henri Hänninen, M.Sc.(Tech), Doctoral student, Heikki Kauranne, Lic. Sc.(Tech), University lecturer, Matti Pietola, D.Sc.(Tech), Professor, Department of Engineering Design and Production, Aalto University, School of Engineering, Espoo, Finland

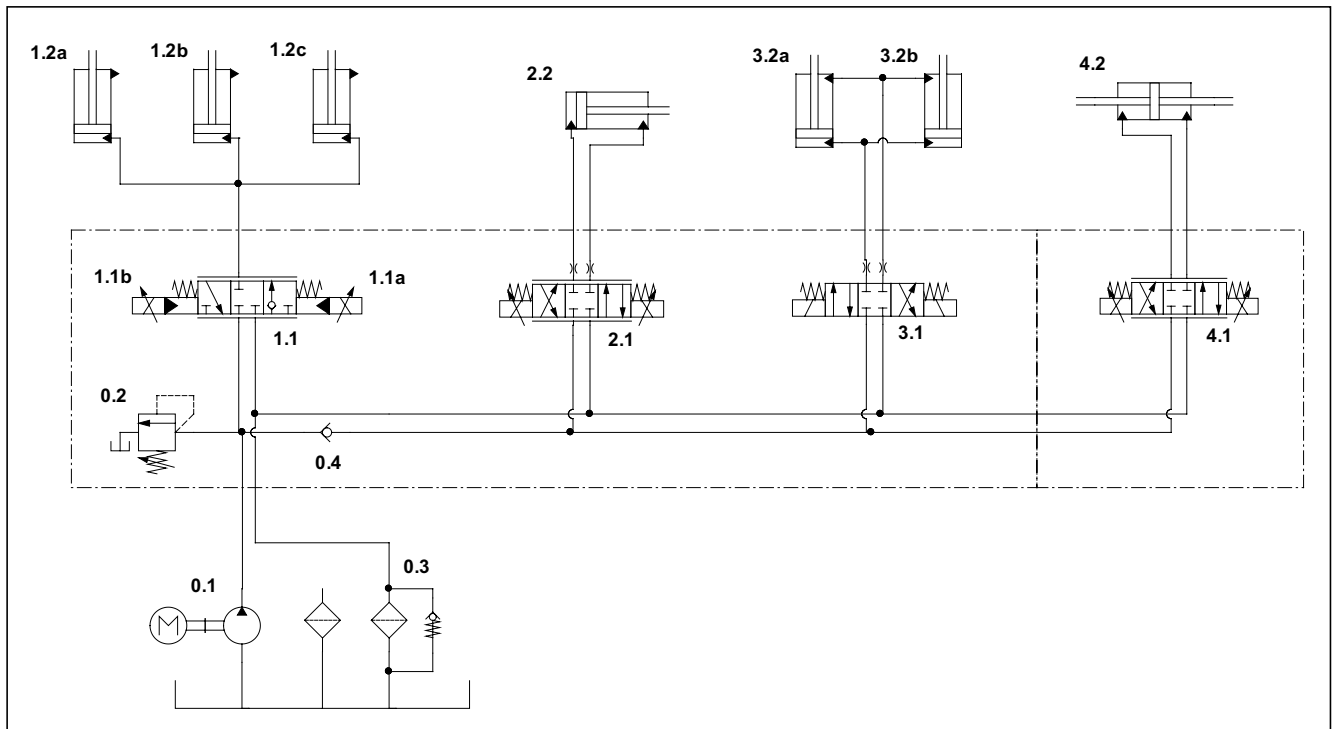


Figure 1. Simplified hydraulic circuit diagram of reach truck mast

accumulator” on a hydraulic lifting system [2]. However, studies with detailed component wise measurements of this truck type were not found.

In this study a forklifts or reach trucks single mast functions are instrumented and measured. From these measurements an analysis of energy usage in lifting and lowering is drawn and proposals for improving energy efficiency will be given.

■ 2 Methods

This chapter describes the studied hydraulic driveline of the reach truck, its instrumentation, the measurement program and the mathematical methods used for defining efficiencies and energy balance.

2.1. Reach truck test rig and instrumentation

The simplified circuit diagram of the hydraulically driven mast of the studied reach truck is presented in Figure 1. The mast includes following functions: extracting and retracting of the mast assembly (cylinder 2.2), lifting and lowering of fork assembly (cylinders 1.2x), tilting of the fork

assembly (cylinders 3.2x) and sideshift of the fork (cylinder 4.2). The cylinders are controlled with slide valves assembled into a single package which also includes relief valve for restricting the maximum system pressure. Valves controlling lift/lower and reach functions include throttling function.

System pump (0.1) is of gear type and it is driven by a speed controlled AC induction motor. This in turn is fed with a 48 volt lead-acid battery pack with nominal energy content of 620 ampere hours. The electric driveline between battery and motor consists of a drive that converts DC to AC.

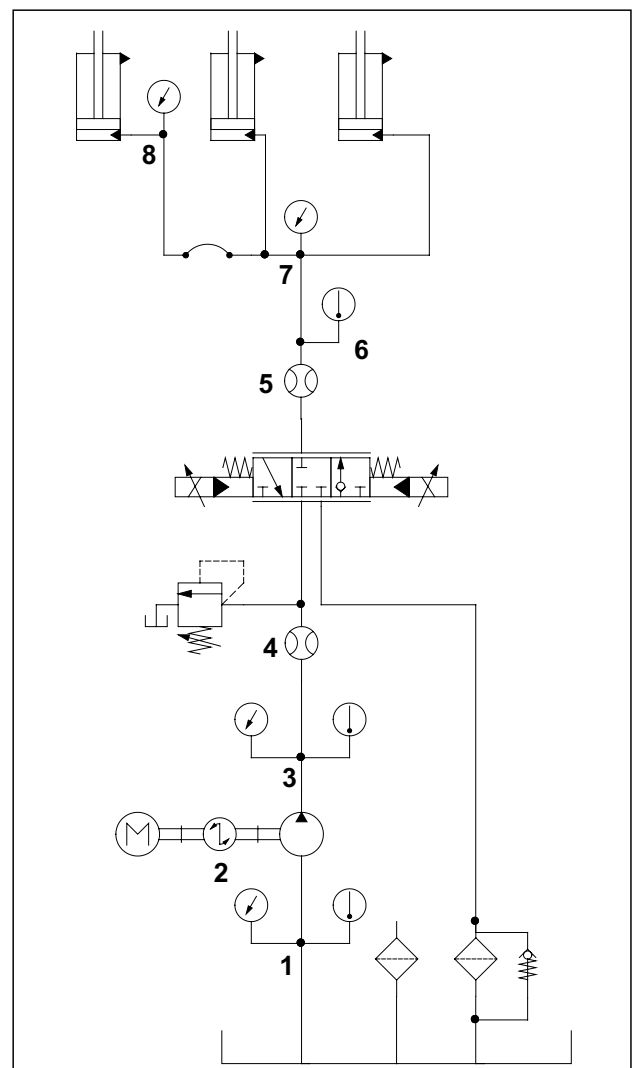


Figure 2. Instrumentation of measured hydraulic system

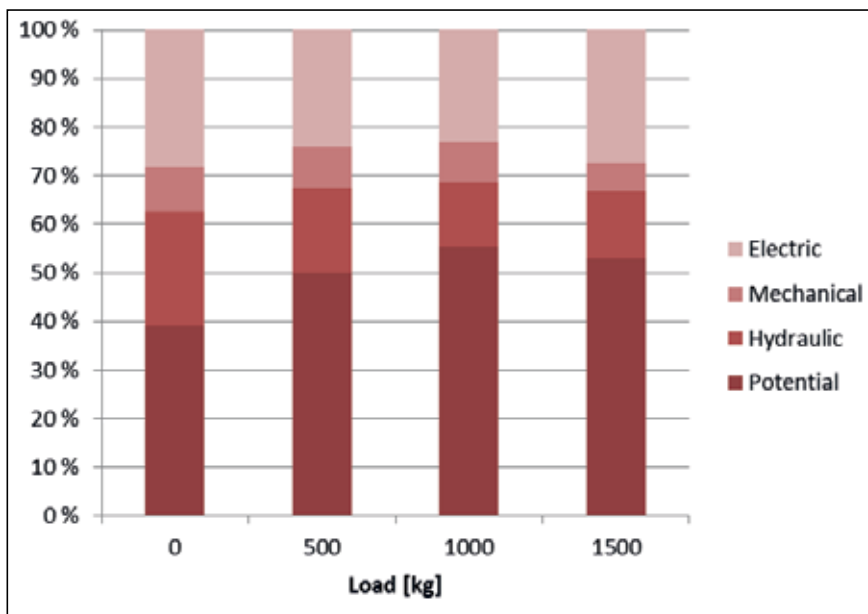


Figure 3. Relative energy consumption in lift phase with different loads, velocity 0.4 m/

Use of reach truck in a storehouse includes all of the above mentioned operations; lifting and lowering of fork assembly, extracting and retracting of the mast assembly, tilting of the fork assembly and sideshift of the fork, but only the lifting and lowering operation is committed with significant amount of energy and thus constitutes basis for economically justifiable energy recovery. Therefore this operation was selected to be the target of energy balance evaluation.

The mast movement is hydraulically divided into two stages, a free lift zone that is realized with a single plunger piston cylinder, and a upper lift zone realized with two plunger piston cylinders connected in parallel. The combined effective piston areas of latter are slightly smaller compared with the former which confirms that the stages move in correct order and in sequence. Both stages are equipped with overdrive chain gears which enables that the actual movement of the fork assembly is greater than the movement of cylinder piston. In the studied reach truck the free lift zone is realized in one entity while the upper lift zone is realized with two-stage telescopic structure. When the lifting phase is commenced the fork assembly rises first to the top of free lift zone sec-

tion and after that the telescopic mast structure opens and raises the free lift section upwards. Due to this structure the hydraulic hose lengths become considerable, and are 6 meters in the studied case.

During lifting phase the valve (1.1) controlling mast upwards/downwards movement is opened completely and the speed of the movement is controlled with the rotational speed of the pump. During the lowering phase, the speed of the

Table 1. Ranges for measurement parameters

Load [kg]	Velocity [m/s]	Height [m]
0	0.1	0.5–2.5
500	0.3	3.0–5.0
1000	0.4	0.5–5.0
1500		

movement is in turn controlled by throttling the flow from cylinders to tank with valve (1.1). Pump is kept at standstill.

Instrumentation of the system covers pressures (pump inlet and outlet, cylinders), flows (pump outlet and cylinders), temperatures (pump and cylinders), rotational speed (pump), torque (pump), load force (free lift zone and upper lift zone alike) and position (load) and voltage and output current of the battery, Figure 2.

Measurements were carried out using National Instruments PCI-6031E data acquisition card and LabVIEW software. Besides data acquisition the application included possibility to control the lifting/lowering movement manually or automatically in which case the location and speed commands were read from a

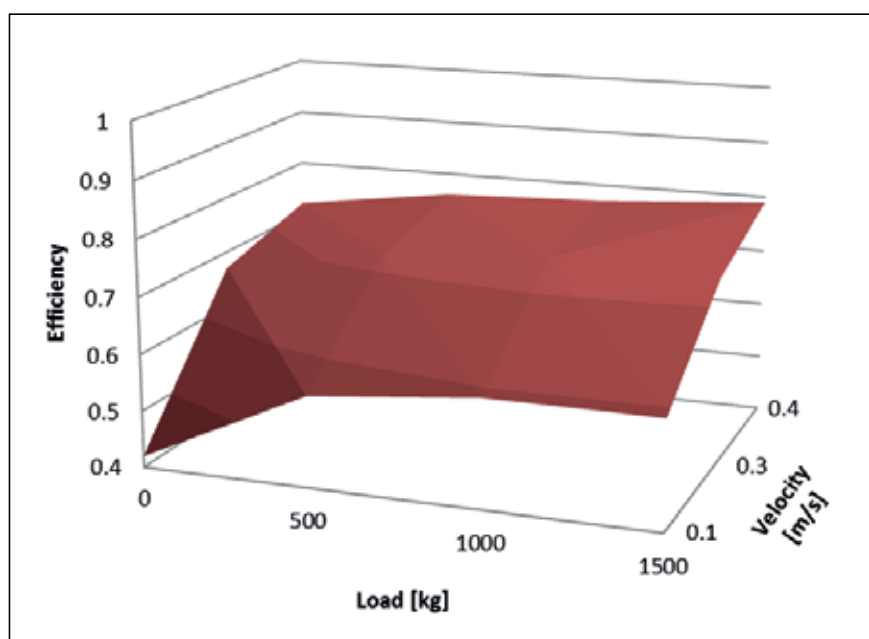


Figure 4. Combined efficiency of electric motor and motor controller in free lift zone lifting

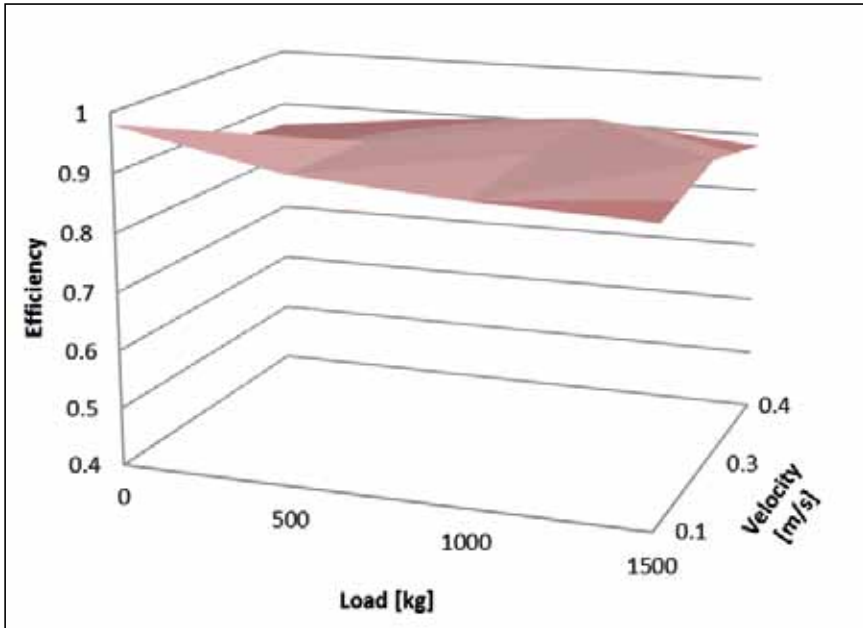


Figure 5. Efficiency of hydraulic pump in free lift zone lifting

command file. The application also included certain safety functions to secure the control of the movements. Data from transducers was sampled at 100 Hz and stored as raw data. All calculation of the efficiencies and energy consumptions were conducted afterwards.

2.2. Measurement program

Measurements were focused on the lift/lower functions of the reach truck. These functions were measured varying key parameters, which were mass of load, velocity of fork motion and lift height. The values of these are presented in table 1.

2.3. Mathematical methods

In this chapter formulas for calculating energy usage of components and subsystems are presented. Electric energy taken from the battery, Δt being sample time

$$\Delta E_{\text{batt}} = \sum P_{\text{el}} \cdot \Delta t = \sum U \cdot I \cdot \Delta t \quad [1]$$

Mechanical work done by the electric motor

$$W_{\text{mech}} = \sum P_{\text{mech}} \cdot \Delta t = \sum 2 \cdot \pi \cdot n \cdot T \cdot \Delta t \quad [2]$$

Hydraulic energy from pump

$$E_{\text{hyd}} = \sum P_{\text{hyd}} \cdot \Delta t = \sum q_{V1} \cdot (p_2 - p_1) \cdot \Delta t \quad [3]$$

Difference in potential energy, m_{tot} being combined mass of load and moving mast components

$$\Delta E_{\text{pot}} = m_{\text{tot}} \cdot g \cdot \Delta h \quad [4]$$

Total efficiency for lifting function is calculated from electric energy taken from battery and change in potential energy of total lifted mass.

$$\eta_{\text{tot}} = \frac{\Delta E_{\text{pot}}}{E_{\text{batt}}} \quad [5]$$

For the instantaneous value of combined efficiency of electric motor and driver, input and output power is used in calculation

$$\eta_{\text{el}} = \frac{P_{\text{mech}}}{P_{\text{batt}}} \quad [6]$$

Total efficiency of pump is calculated using input and output power

$$\eta_{\text{pump}} = \frac{P_{\text{hyd}}}{P_{\text{mech}}} \quad [7]$$

Flow transducers influence is corrected when calculating relative hydraulic power loss in directional valve

$$P_{\text{rel.loss, valve}} = 1 - \frac{P_{\text{hyd}} - P_{\text{loss, V1}}}{P_{\text{hyd, mast}} - P_{\text{loss, V2}}} \quad [8]$$

Efficiency of the mast assembly is calculated depending of the direction, in lift

$$\eta_{\text{mast, up}} = \frac{E_{\text{pot}}}{E_{\text{hyd, mast}}} \quad [9]$$

where

$$E_{\text{hyd, mast}} = \sum q_{V2} \cdot p_3 \cdot \Delta t \quad [10]$$

and respectively in lowering

$$\eta_{\text{mast, down}} = \frac{E_{\text{hyd, mast}}}{E_{\text{pot}}} \quad [11]$$

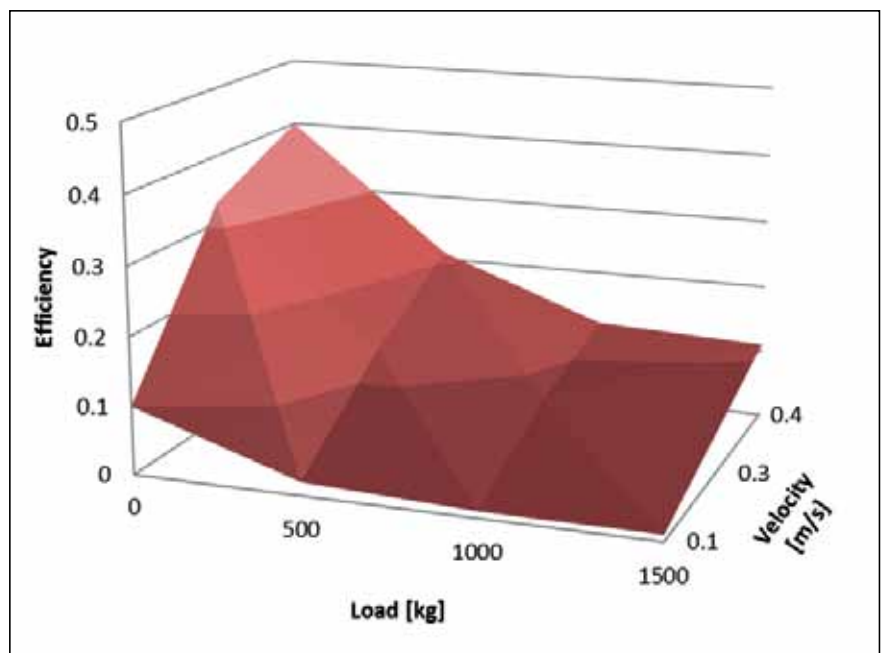


Figure 6. Influence of velocity and load to relative power loss in valve in free lift zone lifting

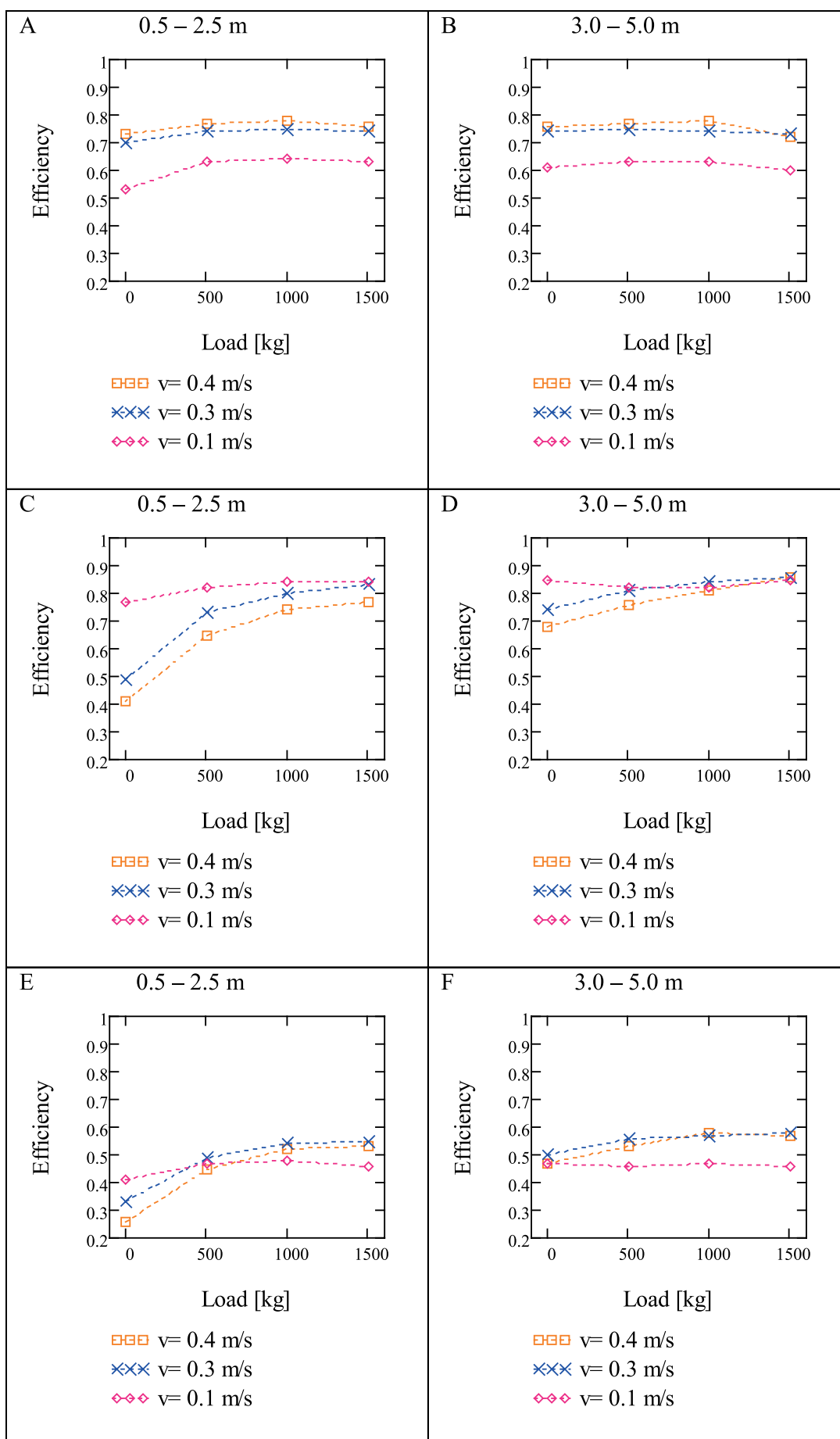


Figure 7. Efficiencies at different loads and lifting speeds. Electric subsystem is depicted in A and B, hydraulic subsystem in C and D, total efficiency of the system in E and F.

3 Results

Energy taken by each part of the powertrain in relation to total energy used with different loads is presented in Figure 3, where the three upmost portions of bars depict the energy losses electric, mechanical and hydraulic subsystems and below them is the actual work done in form of potential energy change of lifted load including mast structures.

Electric motor and motor controller were instrumented as a system, i.e., it was considered a single component in the calculations. The efficiency calculations for former and for hydraulic pump were conducted using input and output power. Transients were left out of focus and efficiencies were calculated as average efficiency at constant velocity. Figures 4 and 5 show efficiency factors for free lift zone.

In case of valve where energy does not change its form, relative hydraulic power loss (equation 8) is calculated instead of efficiency. The relative hydraulic losses within valve block and piping during lifting is presented in Figure

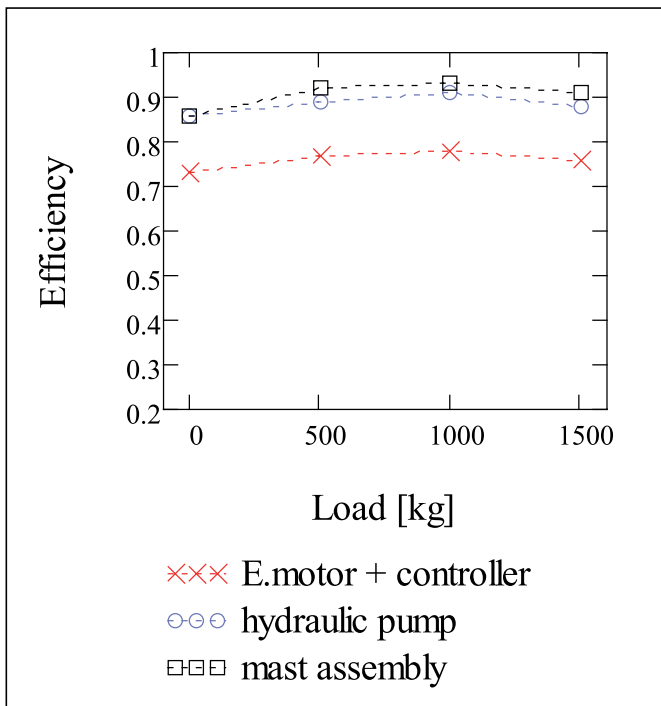


Figure 8. Efficiencies in free lift zone lifting with velocity of 0.4 m/s

pump and valve (C in Fig. 7) and also the total efficiency (E) of the system.

Figure 8 presents the efficiencies during lifting as a function of load for electric subsystem, hydraulic pump and mast assembly, the latter consisting of masts mechanical structure and hydraulic cylinders.

heights below 2.8 meters). In the upper lift zone they ranged from 0.48 to 0.58. The low efficiencies in free lift zone are due to the low system pressure compared to the pressure loss in valve block, especially with high flow rates. This behaviour is illustrated in Fig. 7; E.

The efficiency of electric subsystem (including control electronics, motor controller and motor) was found to be relatively consistent when lift speeds were sufficiently high. With velocities 0.4 m/s and 0.3 m/s efficiencies were between 0.7 and 0.8. However, using velocity of 0.1 m/s resulted on efficiencies between 0.52 and 0.63. Realized instrumentation did not allow the evaluation of individual efficiencies of the drive and the induction motor.

6 as function of lifting velocity and load.

In Figure 7 are gathered the efficiencies of subsystems in both free lift zone (diagrams on the left side) and upper lift zone (on the right side). Efficiencies of electric subsystem consisting of electric motor, its controller and auxiliary electronic devices is shown in A and B. In C and D are presented the efficiencies for hydraulic subsystem consisting of pump, valve and connecting pipelines. The total system efficiencies are illustrated in E and F.

Without load the pressure level of the system is low, and therefore at lifting speed of 0.4 m/s the flow related pressure losses play more significant role decreasing the efficiency of

when transforming potential energy back to hydraulic energy in free lift zone. Measurements were made with those velocities achieved with all loads.

In upper lift zone corresponding efficiencies were consistently better than 0.98.

4 Discussion

Total energy consumption of test truck was observed to range from 60 kJ, with no load to 185 kJ with load of 1500 kg when operating with velocity of 0.4 m/s and with full lift height (0.5 to 5.0 meters).

When concerning the efficiency factors, the total system efficiency was found to range from 0.26 to 0.55 when operating in free lift zone (lift

Hydraulic circuit was found to be most efficient when using low velocities and high loads, and progressively deteriorating with smaller loads. This is due to the fact that increasing velocity and decreasing load increases relative loss. However at operational points with small load the absolute energy consumption is low and therefore the increase in relative loss does not significantly worsen the overall energy balance. The efficiency factors were found to be between 0.42 and 0.85.

In transforming potential energy back to hydraulic energy, mast assemblies efficiency on upper lift zone was 0.98. In free lift zone efficiency was good if load was present, ranging between 0.92 and 0.95 but with out load efficiency decreases down to 0.74 at 0.3 m/s.

When attempting to reduce the overall energy consumption, there were found to be numerous issues to address. Electric part of the power train has margin for improvement. One step to attain this could be replacing AC induction motor with permanent magnet AC motor [3]. When concerning the hydraulic part of the power train, the flow related losses in valve block were found to be the largest contributor to diminishing of efficiency.

Table 2. Efficiency of mast assembly in free lift zone lowering

Velocity [m/s]	Load [kg]			
	0	500	1000	1500
0.3	0.74	0.92	0.95	0.95
0.1	0.80	0.94	0.95	0.97

References

- [1] Rocla Oy, Humanic_F_FIN1009, technical brochure
- [2] J. Nyman & J. Bärnström & K-E. Rydberg 2003. Use of Accumulators to Reduce The Need of Electric Power in Hydraulic Lifting Systems. The Eighth Scandinavian International Conference on Fluid Power, May 7–9, Tampere, Finland, pp. 311–326.
- [3] T. M. Jahns 1994. Motion Control with Permanent-Magnet AC Machines. Proceedings of the IEEE, Vol. 82, No. 8, August 1994, pp. 1241–1252.

Nomenclature

E	energy	P	power
g	specific gravity	q_{V1}	pump outlet flow
h	lift height	q_{V2}	flow to lift cylinders
m	mass of load	t	time
n	rotational speed	T	torque need of pump
p_1	pressure at pump inlet	W	work
p_2	pressure at pump outlet		
p_3	pressure at lift cylinder	η	efficiency factor

Poraba energije v dviznem sistemu elektrohidravličnega viličarja

Razširjeni povzetek

Prispevek obravnava analizo porabe in porazdelitve energije pri viličarju na elektrohidravlični pogon. V prispevku analizirani pogon viličarja je sestavljen iz 48-voltnih svinčevih električnih akumulatorjev, pogonsko-krmilnega AC-elektromotorja z možnostjo spreminjanja vrtljajev pogonske gredi, zobniške hidravlične črpalke, sklopa krmilnih ventilov in hidravličnih valjev. Viličar vsebuje sedem hidravličnih valjev, ki so namenjeni za dviganje/spušcanje bremena (trije hidravlični valji), raztegovanje in krčenje stebra teleskopa, nagib teleskopa vilic (dva hidravlična valja) in za nastavitev širine dviznih vilic. Poleg omenjenega ima viličar v hidravličnem krmilju tri proporcionalne potne ventile in enega konvencionalnega. V hidravličnem sistemu se večina energije porabi za dviganje/spušcanje bremena, zato se nadaljnja energijska analiza delovanja hidravličnega sistema nanaša samo na ti dve funkciji.

Analiza vključuje rezultate meritev pri različnih delovnih parametrih. Rezultati meritev kažejo na slab skupni izkoristek viličarja, ki je med 26 in 58 %, odvisno od delovnih parametrov. Rezultati kažejo, da je izkoristek električnega dela pogona najnižji v primeru nizkih delovnih hitrosti. Hidravlični del viličarja pa ima najnižje izkoristke v primeru največjih hitrosti v kombinaciji z majhnimi obremenitvami. Na osnovi ugotovitev je z vidika zmanjšanja porabe energije priporočeno izboljšati izkoristek AC-elektromotorja in omejiti izgube v hidravličnem ventilskem sklopu viličarja.

Ključne besede: viličar, elektrohidravlični pogon, poraba energije, vračanje energije

Acknowledgments

This article is based on article "Analysis of Energy Balance in Electrohydraulic Forklift" published in The Twelfth Scandinavian International Conference on Fluid Power, SICFP'11. Proceedings of the Conference.

This study is a part of Hybridization of work machines –project which in turn is a part of Helsinki University of Technology funded MIDE (Multidisciplinary Institute of Digitalisation and Energy) technology programme.

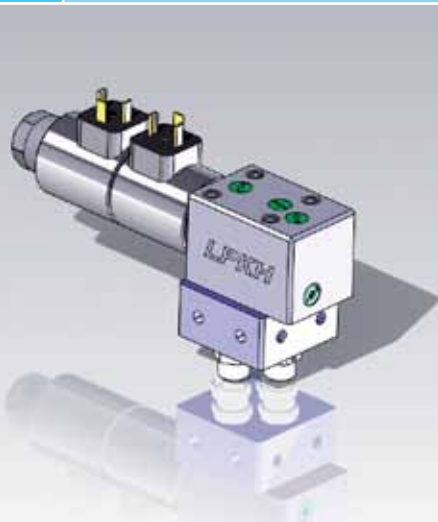
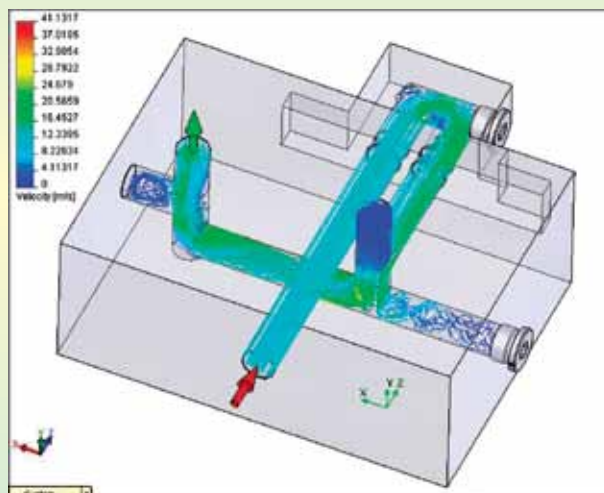
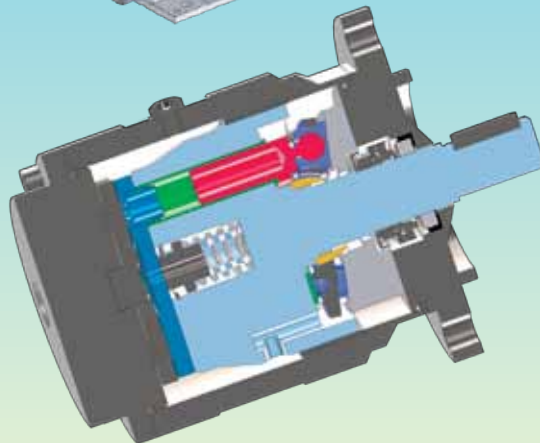
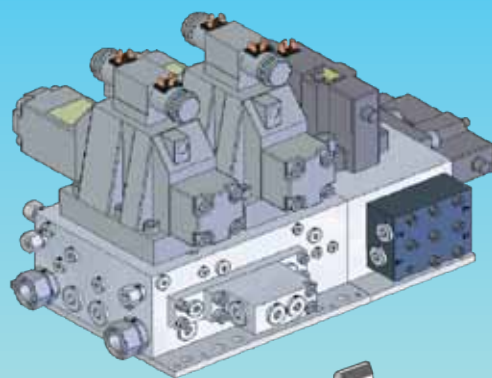
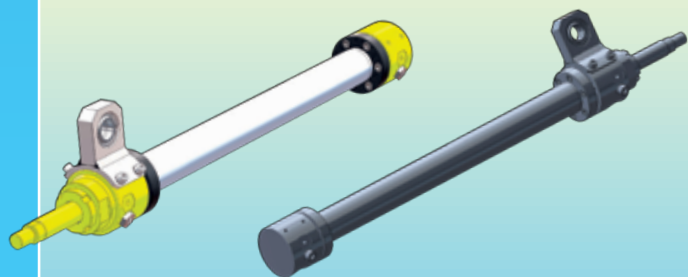


<http://lab.fs.uni-lj.si/lft/>



LABORATORIJ ZA POGONSKO-KRMILNO HIDRAVLIKO

- *Potrebujete novo, namensko hidravlično napravo, hidravlični stroj ali pa samo posebno hidravlično sestavino?*
- *Želite izdelati novo hidravlično napravo ali stroj, pa vam manjka projektantskih izkušenj in znanja?*
- *Želite dopolniti, spremeniti oz. izboljšati obstoječo hidravlično napravo ali stroj?*
- *Želite izdelati sodobno, avtonomno elektro-hidravlično krmilje?*
- *Želite biti med prvimi, ki bi vgradili in uporabili ekološko prijazno hidravlično napravo na čisto, pitno vodo?*
- *Imate mogoče težave z diagnosticiranjem oziroma odpravljanjem okvar na obstoječi hidravlični napravi ali stroju?*
- *Želite v vašem podjetju izvesti izobraževanje na področju pogonsko-krmilne hidravlike?*



Če ste na kakšno od zgoraj zapisanih vprašanj odgovorili pritrdilno, smo mi pravi naslov za vas!

Smo ekipa strokovnjakov ki se že vrsto let ukvarja z raziskavami, razvojem, projektiranjem, konstruiranjem in vzdrževanjem **HIDRAVLIČNIH STROJEV IN NAPRAV ter NJIHOVIH SESTAVIN.**

Pri svojem delu uporabljamo sodobna projektantska, konstruktorska in diagnostična orodja. Ukvarjamo se tako z **OLJNO** kot z novo **VODNO** pogonsko krmilno hidravliko.

POKLIČITE oz. PIŠITE NAM IN Z VESELJEM SE BOMO ODZVALI VAŠEMU KLICU!



LABORATORIJ ZA POGONSKO-KRMILNO HIDRAVLIKO (LPKH)

Fakulteta za strojništvo, Aškerčeva 6, 1000 Ljubljana

Telefon: 01/4771 115

E-pošta: lpkh@fs.uni-lj.si

Spletni naslov: <http://lab.fs.uni-lj.si/lft/>

Equipping reach truck with hydraulic energy recovery system

Henri HÄNNINEN, Heikki KAURANNE, Antti SINKKONEN,
Matti PIETOLA

Abstract: In this study a hydraulically operated mast system of a reach truck is implemented with energy recovery system, whose main components are pressure accumulators for storing the recovered energy and a digital valve package for controlling the volume flows of lift cylinders and accumulators. Energy is recovered during lowering phase of the load and during lifting phase the stored energy is used to assist the hydraulic pump by decreasing the pressure difference between pump outlet and inlet. This in turn decreases the torque and power need of the pump. The recovery system was designed so that it will not alter operational characteristics of the truck, and this was also achieved.

The aim of the study is to discover the magnitude of the savings in energy consumption that are achievable with this arrangement compared with a conventional truck. The comparison is based on measurements over individual lift phases and over a given multiphase work cycle. The measurement results are also used in validation of corresponding system model the author has presented earlier.

The results manifest that the measured energy consumption reductions were up to 32 per cent with individual lift phases depending on the values of operating parameters. Energy consumption over the multiphase measurement cycle was found to decrease by 10 per cent. Simulations in turn suggested a reduction of 13 per cent, which indicates some inaccuracies in simulation model or models.

Keywords: Reach truck, energy recovery, energy regeneration, hydraulic accumulator

1 Introduction

A work cycle of a reach truck working in a storehouse consists of series of sequential mast and drive operations. The former include following functions; lifting and lowering of varying sizes of loads, extracting and retracting of the mast and tilting of the fork assembly. The latter in turn

Henri Hänninen, M.Sc.(Tech), Doctoral student, Heikki Kauranne, Lic.Sc.(Tech), University lecturer, Antti Sinkkonen, M.Sc.(Tech) student, Research assistant, Matti Pietola, D.Sc.(Tech), Professor, Department of Engineering Design and Production, Aalto University, School of Engineering, Espoo, Finland

includes the function of transferring the loads between loading platform and different storehouse locations. Since both of these operations are associated with large moving masses, they offer a possibility to recover significant amount of energy, albeit in mast operation the only significant function in this sense is the load lowering phase since the releasing energy connected to other mast functions is exiguous.

Since every energy conversion from a form to another induces losses, the economically most advantageous way to recover, store and reuse energy is to keep it in its original form. With moving masses this, however, would mean using flywheels and mechanical gearing which are less suitable solutions for reach trucks

with considerable lifting heights. Therefore the recovered kinetic or potential energy has to be stored either in the form of the source of energy used in the truck or into some intermediate form between this and the recovered energy.

In reach trucks operating indoors the typical source of energy is electric battery and the power transmissions used in the truck are normally hydrostatic transmission for mast functions and electrical transmission for drive function. Thus the battery could be used for storing both the released kinetic energy of the truck and the released potential energy of the load and mast. Referring to aforesaid this is reasonable regarding to the drive function but not to the mast functions, since it would

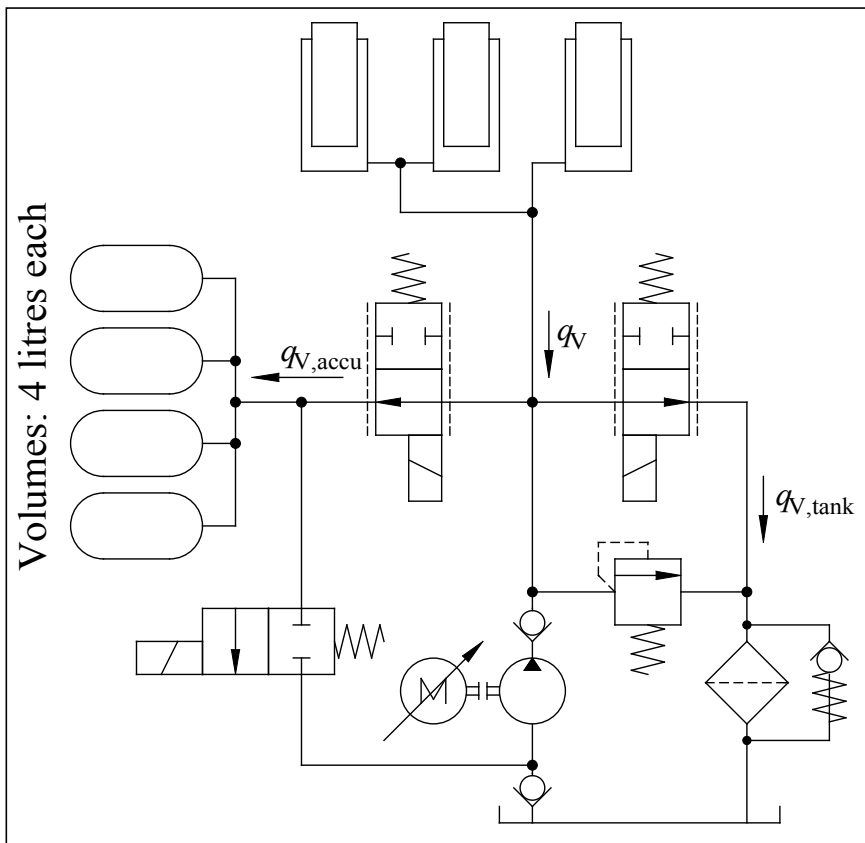


Figure 1. Circuit diagram of test system

require three back and forth energy conversions (potential energy \leftrightarrow hydraulic energy \leftrightarrow mechanical energy \leftrightarrow electrical energy) when the potential energy is first recovered, stored and then reused to produce potential energy again. Since pressure accumulators offer a means to store hydraulic energy, it is justifiable to use these components for storing the released potential energy resulting into only two energy conversions in total between recovering and reusing.

In this study hydraulically operated mast system of a reach truck is implemented with energy recovery and regeneration system consisting of several pressure accumulators and a digital valve package including ten poppet type valves. These valves of leak-free type replace the slide and throttle valves that are used for controlling mast's lowering speed in conventional truck. Leak-free valves are required to prevent the stored hydraulic energy being wasted in form of flow losses of energy controlling elements.

The recovered potential energy of the load and mast is used for decreasing pressure difference between the outlet and inlet of system pump during the lift phase thus decreasing the torque and power need of the pump. This study is limited to examining the energy issues of only the mast's lift- and lower functions and the aim is to discover the magnitude of the savings in energy consumption that are achievable with this arrangement compared with a conventional truck.

The study is compounded of measurements with a traditional truck mast hydraulics and with an energy recovery system enhanced mast hydraulics, and also simulations of both. The measurements of latter system are introductory, that is, some sections of the energy recovery system are not yet optimised. The models of mechanical, hydraulic and electric components of the systems are based on general catalogue data and measurements.

2 Methods

This chapter describes the energy recovering, storing and reusing test system and the corresponding simulation model. In addition the test cycle and its parameters are introduced.

2.1 Energy recovery system – test setup and operation

Since the other mast functions (extracting/retracting of the mast and tilting of the fork) are of minor importance considering energy recovery, the test system concentrates only on the lifting and lowering functions. Circuit diagram of the system is presented in Figure 1. The system retains the original truck system's telescopic three cylinder mast with hoses, pressure relief valve, tank with inclusive equipment and speed controlled electric motor operating the system pump. Original slide valve and throttle valve for controlling the lowering speed of the mast are replaced with two-control-edge digital valve package (Digital Flow Control Unit, DFCU) for controlling flow from lift cylinders to the energy recovering pressure accumulators and to tank. Check valve in the inlet line of the system pump enables pressurization of the inlet and the two-way poppet type valve enables connection between accumulators and inlet line. The original gear type pump was replaced with same displacement size ($V_i = 19 \text{ cm}^3/\text{r}$) piston type pump/motor since the former did not allow pressurization of pump inlet.

Due to practical reasons the pump/motor used in this study was of type mainly used for motor purposes. Size of this component and the additional components needed in the regenerative system together with the cramped free space in truck chassis led to use of over-length pipe/hose assemblies that in turn led to serious cavitation in the suction line of the pump especially at high rotational speeds. In order to conduct measurements also at moderate and high lift speeds the system was equipped with auxiliary

feeding pump. This vane-type pump and its hydraulic system was dimensioned and designed so that it could match the flow of the main pump while giving a steady 0.5 bar to the inlet of the main pump. The error of this slight assistance of non-system component was cancelled from the result using the measured flow and the pressure in the inlet of the main pump.

Total accumulator capacity is partitioned into four 4 litre piston type units which are connected via a divider manifold. Partitioning enables easy modification of total accumulator capacity in forthcoming measurements.

Instrumentation of the system covers pressures, flows, temperatures, rotational speed, torque, load forces and load position. The instrumentation of original truck system is described in more detail in [1]. The system depicted in *Figure 1* was additionally instrumented with a flow transducer for measuring the accumulator flow, and three pressure transducers for measuring pressures at digital valve block. This instrumentation was required for controlling the flows of digital valves. In addition to this, one of the accumulators was instrumented for measuring piston position, gas chamber pressure and temperature of gas.

Measurements were carried out using Simulink xPC Target software, which included also a controller for the DFCU. The controller defines which valves of the DFCU (both control edges) are to be opened and which closed in order to fulfil simultaneously the charging of the accumulators and the demanded lowering speed. The controller calculates the flow through control edges using data from pressure transducers. These calculations are based on the orifice flow equation given with

$$q_v = C_q \cdot A \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}} \quad [1]$$

where C_q is flow coefficient, A is area and Δp is the pressure difference of a given orifice. However, due to

flow obstructions in the valve block and additionally in the piping, this equation does not precisely depict the real proportion between pressure difference and flow when using nominal values for parameters. In order to achieve more accurate flow estimation, the equation (1) is formulated to

$$q_v = K \cdot \Delta p^z \quad [2]$$

where the corresponding values of K and z are individually identified for each poppet valve on DFCU and adapted to the controller. The controller is introduced more thoroughly in [2].

The mast movement is hydraulically divided into two stages, a free lift zone that is realized with a single plunger piston cylinder, and an upper lift zone realized with two parallel connected plunger pistons. The combined effective piston areas of latter are slightly lesser compared with the former in order to confirm the right movement order of the stages. Both stages are equipped with chain gears between cylinders and mast sections in order to reach larger movements.

In lifting phase the opening speed of the mast (rate of climb of the load) is controlled through the speed of the pump operating electric motor. In lowering phase the speed is controlled with DFCU which divides the flow from cylinders between accumulators and tank. As long as the pressures at accumulators are low enough to maintain required lowering speed of the load, the flow is directed to accumulators which are being charged. The combination of opened DFCU valves is selected on the grounds of required speed and the pressure difference between accumulator package and cylinders. When the accumulator pressure rises and the pressure difference over the control edges of DFCU valves decreases the combination of opened DFCU valves is changed to yield larger opening area. At some point the maximum opening area is reached and after that the required lowering speed can no longer be maintained by directing flow to accumulators. Now the valves of the other control

edge of DFCU are opened and the cylinder flow is bled to tank in order to maintain the required speed. Since this flow (V /pressurized volume) is wasted it is to be kept minimum, which calls for optimization of accumulator capacities and pre-charging pressures in compliance with typical loads and lifting heights.

When the next lift commences the poppet valve connecting accumulators and pump inlet is opened which leads to pressurization of pump inlet. This in turn diminishes the pressure difference over pump ports and leads to lower torque need at pump axle and therefore also lesser power requirement from the electric motor.

2.2 Simulation models

Simulation model of the conventional mast hydraulics is restricted to lift/lower function only and consists of sub-models of pump, its drive motor (electric 3 phase motor), proportional flow control valve, and mast system including three lift cylinders. The model of electric motor is simplified and uses only static efficiency factor. This is fairly accurate when the rotational speed and load are sufficient, as they are in this case. The pump is modelled with Schlösser model [3]. The mast system includes the mechanical structures and mast hydraulics inclusive piping. Flow control valve is modelled based on equation (1).

In simulation model of the energy recovering system the flow control valve is replaced with model of the DCFU, which is based on real DFCU block used in Aalto University. However, in measurements a slightly different, and not yet modelled DFCU was used, which leads to a small difference between the parameters of the simulated and measured DFCUs. The accumulators are modelled using real gas equations. Both simulation models are more thoroughly presented in [2] and [4].

2.3 Tests with individual lift phases

To achieve an understanding on

Table 1. Test parameters. Set 1: Static parameters; $v=0.4$, $p_{pre}=60$ bar, $V=16$ l. Set 2: $v=0.4$, $M=1000$, $h=5500$ mm. Set 3: $M=1000$, $h=5500$ mm, $p_{pre}=60$ bar, $V=16$ l

	Set 1	Set 2	Set 3
Test 1	$M=500$ kg; $h=2700$ mm	$p_{pre}=80$ bar; $V=16$ l	$v=0.4$ m/s
Test 2	$M=500$ kg; $h=5500$ mm	$p_{pre}=80$ bar; $V=8$ l	$v=0.3$ m/s
Test 3	$M=1000$ kg; $h=2700$ mm	$p_{pre}=60$ bar; $V=16$ l	$v=0.2$ m/s
Test 4	$M=1000$ kg; $h=5500$ mm	$p_{pre}=60$ bar; $V=8$ l	$v=0.1$ m/s
Test 5	$M=1500$ kg; $h=2700$ mm	$p_{pre}=40$ bar; $V=16$ l	
Test 6	$M=1500$ kg; $h=5500$ mm	$p_{pre}=40$ bar; $V=8$ l	

Table 2. Work cycle parameters (m = mass of the mast, arrow indicates direction of motion)

	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
Mass M [kg]	$\uparrow 1500 + m$ $\downarrow m$	$\uparrow m$ $\downarrow 500 + m$	$\uparrow m$ $\downarrow 1000 + m$	$\uparrow 1000 + m$ $\downarrow m$
Lift height [m]	2.4	4.0	4.8	2.4
Interval t [s]	30	50	60	-

the effects of the values of operational parameters on the system efficiency, a test program was devised. This program focused on individual phases (Table 1) consisting of lifting operation without assistance, lowering operation (energy recovering) and lifting with assistance.

The measurements in Table 1 are as follows: measurements of Set 1 were conducted with constant lift/lower speed, accumulator pre-charge pressure and volume, but with varying load masses and movement ranges. Measurements of Set 2 were in turn carried out with constant lift/lower speed, load mass and movement range, but with varying accumulator pre-charge pressure and volume, and finally measurements of Set 3 were conducted with constant load mass, movement range, accumulator pre-charge pressure and volume, but with varying lift/lower speeds.

2.4 Tests and simulations of multiphase work cycle

The work cycle was constructed to represent a typical operational situ-

ation in a storehouse. The cycle consists of four lift and lower operations, presented in Table 2. At the beginning of the cycle the pressure accumulators are empty, and the possible residual energy at the end of the cycle is calculated with:

$$E_{res} = pV \quad [3]$$

where p is pressure in accumulator and V is volume of pressurized fluid

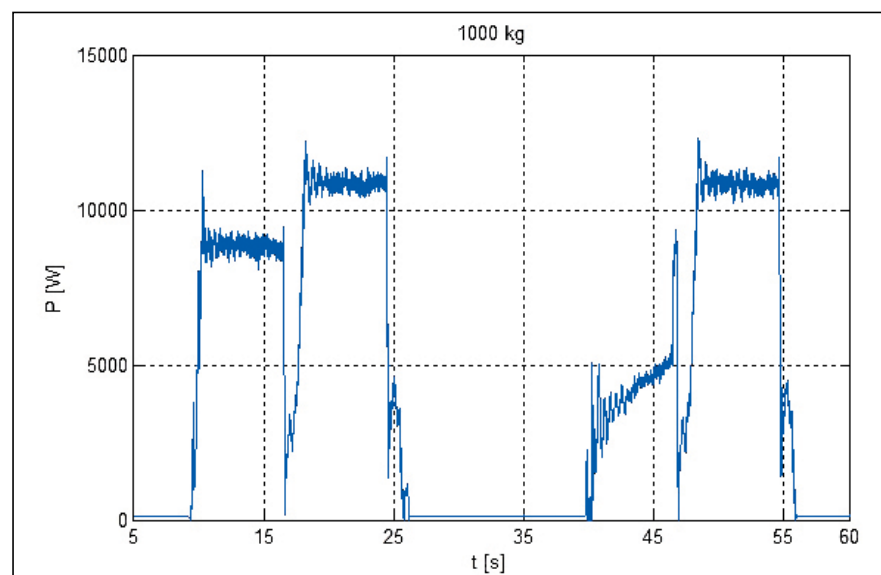


Figure 2. Example of measured electric power drawn from battery. Set 1, Test 4 ($v=0.4$, $p_{pre}=60$ bar, $V=16$ l, $M=1000$, $h=5500$ mm)

in accumulator. This energy is then deducted from the measured or simulated energy consumption.

Theoretically using an ideal (lossless) system with ideal energy recovery the test cycle would yield 8 kJ of excess energy (lifts 97 kJ, retrievable energy in lowering 105 kJ).

3 Results

This chapter describes the results of measurements with individual phases and with multiphase cycle. In the latter case, also comparison with simulations is conducted.

3.1 Results of individual lift phases

Figure 2 presents typical results for both non-assisted lift (left half of diagram) and assisted lift (right half of diagram). The former refers lifts with conventional-type system, and the latter to lifts with regenerative system that uses accumulator stored energy for reducing the energy needed from the electric battery. All the measurements were conducted with system presented in Figure 1, but in case of non-assisted lifts, assistance energy was not fed to pump inlet. The characteristics of this configuration in terms of energy consumption were found to be very similar to the conventional mast hydraulics, which justified it being used to approxima-

Table 3. Energy consumption reductions in per cents in individual lift phases (non-assisted vs. assisted lift)

	Set 1	Set 2	Set 3
Test 1	0	18	23
Test 2	13	10	24
Test 3	7	23	25
Test 4	23	16	22
Test 5	32	15	
Test 6	20	14	

te conventional system. The Figure 2 clearly depicts the different power usages in the two mast zones (different pressure levels) and the effect of assistance on power usage in latter assisted lift.

The reduction in energy consumption when transferring from non-assisted to assisted lifts is calculated from the differences of electrical energy consumptions drawn from battery within corresponding lift phases, Table 3.

Results manifest of existing significant link between savings and load mass/movement range -combination, and also with accumulator volume/pre-charge pressure -combination, but not with lift/lower speed.

3.2 Results with multiphase work cycle

These measurements were conducted using the four-phase work cycle presented in Table 2. This results into a certain saving in overall energy

consumption, but significantly different and better results could be achieved if the work cycle was selected otherwise. For example lifting empty forks and lowering large masses would result into high savings, but would not represent a typical use of a reach truck contrary to the selected work cycle.

Figure 3 presents the electrical power drawn from truck battery over the measurement cycle. The power is calculated from measured values of drawn current and battery voltage. On left is the power usage of total cycle and on right is the scaled plot of fourth phase, which illustrates the effect of accumulator assistance on power requirement.

The energy consumption is calculated with discrete integration from the electric power data. The energy consumption on the test cycle for both the original system and the regenerative system are illustrated in Figure 4.

Neither the power requirement (Fig. 3) nor the energy consumption of regenerative system, illustrated in Figure 4, is corrected with adding the energy consumption of assisting external pump. The assisting pressure in lift was measured to be 0.8 bars in average yielding to an error of 2 kJ over the cycle. The figures given in Table 4 are corrected with this value.

4 Discussion

When concerning the difference between measured and simulated energy consumptions in multiphase work cycle, there appears to be a relatively significant deviation. Major part of this can be explained by the idling current of truck electronics that was not implemented into the models. It was measured to be about 3 amperes which yields roughly to a total energy consumption of 29 kJ over the 200 second cycle duration. This current is caused by auxiliary devices such as fans, electronic controllers and display.

The tests indicated that the power consumption using the four-phase cycle was reduced by 10 per cent compared to the original non-modified system, while the simulations suggested a reduction of 15 per cent. However, when the energy consumptions in simulations are compensated with the 29 kJ additional consumption caused by idling current, the reduction suggested by simulations drops to 13 per cent. The main reason for the residual 3

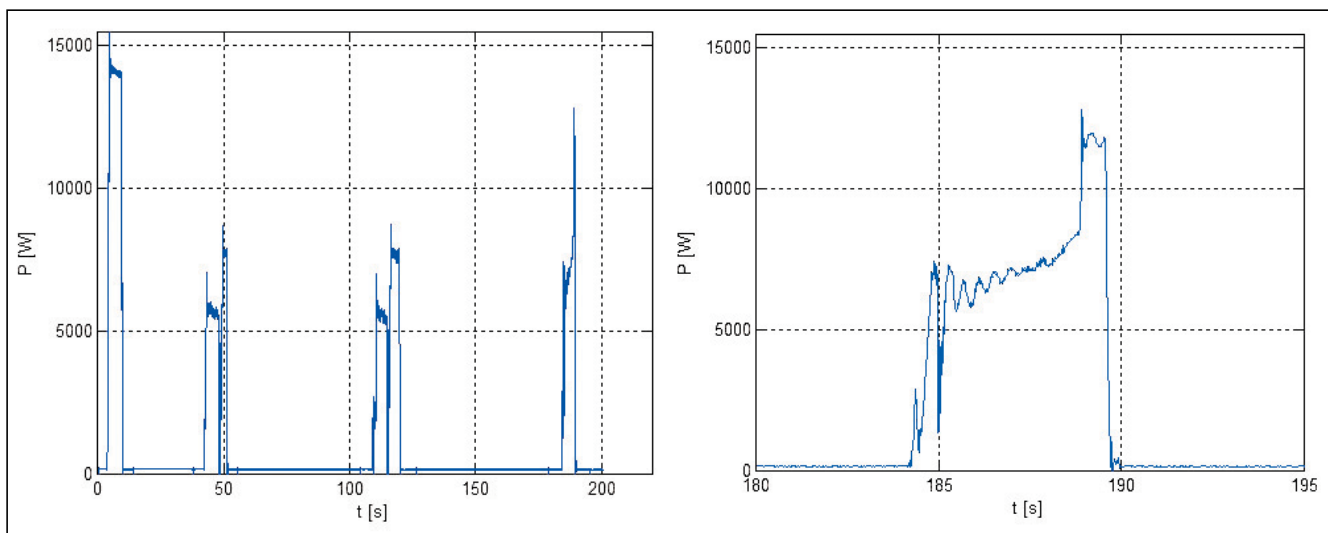


Figure 3. Left: Electric power drawn from battery over measurement cycle. Right: Scaled power consumption of phase 4.

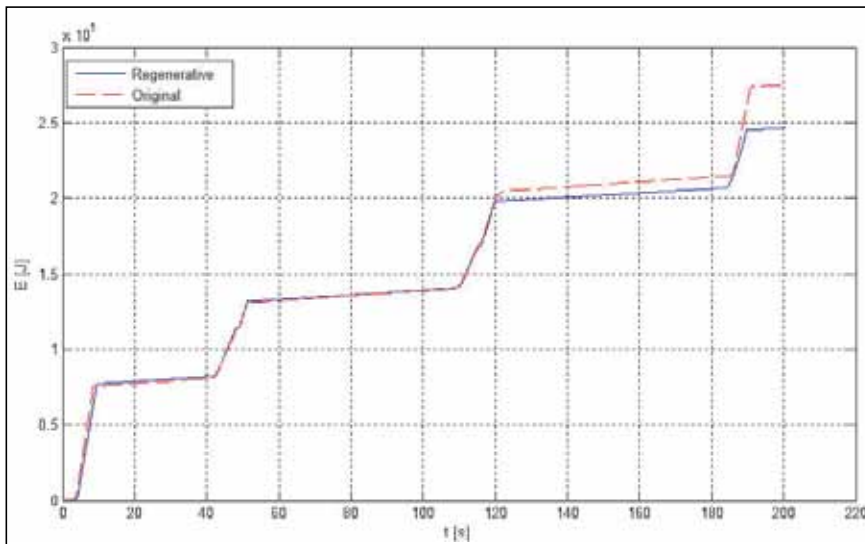


Figure 4. Measured energy consumption over test cycle with original and modified regenerative system

per cent point discrepancy between simulations and measurements remains to be unclear at this point, but there are many potentially furthering factors identified. One contributing factor is that the measurements for this study were carried out shortly after initial system test phase due to schedule restrictions. This limited the possibilities for testing and fine tuning the system. For example, the DCFU controller was tuned so that it achieved stable operation conditions, but there was no optimisation done for maximizing the flow to accumulators. Another possible factor is that the system was build, due to practical reasons, outside of the trucks frame resulting in long piping and hence larger pressure losses.

Tests with individual lift-lower-lift phases demonstrated energy consumption declines up to 32 %. The non-assisted and corresponding assisted lifts were conducted with same drive parameter values (see Table 1) the only difference being the exclusion or inclusion of hydraulic assistance on the system pump. In addition, one special test was also conducted where different loads were used in lift and lower movements. In this test a load of 1500 kg was lowered from height of 2.7 metres at speed of 0.4 m/s and following this, empty forks were lifted back to initial height with hydraulic assistance using same speed. This type of

cycle corresponds to order picking operations in warehouse, and using this process the energy consumption was measured to reduce by 64 % compared to lifting empty forks without assistance.

Since the pump and also pump type was altered when constructing the energy recovering system it was predicted prior to testing that this would have an effect on the efficiency of the truck. Usually piston type pump, as with modified system, should have better efficiency factor than the original gear type pump. Based on the measurements the effect of pump replacement was found to be negligible, as observed from Fig. 4 with first two lift operations. The efficiency factors of both pumps will be revised (with data of T , n , p_1 , p_2 and q_v) in near future.

The hydraulic power of external as-

sistance pump was measured to be roughly 60 Watts, hence creating very minor error in power and energy graphs. From the results of multiphase cycle given in Table 4 this was cancelled out altogether. The requirement of assisting pump could be avoided simply by using a pump/motor unit with less restrictive inlet port and by designing inlet piping and check valves to be less constrictive. The latter would however require structural changes to the truck which was not considered to be justifiable at this stage.

The strongest advantages of this type of energy regeneration system are the simplicity and affordability of the required additional components. This setup also keeps the operational characteristics of the truck unaltered. For flow control in lowering phases the two control-edged DFCU was the logical choice, however, it could also be substituted with two proportional valves coupled with two poppet type on/off-valves. The most prominent negative aspect of this arrangement is the systems lack of ability to store energy efficiently in most operating situations (optimized for only one load and lift height), as the flow that cannot be fed to the accumulators will be directed to tank and therefore is unused for regeneration.

5 Conclusions

An energy recovering and regenerating test system for electrohydraulic reach truck was developed. Initial measurements indicated a 10 per cent decline in energy consumption over a given multiphase test cycle. Simulations with idling current com-

Table 4. Total energy consumption over work cycle

	Original, measured	Regenerative, measured	Original, simulated	Regenerative, simulated
Energy consumption [kJ]	275.2	248.8	231	197
Reduction compared to corresponding original [%]	-	10	-	15

pensation suggested a decline of 13 per cents, leaving a 3 per cent point gap between the two.

Measurements with individual phases indicated reductions up to 32 per cent when using same loads in upward and downward motions. In specialized order picking cycle the reduction was measured to be 64 per cent.

In near future the system will be implemented with a "multi preload modification". This system uses accumulators with two diverging simultaneous preload settings (one for each of the mast lift/lower zones), which will improve the system efficiency with full lift ranges. After full analysis of this system, a more effective set-up will be created.

References

- [1] Sinkkonen, A., Kauranne, H., Hänninen H., Pietola, M., 2011. Analysis of Energy Balance in Electrohydraulic Forklift. The 12th Scandinavian International Conference on Fluid Power (SICFP'11), Tampere, Finland, May 18-20, 2011
- [2] Juhala, J; Kauranne, H; Kajaste, J; Pietola, M., 2009. Improving energy efficiency of work machine with Digital Hydraulics and pressure accumulator. The 11th Scandinavian International Conference on Fluid Power (SICFP'09), Linköping, Sweden, June 2-4, 2009
- [3] Kauranne, H., Kajaste, J., Ellman, A., Pietola, M., Applicability of Pump Models for Varying operational conditions, Proceedings of IMECE'03 2003 ASME International Mechanical Engineering Congress & Exposition Washington, D.C, 2003
- [4] Hänninen H., Juhala, J, Sinkkonen, A., Hentunen, A., H, Pietola, M., 2010. Comparing hybrid power transmission systems of work machines. The 7th International Fluid Power Conference (IFK), 22.-24.3.2010, Aachen, Germany

Nomenclature

A	area of orifice
C_q	flow coefficient
E	energy
h	lifting height
M	load mass
n	speed of rotation
P	power
p_1	pressure at pump inlet
p_2	pressure at pump outlet
p_{pre}	gas preload pressure of accumulator
Δp	pressure difference
q_V	volumetric flow
t	time
T	torque need of pump
V	oil volume in accumulator
v	velocity (of forks)
V_i	displacement of pump
ρ	density of hydraulic fluid
DFCU	Digital Flow Control Unit

Acknowledgments

This article is partly based on article "Study on Energy Usage of Reach Truck Equipped with Energy Recovery System" that was published in *The Twelfth Scandinavian International Conference on Fluid Power, SICFP'11. Proceedings of the Conference. Volume 3.*

This study is related to MIDE/HybLab-project which is funded by Aalto University. The cooperation of M.Sc. Jyri Juhala at the Department of Engineering Design and Production of School of Engineering of Aalto University is greatly appreciated.

Oprema viličarja s hidravličnim regenerativnim sistemom

Razširjeni povzetek

Glavni sestavni elementi v tem prispevku raziskovanega regenerativnega hidravličnega vezja dvigala so hidravlični akumulatorji (HA), uporabljeni kot shranjevalniki energije, ter digitalni (vklopno-izklopni) ventili, uporabljeni kot tokovni ventili za stopenjsko nastavitve hitrosti dviganja/spuščanja bremena. V hidravličnih akumulatorjih se energija shranjuje pri spuščanju bremena in porablja (regenerira) pri dviganju. Shranjena hidravlična energija se iz HA vrača v hidravlični sistem po sesalnem priključku črpalke (sl. 1). Z zmanjšanjem tlačne razlike med vstopnim in izstopnim priključkom črpalke je potreben manjši vrtilni navor za njen pogon. Glavni namen prispevka je ugotoviti velikost dejansko prihranjene energije hidravličnega dvigala z uporabo regenerativnega vezja za funkcijo dviganje/spuščanje v primerjavi z dvigalom podobnih delovnih karakteristik brez regenerativnega vezja.

Na dejanskem viličarju se je merilo več veličin: tlaki, pretoki, temperature, hitrosti vrtenja črpalke, navor ter velikost (sila teže) in položaj bremena. V enem izmed štirih batnih akumulatorjev sta se merila tudi položaj bata ter tlak in temperatura plina. Meritve in krmiljenje dvigala so se izvajali z uporabo programskega paketa Simulink xPC. Krmilnik je računal pretok skozi krmilne robove (en. 2) s pomočjo izmerjene razlike tlakov med eno in drugo stranjo krmilnega robu.

Hitrost dviganja je nastavljava s kontroliranim spreminjanjem vrtiljajev pogskega elektromotorja črpalke, hitrost spuščanja bremena pa z ustrezno regulacijo digitalnih 2/2-potnih ventilov, ki usmerjajo pretok proti HA, in tistih 2/2-potnih ventilov, ki usmerjajo pretok v povratni vod proti rezervoarju.

Meritve in simulacije delovanja so bile prilagojene dejanskim razmeram delovanja dvigala v skladišču. Meritve so se izvajale pri štirih različnih režimih dviganja/spuščanja (preglednica 2).

Simulacije so bile izvedene z manjšimi, manj vplivnimi ponastavitvami. Črpalka je bila modelirana po principu Schösserjevega modela.

Meritve so bile izvedene pri različnih parametrih: tri različne uteži, dve različni višini dviganja/spuščanja, tri različne predpolnitve HA, štiri različne hitrosti dviganja/spuščanja in dve različni velikosti HA.

Rezultati meritev prikazujejo do 32 % privarčevane energije v primeru uporabe regenerativnega hidravličnega vezja za posamezno dvižno fazo. Pri spremljanju učinkovitosti vrnjene oz. privarčevane energije skozi zaporedno večfazno dviganje/spuščanje se pokaže, da je privarčevane energije le približno 10 %. Prispevek poleg izmerjenih vrednosti prikazuje tudi rezultate simulacij in jih primerja med seboj.

Ključne besede: viličar, vračanje energije, obnavljanje energije, hidravlični akumulator

FLUIDNA TEHNIKA - AVTOMATIZACIJA - INDUSTRIJSKA OPREMA

Hypex

INDUSTRIJSKA PNEVMATIKA



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

MERILNA TEHNIKA IN SENZORIKA



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

PROCESNA TEHNIKA



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

LINEARNA TEHNIKA



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

PROFILNA TEHNIKA IN STROJEGRADNJA



konstrukcijski alu profili, delovna oprema, ogrodja strojev

STORITVE



konstrukcija in obdelave na klasičnih in CNC strojih

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

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

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

Pregled stanja uporabe hidravličnih tekočin

Milan KAMBIČ, Darko LOVREC

Razvojni inženirji vlagajo ogromno naporov, časa in sredstev v iskanje hidravlične tekočine, ki bi bila blizu idealni hidravlični tekočini. Med drugim bi tako morala biti negorljiva, netoksična, imeti odlične mazalne lastnosti, temperaturno neodvisne fizikalno-kemijske lastnosti itd.

V prispevku bo na kratko prikazan razvoj hidravličnih tekočin, kjer bomo spoznali različne vrste, ki jih danes uporabljamo za različne namene. V nadaljevanju pa bo poudarek na tistih težko vnetljivih hidravličnih tekočinah, ki imajo na tem področju vodilno vlogo oziroma od katerih veliko pričakujemo tudi v prihodnosti.

Večina težko vnetljivih hidravličnih tekočin ima v primerjavi z mineralnim hidravličnim oljem slabše mazalne lastnosti, kar omejuje širšo uporabo tovrstnih tekočin. V zadnjih letih so to pomanjkljivost skušali reševati v dveh smereh, in sicer s hidravličnimi tekočinami HFC-E, kakršne so na primer tekočine serije Quintolubric 777, in s povečevanjem uporabe tekočin HFDU, kakršne so na primer tekočine serije Quintolubric 888. Ena od smeri razvoja so tudi biološko hitreje razgradljive hidravlične tekočine. Ker so tekočine serije Quintolubric 888 težko vnetljive, imajo odlične mazalne lastnosti, poleg tega pa so še biološko hitreje razgradljive, ni presenetljivo, da se že nekaj let zelo uspešno uporabljajo v metalurških obratih v Sloveniji in tudi drugod po svetu.

■ 1 Uvod

Že od začetka uporabe hidravličnih tekočin človek stremi k izboljšanju njihovih lastnosti. Zaradi tega je v dobrih dveh stoletjih število različnih tekočin, ki jih dandanes uporabljamo v hidravličnih napravah, precej naraslo. Vsaka od njih ima prednosti na določenem področju uporabe. Voda je na primer negorljiva, mineralno olje najbolj univerzalno uporabno, biološko hitreje razgradljiva olja manj ogrožajo okolje, hidravlična olja za uporabo v prehrambeni industriji lahko pridejo v stik z živili in podobno. Nobena tekočina pa ni tako univerzalna, da bi lahko izpolnila včasih zelo različne ali celo protislovne zahteve na posameznih področjih uporabe. Razvojni inženirji

zato še vedno vlagamo ogromno naporov, časa in sredstev v iskanje hidravlične tekočine, ki bi bila blizu idealni hidravlični tekočini. Med drugim bi tako morala biti negorljiva, netoksična, imeti odlične mazalne lastnosti, temperaturno neodvisne fizikalno-kemijske lastnosti itd.

V nadaljevanju bo najprej na kratko prikazan razvoj hidravličnih tekočin, kjer bo omenjena večina danes uporabljenih tekočin, nato pa še dveh novih, ki sta se v zadnjih letih pojavili na tržišču.

■ 2 Kratak pregled razvoja hidravličnih tekočin

Uporaba hidravličnih tekočin se je praktično pričela hkrati z zgodnjimi začetki snovanja hidravličnih naprav. Prvi zabeležen poskus sega v sredino 17. stoletja, ko je francoski fizik Blaise Pascal na osnovi opazovanj nizozemskega mojstra za izdelovanje zapornic Stevina zapisal vsem dobro znano enačbo $p = F/A$. Enačba,

poimenovana po njem, znana kot Pascalov zakon, predstavlja temelj današnje hidravlike oz. pravilneje hidrostatike, na teh principih delujejo vse hidravlične komponente [1]. Shematski prikaz razvoja hidravličnih tekočin prikazuje *slika 2*.

Pascal je praktično dokazal, da lahko z majhnim curkom tekočine dvignemo velika bremena – princip transformacije sile in transformacije tlaka. Svoje praktične poskuse je seveda lahko izvajal le s pomočjo tekočine, prve hidravlične tekočine. To je bila seveda voda, ki se je uporabljala v zgodnjih začetkih hidravlike, šele kasneje so ji začeli dodajati razne dodatke ali pa uporabljati druge tekočine.

Voda je bila tudi prva hidravlična tekočina, ki jo je Bramah uporabil v svoji prvi hidravlični stiskalnici leta 1795 [1] in v naslednjih, ki predstavljajo začetek praktične uporabe hidrostatike. Tedaj drugih alternativ niso poznali, poleg tega pa ima

Mag. Milan Kambič, univ. dipl. inž.,
Olma, d. d., Ljubljana
Doc. dr. Darko Lovrec, univ. dipl.
inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo



Slika 1. Tekočine v fluidni tehniki – nekoč, danes in jutri

voda kot hidravlična tekočina vrsto prednosti. To so predvsem majhna stisljivost (v področju tlakov v hidravlični opremi je praktično nestisljiva), negorljivost, neškodljivost tako za zdravje človeka kot tudi za okolje, cenenost in razpoložljivost. Glavni slabosti vode kot hidravlične tekočine pa sta slabe mazalne lastnosti in nesposobnost zaščite pred korozijo. Zato so vodi že ob prvih poskusih uporabe, predvsem v zimskem obdobju, začeli dodajati glicerin, da so izboljšali njene mazalne sposobnosti.

2.2 Začetek uporabe mineralnega olja

Leta 1910 so Armstrong, Williams in James razvili novo vrsto hidravlične črpalke, ki je zahtevala bistveno boljše mazalne lastnosti, kot jih je imela voda. Zato so kot hidravlični medij uporabili mineralno olje. Ker tedaj še niso poznali tesnil, ki bi bila

združljiva z mineralnim oljem, mineralno olje pa ni bilo aditivirano, so bile življenjske dobe oljnih polnitev zelo kratke. Šele po letu 1930, ko so odkrili nitrilno gumo, ki je združljiva z mineralnim oljem, predvsem pa po letu 1940, ko so začeli uporabljati aditivirana mineralna olja (vsebovala so inhibitorje korozije in oksidacije), so se življenjske dobe oljnih polnitev podaljšale in tedaj so hidravlični sistemi postali konkurenčni mehaniskim in električnim načinom prenosa moči.

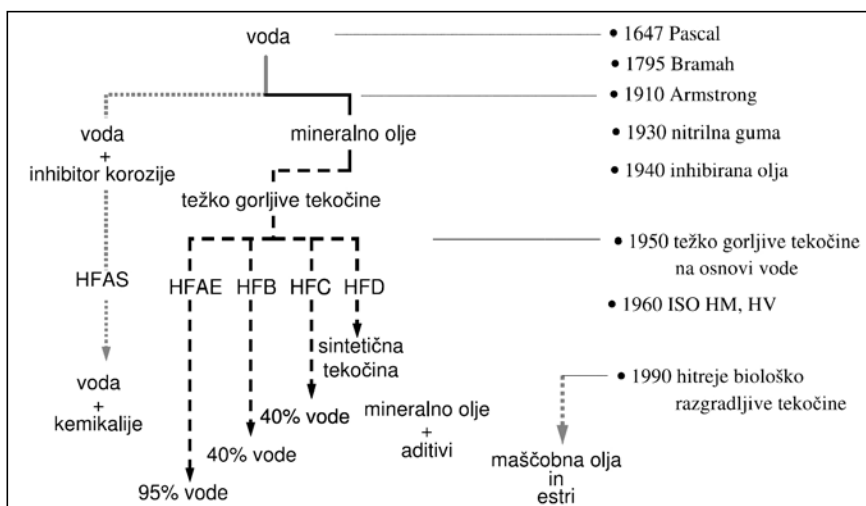
Po letu 1960 se je začela uporaba HM- in HV-kvalitetnega nivoja mineralnega olja, ki je še danes najpogostejši. Seveda pa prihajajo na tržišče vedno sodobnejši paketi aditivov, tako da kvaliteta mineralnega hidravličnega olja tudi danes še vedno narašča.

2.3 Težko vnetljive hidravlične tekočine

Intenziven razvoj težko vnetljivih vrst hidravličnih tekočin se je začel po letu 1950. Razlog za to je bilo nekaj nesreč v rudnikih, ki so imele za posledico tudi človeške žrtve. Danes poznamo štiri vrste težko vnetljivih hidravličnih tekočin, in sicer HFA, HFB, HFC in HFD. Pri vrsti HFA poznamo podvrsto HFAS, ki je raztopina sintetične tekočine v vodi, pri podvrsti HFAE pa je osnova mineralno olje z različnimi aditivi, ki ga mešamo z vodo in uporabljamo v približno 95-odstotni koncentraciji. Vrsta HFB predstavlja tako imenovano inverzno emulzijo, kjer je mineralnega olja z aditivi več kot vode, katere delež znaša približno 40 %. Vrsta HFC predstavlja zmes poliglikolov, aditivov in vode, katere je približno 40 %. Tekočine HFC ne vsebujejo mineralnega olja. Vrsta HFD ne vsebuje vode, gre za povsem sintetično tekočino z različnimi aditivi. V primerjavi z mineralnim oljem ima vsaka vrsta težko vnetljive hidravlične tekočine kakšno pomanjkljivost, kar je cena za večjo varnost pred požarom. Zaradi tega jih uporabljamo predvsem v metalurških obratih, rudnikih, premogovnikih in povsod, kjer obstaja večja nevarnost požara.

2.4 Biološko hitreje razgradljive hidravlične tekočine

Po letu 1990 se je zaradi naraščajočih zahtev glede zaščite okolja začela



Slika 2. Shematski prikaz razvoja hidravličnih tekočin



Slika 3. Primerjava mazalnih lastnosti in odpornosti proti požaru

tudi uporaba biološko hitreje razgradljivih hidravličnih tekočin. Ta vrsta je prioriteten namenjena uporabi v kmetijstvu, gradbeništvu in gozdarstvu, torej povsod tam, kjer obstaja neposredna nevarnost izlitja v okolje.

2.5 Ostale tekočine

Dandanes kar okoli 90 % porabe predstavljajo mineralna olja različnih lastnosti, v ostalih primerih pa predvsem težko vnetljive ter biološko hitreje razgradljive hidravlične tekočine. V zelo nizkem deležu pa uporabljamo tudi univerzalne tekočine za predležje, motor in hidravlični del. Poleg tega pa tudi tekočine za posebne namene, v prehrabeni industriji na primer združljive z živili, drugod morsko vodo, kot tudi t. i. elektroeološke tekočine, ki dejansko so in niso tekočine, saj lahko spreminjajo svoje agregatno stanje.

3 Hidravlične tekočine prihodnosti

Danes težko z gotovostjo trdimo, katere tekočine bodo imele v prihodnosti pomembno vlogo. To je odvisno od rezultatov sedanjih in prihodnjih raziskav in testiranj, smeri razvoja fluidne tehnike, gibanja cen surovin na svetovnih trgih ter še marsičesa. Z veliko večjo verjetnostjo lahko rečemo, da tudi v bližnji prihodnosti še ne bomo uporabljali univerzalne tekočine, ki bi bila tako superiorna in blizu idealni, da bi

izpodrinila vse ostale. Vsekakor pa lahko opozorimo na nekatere, ki so zaradi svojih dobrih lastnosti med resnimi kandidati. V nadaljevanju bomo omenili dve vrsti, in sicer serijo Quintolubric 777, ki spada v vrsto HFC-E, in serijo Quintolubric 888, ki spada v vrsto HFDU.

3.1 Serija Superglikol Quintolubric 777

3.1.1 Težko gorljive tekočine vrste HFC

Grobe ocene se pokazale, da je v Evropi okoli 50 % težko gorljivih hidravličnih tekočin vrste HFC [2]. Značilna področja uporabe te vrste so na primer:

- stroji za tlačno litje,
- hidravlični sistemi različnih talilnih peči,
- viličarji,
- električni varilniki,
- valjanje palic, cevi in trakov,
- škarje za razrez vročih kovin,
- naprave za kontinuirano litje itd.

Tekočine HFC so sestavljene iz okoli 40 % vode, 40 % dietilen glikola in 20 % aditivov kot zgoščevalec iz poliglikolov, inhibitorji korozije in protipe nilci. Običajno je priporočena uporaba teh tekočin pri tlakih do največ 150 bar in temperaturah nižjih od 55 °C. Pri višjih obremenitvah so opazili okvare črpalk (na primer ležajev), znatno se je skrajšala tudi življenjska doba dragih sestavin.

Ti izdelki so kategorizirani kot ko-

ristni; so relativno poceni in ocenjeni kot zelo dobro odporni proti požaru.

Razumljivo je, da imajo tudi slabosti, med katerimi so predvsem:

- Izdelki vrste HFC so označeni kot zdravju škodljivi z oznako Xn in imajo med uporabo neprijeten vonj.
- Močno prispevajo h KPK (kemična potreba po kisiku) odpadnih voda.
- Lahko prenašajo le zmerne obremenitve. Z naraščajočimi sistemskimi zahtevami (večja kompaktnost, višji tlaki) se skrajšuje življenjska doba opreme, stroški pa naraščajo.

3.1.2 Težko gorljive tekočine vrste HFC-E

Večina težko vnetljivih hidravličnih tekočin ima v primerjavi z mineralnim hidravličnim oljem slabše mazalne lastnosti, kar omejuje širšo uporabo tovrstnih tekočin. To velja tudi za vrsto HFC, kjer je razlog slabših mazalnih lastnosti relativno visok delež vode. V zadnjih letih so to pomanjkljivost skušali reševati s hidravličnimi tekočinami HFC-E, kakršne so na primer tekočine serije Quintolubric 777, ki so bile zaradi svojih dobrih lastnosti poimenovane kar superglikoli [2].

Kot je razvidno s slike 3, ima vrsta tekočin HFC-E nižjo vsebnost vode kot klasična vrsta HFC, kar ji omogoča boljše mazalne lastnosti. Jasno je, da je ravnotežje med

odpornostjo proti požaru in mazalnimi lastnostmi najbolj kritično. Več vode vsebuje tekočina, bolj je odporna proti požaru; na drugi strani pa ima voda močan negativni vpliv na mazalne lastnosti. V primeru superglikola serije Quintolubric 777 je optimum med odpornostjo proti požaru in mazalnimi lastnostmi pri vsebnosti vode okoli 20 %.

Na osnovi različnih testov odpornosti proti požaru, mazalnih lastnosti in vpliva na okolje se je izkazalo:

- Odpornost tekočin Quintolubric 777 proti požaru je odlična in kljub nižji vsebnosti vode v osnovi primerljiva kot pri standardnih tekočinah HFC.
- Mazalne lastnosti super glikola Quintolubric 777 so izvrstne in pri različnih testiranjih presegajo mazalne lastnosti standardnih tekočin HFC (pri testu FZG so celo primerljive s tistimi, ki jih imajo tekočine HFD-U).
- Vpliv tekočin Quintolubric 777 na okolje je zelo dober. Izdelki nimajo oznak nevarnosti in niso toksični.
- Ob prehodu iz tekočine HFC na super glikol Quintolubric 777 na hidravličnem sistemu niso potrebne tehnične spremembe.

Odlični rezultati navedenih testiranj so se delno že potrdili tudi v praktični

uporabi, na popoln prodor tekočin vrste HFC-E pa še čakamo.

3.2 Serija Quintolubric 888

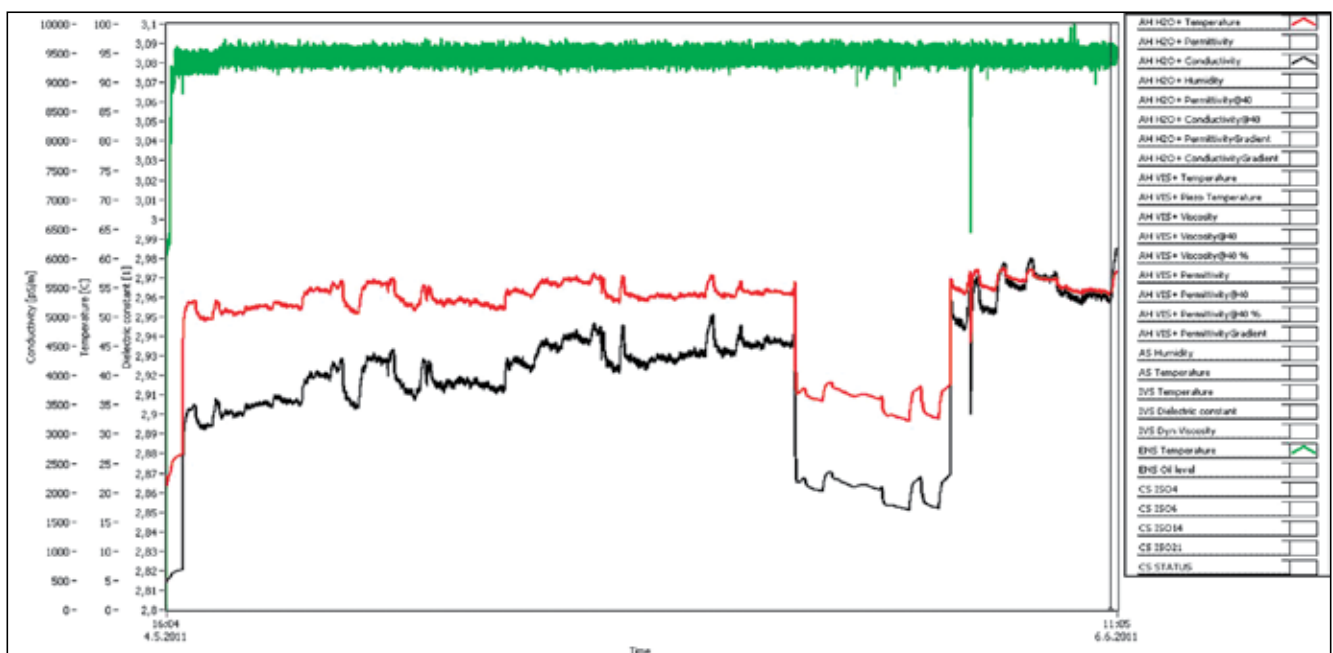
Kljub naraščanju deleža porabe težko vnetljivih hidravličnih tekočin pa je bilo na področju tekočin HFD (brez vsebnosti vode) najprej opazno zmanjševanje porabe, saj so bile prve formulacije na osnovi PCB in fosfatnih estrov, danes pa je PCB prepovedano uporabljati. Zato in zaradi drugih razlogov, kot je npr. "okolje", se uporaba fosfatnih estrov bolj in bolj zmanjšuje v korist biološko hitreje razgradljivih in okolju prijaznih hidravličnih tekočin na osnovi poliol estrov (imenovanih HFD-U). Taki izdelki so tudi težko vnetljivi, hkrati pa biološko hitreje razgradljive hidravlične tekočine serije Quintolubric 888. Te tekočine so se v zadnjih letih izkazale tudi v številnih primerih uporabe v metalurških obratih v Sloveniji, Bosni in Hercegovini pa tudi drugod po svetu.

Serija Quintolubric 888 je bila izdelana za zamenjavo mineralnih hidravličnih olj v aplikacijah, kjer obstaja nevarnost požara. Lahko jo uporabljamo tudi v aplikacijah, kjer je potrebno zagotoviti najvišjo stopnjo varnosti pred onesnaževanjem okolja. Izdelki ne vsebujejo vode, mineralnega olja ali fosfatnih estrov

in so sestavljeni iz visokokvalitetnih sintetičnih organskih estrov in skrbno izbranih aditivov. Izdelki te serije imajo mazalne lastnosti na ravni vrhunskih hidravličnih olj in jih lahko uporabljamo v hidravlični opremi vseh glavnih proizvajalcev [3].

Dodatna prednost serije Quintolubric 888 so podobne metode nadzora in vzdrževanja stanja, kot so se uveljavile pri mineralnih oljih, kar je velika prednost za vzdrževalno osebo, saj lahko uporablja obstoječe instrumente in senzorje (na primer za določanje stopnje čistosti, ki jo pri tekočinah HFC, pa tudi pri HFC-E ne moremo določati z uveljavljenimi avtomatskimi števci delcev in monitorji kontaminacije). To ne velja samo za klasične laboratorijske metode določanja fizikalno-kemijskih lastnosti, temveč tudi za meritve na mestu uporabe. Tudi sodobne online meritve fizikalno-kemijskih in električnih lastnosti serije Quintolubric 888 lahko izvajamo z enakimi senzorji, kot jih uporabljamo pri mineralnih oljih.

Na *sliki 4* so prikazani rezultati meritve z on-line senzorji pri trajnem obremenjevanju tekočine Quintolubric 888-68 v Laboratoriju za oljno hidravliko na Fakulteti za strojništvo v Mariboru. Tekočina je bila 1 mesec izpostavljena ekstremnim pogojem



Slika 4. On-line meritve parametrov pri trajnem obremenjevanju Quintolubric 888-68

uporabe. Temperatura v rezervoarju je bila vzdrževana na ok. 95 °C, v sistemu pa je celo presegala to temperaturo (črpalka, proporcionalni ventil itd.). Kljub ekstremnim temperaturnim obremenitvam uporabljeni on-line senzori na tekočini razen povišanja električne prevodnosti (Argo-Hytos LubCos H2O+) s 3000 na 6000 pS/m niso zaznali drugih sprememb. Rezultati potrjujejo odlično termično stabilnost serije Quintolubric 888.

Glede na odlične rezultate laboratorijskih testiranj, zelo dobrih izkušenj pri praktični uporabi ter dejstva, da so izdelki serije Quintolubric 888 tako težko vnetljivi kot tudi biološko hitreje razgradljivi, lahko tudi v naslednjih letih pričakujemo povečevanje deleža uporabe teh tekočin.

■ 4 Zaključek

V prispevku je bil najprej omenjen razvoj hidravličnih tekočin, kjer so navedene različne vrste hidravličnih

tekočin, ki jih dandanes uporabljamo. Zaradi težnje po poenotenju, izboljšavi posameznih fizikalno-kemijskih lastnosti, zmanjšanju nevarnosti za okolje in zdravje ljudi pa še naprej ostajajo stalna iskanja boljše, perfektno hidravlične tekočine.

V nadaljevanju sta bili navedeni dve vrsti hidravličnih tekočin, ki ju lahko označimo kot hidravlični tekočini prihodnosti. Med njima ni vode, ki je bila prva hidravlična tekočina. Zaradi številnih prednosti, kot so negorljivost, nestrupenost, razpoložljivost, cenenost, nestisljivost, pa je v zadnjih letih ponovno tema večjega števila raziskav. Te so sicer potrdile, da v določenih primerih voda lahko ustrezno opravlja naloge hidravlične tekočine, vendar pa zaradi slabih mazalnih lastnosti kljub obrabno bolj obstojnim materialom, ni na vidiku njene širše uporabe.

Zato pa se v zadnjih 10 letih zelo uspešno uporabljajo druge vrste tekočin. Ena teh je serija Quintolubric 888, ki zajema tekočine vrste HFD-U,

ki se bodo zaradi težke vnetljivosti, biološke hitre razgradljivosti in dobrih mazalnih lastnosti nedvomno pogosto uporabljale tudi v prihodnjih letih. Tekočine serije Quintolubric 777 pripadajo vrsti HFC-E. V uporabi so se pojavile v zadnjih dveh letih, še vedno so v fazi raziskav in razvoja, svoje prednosti v prihodnosti pa bodo morale še dokazati.

Literatura

- [1] Lovrec, D., Kambič, M.: Hidravlične tekočine in njihova nega, 2007, Fakulteta za strojništvo, Maribor.
- [2] Knecht, R.: HFC-E: A Superglycol, Fluidna tehnika 2009, zbornik prispevkov; Maribor; str. 27–38.
- [3] <http://www.quintolubric.com> – Informacije podjetja Quaker o izdelkih Quintolubric.

industrijska
olja in maziva od 1947

OLMA
LUBRICANTS
www.olma.si

OLMA
www.olma.si
SINCE 1947

Olma d.d., Poljska pot 2, 1000 Ljubljana
tel.: (01) 58 73 600, faks: 54 63 200, e-pošta: komerciala@olma.si



4. industrijski forum

Inovacije, razvoj, tehnologije

2012

Forum znanja in izkušenj

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

Osrednje teme IFIRT

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

Portorož, 11. in 12. junij 2012

Dodatne informacije: Industrijski forum IRT, Motnica 7 A, 1236 Trzin | tel.: 01/600 1000 | faks: 01/600 3001 | e-pošta: info@forum-irt.si | www.forum-irt.si
Organizator dogodka: PROFIDTP, d. o. o., Gradišče VI 4, 1291 Škofjica | **Partner dogodka:** Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije
Organizacijski vodja dogodka: Darko Svetak, darko.svetak@forum-irt.si | **Programski vodja dogodka:** dr. Tomaž Perme, tomaz.perme@forum-irt.si

Pokrovitelji dogodka:

Power and productivity
for a better world™

ABB

LOTRIČ

YASKAWA
MOTOMAN

Priznanje TARAS



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

Uporaba robota v tehnologiji obdelave z odrezavanjem

Janez TRATAR, Primož KRŽIČ, Janez KOPAČ

Izveček: Večosni industrijski roboti so v industriji že dolgo časa stalnica predvsem pri operacijah, ki zahtevajo ponovljivost in strego. So nadomestek človeka v okoljih, v katerih bi se preveč izpostavljal raznim nevarnostim in poškodbam, tudi takim, ki nastajajo zaradi specifičnosti operacij delovnega mesta. Roboti so bili tako namensko narejeni za operacije montaže, strege, varjenja ipd. V zadnjem času je tudi v smislu trajnostnega razvoja zaznati trende iskanja cenejših rešitev za večje večosne frezalne stroje. Zahteve odrezovalnih strojev presegajo dosedanje okvire robotskih aplikacij, vendar je njihova uporaba možna tam, kjer so zahteve po doseženih tolerancah nekoliko bolj ohlapne in materiali manj trdi. Uporaba robotov za namene frezanja in obrezovanja je zanimiva predvsem zaradi velike prilagodljivosti pri zahtevnih in velikih obdelovancih. Na Strojni fakulteti v Ljubljani smo tako postavili demorobotsko celico za potrebe prikaza odrezovalnih tehnologij. V članku so predstavljeni okvirni sestav celice, potek obdelav s programskim sistemom CAM in aplikacija samega frezanja.

Ključne besede: industrijski robot, robotska democelica, CAM, frezanje

1 Uvod

Kot navaja IFR (International Federation of Robotics) danes v svetu deluje že več kot milijon industrijskih robotov. Vsakoletni porast prodaje je kljub razmeram na svetovnih trgih po letu 2010, ko je bilo v svetu prodanih okoli 78.000 robotov, ocenjen na približno 10 % [1]. To nakazuje na vedno večjo robotizacijo v industrijski avtomatizaciji in na dejstvo, da se uporaba robotov širi tudi na področja, kjer jih prej ni bilo zaslediti. Še posebej so zanimive mehanske obdelave maloserijskih proizvodov zahtevnih oblik. Predvsem pri programiranju zahtevnejših trajektorij dosedanje programiranje z učenjem, tako imenovano teach-in ali online programiranje, ni dovolj

Janez Tratar, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Primož Kržič, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, A-CAM, d. o. o., Prof. dr. Janez Kopač, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo



Slika 1. Robotska celica s komponentami in frezalno glavo

učinkovito. Tehnološki napredek je šele v zadnjih nekaj letih prinesel ustrezne programske rešitve, ki omogočajo učinkovito indirektno (»offline«) programiranje s pomočjo programov CAM. Da bi študentom in zainteresirani javnosti približali

ta segment uporabe industrijskih robotov, smo se na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani odločili sestaviti robotsko celico za prikaz frezanja z robotom v izobraževalne in raziskovalne namene.



Slika 2. Lopatica z robotskim manipulatorjem

■ 2 Postavitev celice

Robotsko celico na Fakulteti za strojništvo (slika 1) sestavljata 6-osni antropomorfni robot KUKA KR150-2 in pripadajoča krmilna omarica tipa KRC 2. Imajo jih v laboratoriju LEC-AD za izobraževalne in raziskovalne namene.

Odrezovalno celico sestavlja robot z nosilnostjo 150 kg in delovnim območjem v obliki polkrogle s polmerom 2700 mm [3]. Za aplikacije in predstavitve freziranja smo izbrali 6,3 kW vodno hlajeno električno gnano vreteno s pripadajočim frekvenčnim regulatorjem ter ročno menjavo orodja. Vreteno ima 11700 vrtljajev na minuto. Razlogov za tako izbiro je več:

- Delovanje takega vretena je tišje kot pri podobnih izvedenkah z zračnim hlajenjem.
- Ni močnega toka zraka, ki bi razpihoval odrezke. Težava je močno izrazita, ko imamo opravka s freziranjem materiala, ki se pri aplikaciji električno nabije, npr. polistiren. Tok hladilnega zraka vretena lahko razpiha odrezke po celotni celici in tako oteži njihovo odstranjevanje, saj se zaradi naboja »prilepijo« na okolico.
- Vreteno lahko v primerjavi z

zračnimi izvedenkami vretena nekoliko močnejše obremenimo, če imamo na voljo dovolj hladilne moči.

- Nadzorujemo optimalno temperaturo vretena.

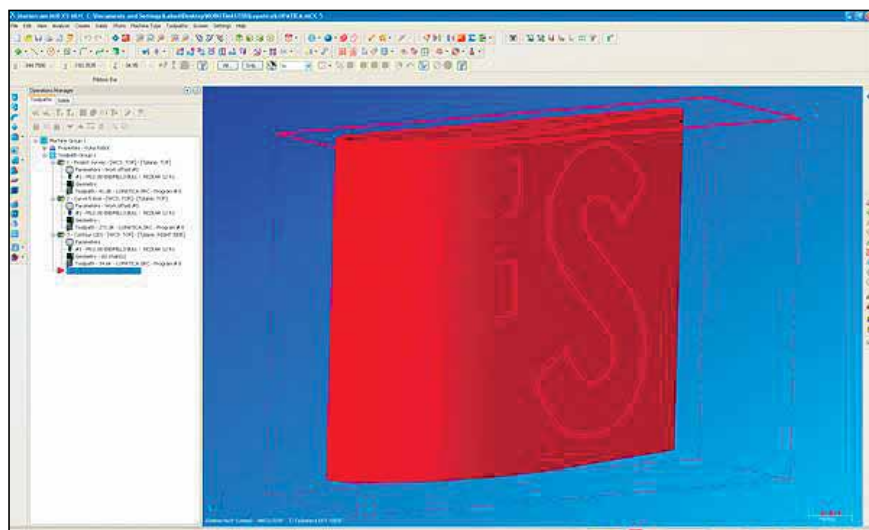
Za hlajenje vretena je preko ustrezne napeljave priključena naprava za hlajenje hladilne tekočine z maksimalno hladilno močjo 3,6 kW in pretokom 10 L/min. Zmogljiv hladilni sistem omogoča nastavljanje temperature hladilne tekočine za kar najbolj optimalno delovanje vretena, ki ima želeni razpon vstopne hladilne tekočine med 10 in 40 °C. Tako

električna kakor tudi hladilna napeljava sta razpeljani v samem robotu in po vrhu robota v energijski verigi, ki je vzmetena tako, da jo robot po potrebi vleče iz zanke. Napeljava je s tem zaščitena in enakomerno napeta, kar preprečuje navitje in poškodbe sestavnih sklopov (slika 1). Nosilci energetske verige in nosilci gnanega vretena so bili skonstruirani, izdelani in montirani v laboratoriju LABOD na Fakulteti za strojništvo.

V postavljeni robotski celici se izvajajo tri- in večosne obdelave tudi nekoliko večjih obdelovancev, pri katerih so zahteve po točnosti manjše, odstopanja lahko znašajo 0,3 mm ali več. Prvenstveno je celica namenjena demonstracijam freziranja v mehke materiale, kot so različne poliuretanske pene, les in lesni kompoziti. Možna je tudi izdelava večjih prototipov in različnih skulptur. Obdelovanec je glede na obdelovalne zmožnosti robota majhen, a je za prikaz zmogljivosti aplikacije freziranja z robotov in večosnih obdelav vseno dovolj velik. Vpetje surovca je izvedeno enostavno z vijaki in nosilno ploščo, ki omogoča prestavljanje po delovnem območju. To nam omogoča še dodatno optimizacijo postavitve obdelovanca in dosegljivosti robota (slika 2).

■ 3 CAM-programiranje robota in freziranje

Robotski manipulator lahko programiramo na dva načina. V prvem,



Slika 3. Programirana pot frezala za izdelavo lopatice (CAM)



Slika 4. Robot v simulacijskem okolju Robotmaster

direktnem načinu programiranja s pomočjo ročne učilne naprave krmilimo robota po prostoru in vnašamo ter shranjujemo točke na robotov krmilnik, kasneje narejeni program zaženemo. Tako programiranje je značilno za aplikacije varjenja, manipulacije ipd. Programiranje je preprosto, ne potrebuje podatkov o ničelnih točkah programa, saj poteka na dejanskem kosu, ki je vpet za obdelavo. Glavne slabosti tovrstnega programiranja so manjša natančnost in preglednost ter zastoj, ki nastane zaradi tega, saj robot v tem času ne proizvaja dodane vrednosti. Pri tako imenovanem indirektnem (»offline«) programiranju pa potrebne poti orodja izdelamo v CAM-programu na podlagi modela izdelka in jih nato prenesemo na robotski krmilnik. V zadnjih letih je nagel razvoj programske opreme omogočil, da lahko industrijske robote programiramo s pomočjo klasičnih CAD-CAM-postopkov in tako uporabimo robotske manipulatorje tudi tam, kjer zaradi zahtevnosti programiranja to prej ni bilo mogoče oziroma je bilo dolgotrajno. Programiranje, izdelava poti in orientiranosti rezalnega orodja se ne razlikujejo bistveno od klasičnega programiranja CNC-strojov. Razlike se pojavijo šele po izračunu obdelovalnih poti orodja, saj potrebujemo simulacijo za verifikacijo orodnih poti glede na postavitev obdelovanca v prostoru, da se izognemo kolizijam, omejeni dosegljivosti, trkom in singularnostim. Pri nekaterih boljših programih

imamo na voljo poseben modul za optimizacijo obdelovalne poti. Ta nam omogoča predhodno prilagoditev konfiguracije robota in lažjo umestitev obdelovanca v obdelovalni volumen robota, kar močno olajša programiranje in skrajša njegov čas. Glavne prednosti indirektnega programiranja v primerjavi z direktnim so v večji natančnosti, saj so v programu uporabljeni CAD-modeli. Na trajektorijah lahko dodajamo skorajda poljubno število točk in s tem povečujemo natančnost obdelave. Pred samo aplikacijo lahko v programu zaženemo simulacijo in tako odkrijemo morebitne napake. Robot pri tovrstnem programiranju lahko med pripravo programa neovirano deluje, kar je največja prednost »offline« programiranja. Glavni slabosti pa sta zahtevnost uporabe, saj zahteva posebno dodatno šolanje, in investicija v programsko opremo, ki ni zanemarljiva [2]. Za prikaz robotskega freziranja smo izbrali in programirali enostaven model lopatice (slika 3), ki je bil izveden s pomočjo simultanih večosnih obdelovalnih strategij.

Zaradi skrajšanja obdelovalnega časa, lastnosti

materiala in primerno velikega orodja smo programiranje freziranja lopatice v CAM opravili v eni sami operaciji. Sledili sta še večosni operaciji za izdelavo napisov na obeh straneh. Po končanem programiranju smo obdelovalne poti uvozili v integrirano platformo Robotmaster (slika 4), kjer smo optimirali konfiguracijo robota in položaj obdelovanca ter izvedli simulacijo freziranja.

Po uspešno zaključeni simulaciji na računalniku smo program naložili na robotski krmilnik in freziranje lopatice tudi praktično izvedli (slika 5).

Lopatica za preizkusno freziranje v postavljeni robotski celici je bila izdelana v 40 minutah. Robot je namensko deloval v upočasnjenem načinu, saj je bil eden izmed ciljev tudi varno in temeljito preizkusiti delovanje robota ter vseh komponent v celici. Lopatica je bila izdelana v okviru predvidenih toleranc in časa. Freziranje lopatice je bilo tako uspešno zaključeno in bo uporabljeno kot aplikacija za prikaz te nove tehnologije študentom in obiskovalcem.

■ 4 Sklepi

Moderni obrati, predvsem pri avtomatizaciji velikoserijskih proizvodenj, danes implementirajo robotske celice na domala vseh področjih. Razlog za neuporabo v aplikacijah freziranja je dosedanja omejenost oziroma nezmožnost programiranja zahtevnih prostorskih trajektorij.



Slika 5. Freziranje obdelovanca lopatice

Težava je pri nekaterih programih CAM za tovrstne aplikacije, ki pa so bile omejene na dokaj enostavne izdelke, že zadovoljivo rešena. Z novimi se nam odpirajo povsem nova obzorja in možnosti uporabe, programiranja z nekaterimi dodatki in simulacijami močno podobno oziroma enako kot na konvencionalnih obdelovalnih strojih. Izkoristimo pa lahko dodatne prednosti, ki jih ponuja robotski manipulator (prilagodljivost, veliko delovno območje,

cenenost, poraba energije ipd.) in so pri klasičnih in ročnih obdelavah nedosegljive. To je tudi eden izmed namenov democelice, da se študentom in ostalim predstavijo zmožnosti robotskih manipulatorjev in njihovo delovanje tudi v tovrstnih aplikacijah.

Literatura

- [1] International Federation of Robotics, www.ifr.org.
 [2] Kržič, P., Eržen, D., Duhovnik, J.,

Kopač, J.: Offline programiranje industrijskih robotov s programom Mastercam, Orodjarstvo 2008 – zbornik posvetovanja, Portorož, (2008), str. 53–57.

- [3] KUKA Roboter GmbH: KUKA KR 150-2 Specification.
 [4] Bates, C.: Move over machine tools here come robots. American Machinist, 2006, <http://www.americanmachinist.com/304/Technologies/ShopOperations/Article/False/13386/>.

Use of robots in machining technologies

Abstract: Multi-axis industrial robots are not novelty in industrial production. However, they have been used for operations that mostly require pick and place operations and repeatability. Robots are the substitute for humans in harmful or risky environments including those that arise from the specificity of the operations in the workplace itself. The main operations that robots were made for are assembly operations, machine tending, welding, etc. In the last few years, there is a demand to find cheaper and greener solutions for multi-axis machining. That exceeds previous tasks and applications that robots were made for, but robots are capable of machining in cases with low required tolerances. The use of robots is interesting because of the high flexibility in machining of complex and large workpieces. In Faculty of Mechanical Engineering in Ljubljana we set up a demo robot cell for the purpose of education and presentation of machining technologies. In this article the demo cell is presented with CAM and machining concepts.

Keywords: industrial robot, robotic demo cell, CAM, machining

DOMEL[®]
 Ustvarjamo gibanje

DOMEL d.o.o., Otoki 21, 4228 Železniki, Slovenija
 T: +386 (0)4 51 17 358; F: +386 (0)4 51 17 357;
 E: brane.ozebek@domel.si; I: http://ozi.domel.si/sl/pc_oz



Rexroth
 Bosch Group

Zastopamo in prodajamo proizvode podjetja **Bosch Rexroth** s področja servo pogonov in krmilne tehnike.

Nudimo:

- servo pogone
- krmilnike
- SPS IndraLogic sisteme
- avtomatizirane sisteme
- varnostno tehniko
- servis in pomoč pri zagonu

Zračna suverenost držav članic

ICAO¹ – 2. del

Aleksander ČIČEROV

Izveček: Mednarodno javno pravo temelji na konceptu države. Pravna oseba brez ozemlja ne more biti država. Ozemlje v mednarodnem javnem pravu pa pomeni kopno, morje in zračni prostor. Razpravljali bomo o suverenosti držav članic ICAO na podlagi prakse in sodnih primerov, ki to obravnavajo. Predstavili bomo tudi verbalno noto ciprskega veleposlanika, ki je na zelo diplomatski način povedal, da Republika Slovenija krši resoluciji Varnostnega sveta, ki pozivata vse države, da ne priznajo nobene druge ciprske države kot samo Republiko Ciper. Krši tudi 1., 5., 10. in 68. člen Čikaške konvencije in notranje pravo Republike Ciper.

Ključne besede: zračna suverenost, teritorialna suverenost, NOTAM, TRSC, kršitev suverenih pravic, Čikaška konvencija, Visoko (prvostopenjsko) civilno sodišče Anglije in Walesa, pritožnik

■ 3 Morda pa je le nekaj na tem

Onur Air (turško Onur Air Taşımacılık AŞ) je letalska družba s sedežem v Floryi (Istanbul). Opravlja redne in čarterske lete znotraj Turčije, ustanovljena pa je bila leta 1992. Sodeluje tudi z Egiptom, kjer odpira novo letalsko linijo. Njena flota² je stara 14 let, razpolaga pa s 6 Airbusi A300-600R, 12 Airbusi A320-200, 2 Airbusoma A320-100, 9 Airbusi A321-200, 4 Airbusi A330-300 in 2 McDonell Douglasoma MD-88. Ta prevoznik naj bi bil zaprosil za dovoljenje na liniji Ljubljana–Izmir–Ercan (s tehničnim postankom v Izmirju). Pristojni na Ministrstvu za promet zagotavljajo, da tega še ni storil. Pri Kompas Holidays pa že pravijo, da bo mogoče prtljago čekirati do Ercana, kratek postanek pa bo v Izmirju.

Pred kratkim je Ministrstvo za zunanje zadeve RC države opozorilo na NOTAM,³ ki ga je nezakonito izdala postaja Ercan na okupiranem oze-

mlju t. i. TRSC.⁴ V tem vidimo poskus, da bi delovanje različnih služb in samega letališča dobilo legitimnost in verodostojnost.

■ 4 Sodna praksa

Vprašanje poletov na letališče Ercan je povezano z vprašanjem suvere-

nosti RC nad celotnim ozemljem države, ki ima površino 9.251 km². Skoraj tretjina te površine predstavlja entiteto TRSC, ki je RC ne nadzoruje. Vprašanje suverenosti Republike Ciper se je pojavilo v zadevi R (pritožnik Kibris Turk Hava Yollari & CTA Holidays) proti državni sekretar za promet RC (kot zainteresirani

¹ Mednarodna organizacija civilnega letalstva.

² http://en.wikipedia.org/wiki/Onur_Air (23. 5. 2011).

³ Obvestilo pilotom (notice-to-airmen).

⁴ Navajam v izvorni obliki: »The Ministry of Foreign Affairs of the Republic of Cyprus presents its compliments to all Foreign Missions accredited to Cyprus and has the honour to refer to a NOTAM issued illegally by the so-called »Ercan« station in the occupied areas of Cyprus and illegally disseminated by LTAA. According to the above NOTAM a Search and Rescue Exercise named 'SEHIT TEGMEN CANER GONYELI-2011' with the participation of the Turkish navy and Air Force, is scheduled between the 14th and 16th June 2011, without the consent of the competent authorities of the Republic of Cyprus. The Ministry of Foreign Affairs of the Republic of Cyprus wishes to bring to the attention of all Foreign Missions that the competent authority of the Republic of Cyprus for the provision of Air traffic services, Search and Rescue services and for issuing NOTAMs is the Department of Civil Aviation (»DCA«), Ministry of Communications and Works. As such, the DCA has issued a NOTAM, on the 1 June 2011 stating that the above referred NOTAM, issued illegally by the so-called »ERCAN« station, is null and void. The planned Search and Rescue exercise therefore, will itself amount to a violation of the SSR of the Republic of Cyprus.

The Ministry of Foreign Affairs of the Republic of Cyprus wishes to emphasize to all Foreign Diplomatic Missions in Cyprus that the said Search and Rescue exercise to take place in the occupied areas of Cyprus is illegal and requests that any involvement is avoided.« Verbalna nota je datirana s 7. junijem 2011. Arhiv Ministrstva za zunanje zadeve.

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

udeleženeč⁵ pred Visokim civilnim sodiščem Anglije in Walesa, ki je 20. 10. 2010 potrdilo sodbo nižjega sodišča (Queen's Branch Division of the High Court of England and Wales). Pritožbeno sodišče je pri tem moralo proučiti nekaj pravnih vprašanj: pravno upravičenje za izvajanje suverenih pravic, kakšna je praksa držav pogodbenic Čikaške konvencije, načelo učinkovitosti in vprašanje nepriznavanja. Oglledali si bomo, kako je pritožbeno sodišče opravičilo sodbo nižjega sodišča v primeru teh pravnih vprašanj.

4.1 Prvostopenjska odločitev

28. julija 2009 je prvostopenjsko sodišče Anglije in Walesa prvič obravnavalo vsebino pojma 'suverenost' v kontekstu Čikaške konvencije. Sodišče je v sodbi zapisalo, da je ta pojem potrebno razlagati v običajnem smislu, kot to izhaja iz 1. člena Čikaške konvencije. To pomeni, da je njegov pomen potrebno iskati v običajnem mednarodnem pravu in ne tako, kot to predstavlja pritožnik, ki trdi, da je treba zgolj upoštevati dejansko teritorialno suverenost. V jeziku Čikaške konvencije bi to pomenilo, da če RC ne nadzoruje ozemlja TRSC, tudi ni upravičena nadzorovati zračnega prometa v tem delu Cipra, ker ne more izvajati administrativnih funkcij.

Pritožnik se ni strinjal z odločitvijo državnega sekretarja za promet Velike Britanije, ki je zavrnil prošnjo za izdajo dovoljenja CTA za opravljanje letalskega prevoza potnikov v neprekinjenem poletu med Veliko Britanijo in severnim Ciprom s tem, da ni hotel spremeniti že izdanega dovoljenja za opravljanje prevoza med Veliko Britanijo in Turčijo, ki je sicer dovoljevalo CTA, da opravlja redne in čarterske polete med Veliko Britanijo in Turčijo.

Prvostopenjsko sodišče se je v svoji odločitvi sklicevalo na 1. in 2. člen Čikaške konvencije v smislu, da ima RC popolno in izključno suverenost v zračnem prostoru nad ozemljem



Ali bo turški prevoznik zaprosil za dovoljenje Ministrstvo za promet RS?

Cipra, ta pa vključuje cel otok. V skladu z 10. členom Čikaške konvencije ima RC pravico določiti letališče za mednarodni letalski promet, ta pravica pa je dodeljena le državi pogodbenici Čikaške konvencije, kar RC nedvomno je. Ker ima torej RC popolno in izključno suverenost nad celim otokom, ima tudi v skladu z 10. členom pravico določiti mednarodno letališče. Do sedaj RC ni določila mednarodnega letališča v TRSC.

4.1.1 Vprašanje ozemeljske suverenosti

Pritožnik je nasprotoval navedbi, da je RC ozemeljsko suverena država. Trdil je, da je suverenost v Čikaški konvenciji potrebno razumeti kot teritorialno suverenost. To bi torej pomenilo, da RC izvaja administrativni nadzor tudi nad TRSC, kar pa je seveda zaradi turške okupacije severnega Cipra nemogoče. Dejstvo je, da takega nadzora ne izvaja vse od leta 1974. Zato se tudi določitev mednarodnega letališča in izvrševanja pravic po 5. in 6. členu Čikaške konvencije (torej administrativnih pravic) teritorialno ne da izvrševati. Pritožnik je tudi trdil, da so pravice, ki izhajajo iz Čikaške konvencije, v odnosu do ozemlja severnega Cipra suspendirane.

Na koncu je pritožnik še trdil, da ni res, da bi z izdajo dovoljenja za polete med Londonom in Ercanom Velika Britanija priznala suverenost TRSC, ker izdaja samega dovoljenja tega ne pomeni.

To je morda najbolj trhel pritožnikov argument. V skladu s Čikaško konvencijo velja, da je ozemlje RC cel otok, torej celotno kopno območje in pripadajoče teritorialno morje vzdolž njegovih obal ter zračni prostor nad temi deli. Odgovor sodišča glede 5. in 6. člena Čikaške konvencije je jasen in razumljiv. RC je pogodbenica in kot taka ima pravico dovoljevati polete na svoje ozemlje in z njega (tako redne kot tudi čarterske). Takega dovoljenja (do sedaj) RC ni izdala, prav tako pa ni določila letališča Ercan za mednarodno letališče RC.

Vprašanje učinkovitega nadzora, ki ga pritožnik zanika RC, je ta vezal na primer Tajvana. Gre za polete med Ljudsko republiko Kitajsko in Tajvanom. Sodišče prve stopnje je v tem primeru opozorilo, da je Kitajska določila eno od letališč na Tajvanu za mednarodno, medtem ko RC tega ni storila na severnem delu Cipra. Ta primer ni pravi za presojo pristojnosti RC v zračnem prostoru nad celim otokom. Sodišče si je pri

⁵ Glej podrobno M. Franklin, *Air & Space Law*, Vol. 36, Issue 2, April 2011, str. 109–116.

tem pomagalo s prvim odstavkom Dunajske konvencije o mednarodnem pogodbenem pravu, ki določa:

» 1. Pogodbenica se lahko sklicuje na to, da mednarodne pogodbe ni mogoče izvajati kot na razlog za prenehanje veljavnosti mednarodne pogodbe ali odstop od nje, če je to posledica tega, da predmeta, ki je nujen za izvajanje mednarodne pogodbe, ni več ali je uničen. Če je izvajanje mednarodne pogodbe onemogočeno začasno, se je mogoče sklicevati le na razlog za začasno prenehanje uporabe mednarodne pogodbe.«

Odločilna beseda v tem členu je 'pogodbenica', ki ji je dana možnost, da se sklicuje na dejstvo, da pogodbe ni mogoče izvajati. Tega pa RC ni nikoli trdila. Pogodbenica ima pravico, da se sama odloči za kaj takega, to pa velja tudi za pravice iz 5. in 6. člena Čikaške pogodbe. Izdaja dovoljenja za polete med Londonom in TRSC bi bilo kršenje določb Čikaške konvencije in negiranje stališča Velike Britanije, ki prizna RC v vsej njeni integriteti. Tudi Mednarodno sodišče za človekove pravice in Evropska unija priznavata le RC.

4.2 Drugostopenjska odločitev

Ko je drugostopenjsko sodišče obravnavalo pritožbo, je v celoti potrdilo sodbo prve stopnje.⁶

■ 5 Epilog

Vidimo, da sta sodna praksa in mednarodna politika odločno na strani RC. Angleško prvostopenjsko sodišče je potrdilo pravice in dolžnosti, ki izhajajo za Republiko Ciper iz Čikaške konvencije. Njegovemu argumentiranju pa je pritrdilo tudi pritožbeno sodišče. Argumentirano je zavrnilo vse navedbe pritožnika, ki je želel dokazati 'opravilno nesposobnost' RC v TRSC.

Ministrstvo za promet Republike Slovenije v okviru izvajanja nadzora varnosti po Uredbi Sveta (EGS), št.

3922/91 z dne 16. 12. 1991, o uskladitvi tehničnih predpisov in upravnih postopkov na področju civilnega letalstva (UL L I, št. 373 z dne 31. 12. 1991, str. 4), kot je bila nazadnje spremenjena z Uredbo Komisije (ES) št. 859/2008 z dne 20. avgusta 2008 o spremembi Uredbe Sveta (EGS) št. 3922/91 glede skupnih tehničnih predpisov in upravnih postopkov, ki se uporabljajo za komercialni prevoz z letali (UL L I, št. 254 z dne 20. 9. 2008, str. 1), **ni sprejelo nobenih izjem glede letališč za slovenske operatorje.**

Ministrstvo za promet s stališča svojih pristojnosti seveda ne more vplivati na ravnanje tujih letalskih prevoznikov, vendar pa ima možnost, da ukrepa v primeru določitve letalskih linij. Republika Slovenija se v zvezi s Sporazumom med Vlado Republike Slovenije in Vlado Republike Turčije o zračnem prometu (Ur. l. RS, št. 70/98) z Republiko Turčijo tudi ni dogovorila za letalske proge med letališči na ozemlju Republike Slovenije in letališči na ozemlju Republike Turčije, ki bi se nanašali na letališče Ercan, saj Republika Turčija ozemlja t. i. Turkish Republic of Northern Cyprus **ni opredelila kot dela svojega ozemlja.**

Navedbe kršitev Čikaške konvencije, ki naj bi jih bila storila Slovenija, ne držijo. To stališče se opira na dejstvo, da **Direktorat za civilno letalstvo Ministrstva za promet**, ki opravlja strokovne in upravne naloge na področju zračnega prometa, letenje na progi Ljubljana–Ercan (ICAO indikator lokacije: LJLJ), ki ne šteje za letališče v državi članici EU in nima indikatorja lokacije, **ni odobril niti ni obravnaval vloge za letenje na tej progi.**

Ker ne vemo, kako se bo zgodba s prevozi med Ljubljano in Ercanom končala, lahko dodamo le še to, da upamo, da je 'angleška šola' primer dobre prakse, ki jo velja upoštevati tudi v Sloveniji, če pride do morebitnega zahtevka (Onur Air ali drugega prevoznika) za izdajo dovoljenja.

■ 7 Viri

- [1] D. Türk, Temelji mednarodnega prava, GV Založba, Pravna obzorja 33, Ljubljana 2007.
- [2] K. Petrovec, Ciper: neokrnjen turški, grški in angleški dom, Dnevnik, torek 26. aprila 2011.
- [3] C. Panayides, veleposlanik Republike Ciper v Ljubljani: Nekaj dejstev o izletih na »severni Ciper«, Dnevnik 14. 5. 2011 (vaša pošta).
- [4] KOMPAS HOLIDAYS predstavlja: Turkizni Ciper, reklamna brošura agencije.
- [5] Verbalna nota veleposlanika Cipra v Ljubljani, št. 22/20 01.005 z dne 5. 5. 2011, arhiv Ministrstva za zunanje zadeve.
- [6] Zapis sestanka generalnega direktorja Direktorata za mednarodno pravo in zaščito državljanov Ministrstva za zunanje zadeve z veleposlanikom Republike Ciper (5. 5. 2011), arhiv Ministrstva za zunanje zadeve.
- [7] Air & Space Law, Vol. 35, Issue 1, February 2011, str. 63–70, Air & Space Law, Vol. 36, Issue 2, April 2011, str. 109–116.

Air Sovereignty of the Member States of ICAO

Abstract: International Public Law is based on the concept of State. Without territory a legal person can not be State. In International Public Law territory means land, sea and air. It is our wish to discuss the air sovereignty of the member States of ICAO through the practices and court cases dealing with it. Therefore we will discuss the Verbal Note of the Ambassador of the Republic of Cyprus who has very diplomatically told that the Republic of Slovenia breaks the Security Council resolutions that call upon all States not to recognize any Cypriot State other than the Republic of Cyprus, breaks Article 1, 5, 10 and 68 of the Chicago Convention and violates domestic law of the Republic of Cyprus.

Keywords: air sovereignty, territorial sovereignty, NOTAM, TRNC, violation of sovereign rights, Chicago Convention, High Court of England and Wales, Claimant,

⁶ Glej Air & Space Law, Vol. 36, Issue 2, April 2011, str. 109–116.

100 let uveljavljene trgovske znamke ETON

Čeprav hidravliko in dinamiko fluidov proučujejo že stoletja, se je pravi razvoj hidravličnih naprav in sistemov pričel z 20. stoletjem. Tri poznana ameriška podjetja s tega področja *Eaton Corp.*, *Viking Pump* in *Gates Corp.* letos skupaj praznujejo stoletnico, saj so bila ustanovljena leta 1911.

Zobniške črpalke označujejo začetke

Podjetje *Viking Pump* je uresničeno, ko je danski priseljenc *Jens Nielsen* reševal problem pronicanja vode v kamnolomu apnenca, ki ga je odprl v Cedar Fallsu v Iowi. *Georgeu Mathesu* je naročil, naj konstruira prvo črpalko Viking, ki so jo kompletirali v letu 1904. Bila je izdelana iz litega železa in imela kapaciteto 900 galonov/minuto (3 406,5 L/min).

Tako je Nielsen skupaj s tremi družabniki – strojnikom P. C. Peterseonom, dr. W. L. Hearstom in trgovcem s čevlji G. Wythom – leta 1911 ustanovil *Viking Pump Co.* Prva črpalka z notranjim ozobjem je tako prišla na trg.

Industrija nafte je pospeševala razvoj podjetja tudi v času velike gospodarske krize, vse do druge svetovne vojne, ko so črpalko Viking uporabljali v vrsti vojaških naprav. Svoj mednarodni razvoj pa je pričela po letu 1950. Podjetje sedaj posluje v okviru *IDEX Corp.* in ima več kot 550 sodelavcev po vsem svetu.

Od pnevmatike do visoke tehnologije

Podjetje *Gates Corp.* je nastalo leta 1911, ko je Charles Gates st. kupil podjetje *The Colorado Tire and Leather Comp.* Podjetje je v začetku izdelovalo le en izdelek – z jeklom okrepljen usnjen trak, ki se je za povečanje trajnosti namestil na avtomobilsko pnevmatiko.

Podjetje Gates je stalno razširjalo

dejavnost posebno z razvojem ključnega izdelka, tj. s tekstilnimi vlakni ojačanega V-jermenta in v letu 1917 s sodelovanjem svojega brata *Johna Gatesa*.

1996 je Gates postal podružnično podjetje firme *Tomkins Ltd*, sedaj pa je prerastel v združbo treh podjetij: *Worldwide Power Transmission*, *Avtomotive Hoses* in *Industrial Hose & Connectors*. Sedaj Gates dobavlja predvsem hidravlične gibke cevovode in cevne spojke, predvsem za mobilno hidravliko na rudarskih, gozdarskih in gradbenih strojih.

Pogonske preme za tovorna vozila – pot k številnim postrojem za izdelavo različnih izdelkov

Viggo Trobensen, nemški priseljenc, je leta 1900 patentiral prvo zobniško gnano zadnjo premo za tovorna vozila. Pridružil se je podjetniku *Josephu Eatonu* in v letu 1911 ustanovil *Trobensen Gear and Axle Company*, ki je pozneje postala *Eaton Corp.* Podjetje se je razvijalo pod različnimi lastniki in imeni in se končno ustalilo v Clevelandu z imenom *Eaton Axle Co.* V letu 1965 je spremenilo ime v *Eaton Yale & Towne* ter pričelo z izdelavo prvih hidrostatičnih prenosnikov.

Leto 1970 predstavlja pravi prodor Eatona v svetovne hidravlične posle, tudi s pridobivanjem podjetja *Char-Lynn Co.*, uveljavljenega s počasnogibnimi hidravličnimi motorji za kmetijske stroje in posebno industrijsko opremo. Leto pozneje se je podjetje preimenovalo v *Eaton Corp.* V letu 1999 je pridobilo še podjetje *Aeroquip-Vickers* in s tem postalo eno najpomembnejših in največjih svetovnih dobaviteljev fluidne tehnike.

Po H & P 64(2011)9 – str. 6

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@siot.net
www.opl.si

Ne kupujte »kislih jabolk« za vašo hidravlično napravo

Le pazljiv in preiščen razmislek pri izbiri hidravličnih sestavin za določen namen, stroj oz. postroj lahko zagotovi njihovo trajno in uspešno obratovanje.

Izkušeni vzdrževalec *Brandon Casey* v svoji knjigi o Skrivnostih hidravlike in preprečevanju težav s hidravličnimi napravami (*Inside Secrets to Hydraulic and Preventing Hydraulic Failures*) tolmači poglede na osnovna načela vzdrževanja hidravličnih naprav.

Na nedavnem seminarju je vodja vzdrževanja hidravličnih strojev z enega od velikih dnevnih kopov omenil, da je razmišljal o izboljšanju filtriranja hidravličnih tekočin celotne flote odkopnih bagerjev zaradi izboljšanja splošne ravni čistosti in s tem povečanja njihove trajnosti. V strokovni literaturi obstaja dovolj prepričljivih dokazov, da trditev drži. Seveda pa je upravičenost potrebnih investicijskih sredstev za takšen ukrep vprašljiva in odvisna od različnih parametrov.

Za vzdrževanje najpomembnejši parametri so opisani v omenjenem priročniku in zagotavljajo osebu potrebna znanja in orodja za optimizacijo zanesljivosti in trajnosti delovanja hidravličnih naprav. Čeprav se konstrukcijske lastnosti in navodila za vzdrževanje pogosto obravnavajo ločeno, resničnost v mnogih pogledih odločujoče vpliva na obratovalne stroške, zanesljivost in trajnost naprave, stroja.

Pozneje je isti vodja omenil, da v rudniku dodatno razmišljajo tudi o zamenjavi kompletne že zastarele flote hidravličnih bagerjev. In to je pravi čas za presojo vseh vprašanj zanesljivosti, vzdrževanja in stroškov.

Presoja viskoznosti, temperature in izbira strojev

Priporočljivo je torej opraviti presojo vprašanj vzdrževanja in zanesljivosti, ki jo želimo, še preden je dokončno izbrana in dobavljena strojna oprema. Preprečiti je namreč treba nakup »kislih jabolk«.

Tako je npr. potrebno vnaprej ustrezno izbrati cilje, raven in nadzor kontaminacije hidravličnih fluidov, ki jih želimo zagotoviti in bodo odločujoče vplivali na zanesljivost strojne opreme. Dobavitelju je potrebno vnaprej dati jasne zahteve, ki lahko zagotovijo zastavljene cilje.

Gostota in indeks viskoznosti hidravličnega olja dejansko že vnaprej določata najvišjo delovno temperaturo stroja. Ob tem se od dobavitelja zahteva tudi ustrežna zmogljivost hlajenja, ki bo lahko zagotovila pričakovano delovno temperaturo v splošnih razmerah delovne okolice in vnaprej ne sprejema delovne temperature, ki jo pogojuje normalna konstrukcijska izvedba stroja.

Če mislite, da razmerje viskoznosti in temperature ni pomembno, potem ste v resni zmoti. Dolgoletne izkušnje s hidravliko in mazanjem v industriji kažejo, da je večina motenj pri delovanju hidravličnih naprav posledica prenizke viskoznosti. K temu pa je treba prišteti še druge pomembne zahteve, ki vplivajo na njihovo zanesljivost, kot so: najmanjša zahtevana prostornina rezervoarja, ustrežna izvedba odzračevanja, potopljene sesalne odprtine črpalk, neuporaba sesalnih košev, brez filtrov v drenažnih vodih batnih črpalk in motorjev itd.

Pričnimo z mislimi na konec

Ilustrirajmo opisano razmerje viskoznosti in temperature na primeru 25-tonskega bagerja.

Na temelju podatkov izdelovalca črpalke bosta njena optimalna zmogljivi-

vost in trajnost zagotovljeni z oljem pri viskoznosti 25 do 36 mm²/s. Znano je, da je za to primerno olje po standardu ISO VG68, v povprečju z indeksom viskoznosti 100.

Če je temu tako, izdelovalec črpalk in motorjev (neuradno) trdi, da bodo le-ti delovali neoptimalno, če bo njihova delovna temperatura višja od 70 °C. Ne samo to, če delovna temperatura ne bo presežala te vrednosti, bo trajnost olja, tesnil in gibkih cevi, pa tudi vseh mazanih sestavnih delov hidravličnih sestavin, daljša.

Kot prebrisani uporabniki hidravlične opreme bomo od dobaviteljev strojne opreme pričakovali, da ta pri delovanju v okolici s temperaturo od 45 °C, ob sicer normalnih obratovalnih razmerah, ne bo dosegala višje obratovalne temperature kot 70 °C. Če pa bo dosegala celo 90 °C ali več, potem pričakujemo odstranitev problemov na stroške dobavitelja. Gre seveda za stališče uporabnika, ki želi brezhibno delovanje svoje strojne opreme.

Seveda je malo verjetno, da bodo vsi uporabniki hidravlične opreme ravnali s takšno stopnjo prebrisanoosti. Vendar naj bi, če je le mogoče, to bilo tako. Sicer se izpostavljamu nevarnosti, da bo njihova oprema delovala manj zanesljivo, karkoli jim bo to že pomenilo.

Tako torej, naslednjič, ko se boste odločali za nakup hidravlične opreme, začnite od zadaj! Odločite se najprej za cilje vzdrževanja in zanesljivost delovanja stroja ali postroja in šele potem dokončno izpeljite proces izbire in naročanja hidravlične opreme. Šele takšna pot vam bo zagotovila ustrezno zanesljivost in trajnost strojev, ali postrojev.

Priporočljive zahteve za ustreznost hidravličnih naprav - sistemov

Kadar specificirate in kupujete hidra-

vlično napravo ali sistem, upoštevajte naslednja priporočila:

1. Vse hidravlične črpalke naj imajo potopljene sesalne priključke.
2. Hidravlične črpalke naj bodo (če je le mogoče) vgrajene v rezervoarju.
3. Sesalni vodi črpalk naj bodo čim krajši.
4. Če je v sesalni vod črpalke vgrajen zapirni ventil, naj bo z enakim imenskim premerom in opremljen z varnostnim vezjem, ki bo preprečilo start črpalke, kadar je le-ta zaprt.
5. V sesalni vod naj ne bo vgrajen sesalni filter ali sesalni koš.
6. V drenažne vode batnih črpalk in motorjev naj ne bodo vgrajeni filtri.
7. Hidravlični rezervoarji olja naj imajo vgrajeno signalno napravo visoke temperature.
8. V hidrostatičnih prenosnikih z zaprtim obtokom naj bo vgrajena alarmna naprava visoke temperature.
9. Hidravlični rezervoarji naj imajo vgrajeno alarmno napravo za nizek nivo olja.
10. Hidrostatični prenosniki z zaprtim obtokom naj imajo vgrajeno alarmno napravo nizkega tlaka in/ali zapirni ventil.
11. Vsi hidravlični rezervoarji naj imajo vgrajen čep ali ventil za izpust olja.
12. Sesalni priključek črpalke naj bo v rezervoarju olja nameščen vsaj 100 mm nad dnom.
13. Dvopolni pogonski elektromotorji naj se (razen v posebej dogovorjenih primerih) ne uporabljajo.
14. Hidravlični rezervoarji pri napravah z odprtim obtokom naj imajo prostornino vsaj trikratnega minutnega toka črpalke, pri variabilnih črpalkah pa trikratnega povprečnega toka, z 10-odstotnim dodatkom za zračno blazino.
15. V vsak rezervoar olja naj bo vgrajen odzračevalnik s 3 μ absolutnim zračnim filtrom.
16. Vsi povratni vodi v rezervoarju

- olja morajo biti speljani pod minimalni nivo olja.
17. Pred povratnim filtrom naj bo sta vgrajena T-priključek in zapirni ventil, tako da bo mogoče predfiltriranje olja v napravi.
18. Merilni priključek za odvzem vzorcev olja naj bo vgrajen pred povratnim filtrom.
19. Vgrajeni filtri morajo zagotavljati specifično čistočo olja (npr. po standardu ISO 4406:1999) in največjo vsebnost vode do 500 mL/L.

Dodatne informacije na e-pošti: bcasey@hydraulicsupermarket.com ali internetu www.hydraulicsupermarket.com.

Po H & P 64(2011)8 – str. 48



LABORATORIJ
ZA
LOTRIČ[®]
MERO SLOVJE

Telefon: 04 / 51 70 700
info@lotric.si
www.lotric.si

OVERITVE

KALIBRACIJE

KONTROLE

PRODAJA

PERIODIČNI PREGLEDI

AKADEMIJA

DOBRA VAGA V NEBESA POMAGA

Členki za gradnjo humanoidnih robotov

1 Novi plastični členki

Podjetje Igus GmbH iz Kölna je pred kratkim predstavilo inovativne večosne zglobne za gradnjo humanoidnih robotov in za uporabo v avtomatizaciji (slika 1). Združili so svoje strokovno znanje na področju visokozmogljivih polimerov z inteligentno tehnologijo za nadzor in razvili module členkov, imenovane *roboLink*, ki jih odlikujeta preprostost in možnost gradnje robotov z veliko prostostnimi stopnjami ter možnostjo uporabe tudi na drugih področjih avtomatizacije. Cilj, ki so ga zasledovali pri razvoju, je bil, kolikor je mogoče znižati maso gibajočih se modulov. Prav zaradi tega so pogoni in krmilni moduli ločeni od gibalnega mehanizma in orodja (npr. prijemal, rok, priseskov itd.).

Bistveni del modula sistema so lahki zglobi iz triboplastike, ki ne potrebujejo vzdrževanja, ne rjavijo in imajo dve prostostni stopnji – lahko rotirajo in nihajo. Gnani so z električnim ali pnevmatičnim pogonom



Slika 1. Novi materiali za elastične robotske roke: izdelano iz steklenih vlaken (levo), aluminija (sredina) ali iz ogljikovih vlaken (desno), odvisno od namena uporabe. Notranji profil rame (sredina zgoraj) je bionični model, ki poveča navor prenosa za petkrat.



Slika 2. Humanoidni robot sledi gibom človeka

preko pogonskih jermenic. Zglobne je mogoče premikati tudi ročno.

Novost so tudi jermenice, ki prenašajo gibanje od pogona na členke. Izdelane so iz novih materialov, kot so ogljikova vlakna, steklena vlakna ali aluminij. Novi materiali zagotavljajo majhno obrabo in zmanjšanje mase posameznih osi. Igusovi lahki zglobi odpirajo nove možnosti za razvijalce robotov, ki bi radi dosegli magični cilj razmerja med obremenitvijo in maso 1:1 ali ga celo izboljšali.

Lahki večosni zglobi, ki ne potrebujejo mazanja, se lahko uporabljajo tudi pod vodo in v kemikalijah in se že testirajo pri 35 strankah. Od decembra Igus nudi prototipe v brezplačno testiranje. Poročila strank in razvojni proces so javno objavljeni na internetu: www.igus.eu/roboLink. Pri Igusu pravijo: »Povratne informacije strank potrjujejo, da je trg čakal na lahke plastične robotske zglobne z veliko funkcijskimi možnostmi.«

2 Možnosti uporabe

Možnosti uporabe so številne. Na sejmu v Hannoveru so predstavili humanoidni robot, pogosto imenovan elastična roka, ki ima vgrajene magnetne senzorje za merjenje kota položaja zglobov (slika 2), kar omo-

goča, da se robot lahko hitro in točno nauči gibanja, ne da bi ga bilo potrebno posebej programirati. Ni važno, v katerem položaju je trenutno članek, novemu položaju se lahko približa hitro in natančno.

Proizvajalec medicinske opreme je npr. uporabil večosne zglobne za razvoj nove, cenovno ugodne umetne roke.

Proizvajalec kamer za pregledovanje rezervoarjev za gorivo je zahteval zglobne *RoboLink*, ker ne vsebujejo kovin in so zelo primerni za uporabo v eksplozijsko nevarnem okolju. Korozijsko odporni moduli sistem členkov je idealen za gradnjo podvodnega robota za nastavitev anten. Nove primere »primitivno-odložni« razvijajo skupaj s sklepi na univerzitetnem oddelku za mehaniko. Razburljiv projekt s sistemom *RoboLink* je tudi zasnova sistema za nastavitev mikroskopske kamere v zobozdravstveni praksi. *RoboLink* se uporablja tudi za enostavno vodenje kamere in nadzor fotografij, posnetih iz ptičje perspektive (slika 3). Ker je pogon ločen od gibljivega členka, se fotoaparati vrtili nekaj metrov nad fotografom.

Elastičnost, majhna masa in možnost različnih pogonov ter prenosa gibanja na členke z jermenicami so resnična inovacija na področju cenovno ugodne robotike.

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

Reduktorji in olje

Kakovost in čistost olja sta za dobro mazanje in dolgo življenjsko dobo reduktorjev odločilnega pomena. Zato večina proizvajalcev reduktorjev priporoča menjavo olja najkasneje po treh letih oziroma po 20.000 urah obratovanja. Zaradi obremenitev, ki jih morajo prenašati olja, se v reduktorjih uporabljajo visokokakovostna olja s posebnimi aditivi, ki preprečujejo obrabo. Med obratovanjem pa se olja čistijo s filtri.

Stanje olja se ponavadi enkrat letno preverja z laboratorijsko analizo. Ker pa se med eno in drugo analizo olja lahko zgodi marsikaj, se vse pogostejše uporabljajo števci delcev v olju kot orodje za zgodnje svarilo pred preveliko obrabo in poškodbami zobnikov.



Slika 1. Poškodbe zobnikov reduktorja

Že precej pred tem, preden odpove ležaj ali se zlomi zobnik, se bližajoča nesreča najavi s povečanjem števila trdnih delcev v olju. Včasih takih delcev niti ne odkrijejo pri vsakoletnem preverjanju stanja, ker so se ti med tem že izločili v filtrih.



Slika 2. Vgraditev senzorjev MCS1000 (slika levo) v obvod olja skozi filter (slika desno – spodaj)

HYDAC je zato razvil nove tipe senzorjev, ki neprestano spremljajo onesnaženost olja s sledovi obrabe in tako omogočajo nov način spremljanja stanja reduktorja. Tako se lahko bližajoča se hujša okvara ugotovi prej kot z analizo vibracij reduktorjev.

V ta namen se uporablja nov induktivni senzor MCS1000, ki zaznava in razlikuje med feromagnetnimi in neferomagnetnimi delci, ki so večji od 200 μm . Veliko število teh delcev v glavnem toku olja pomeni, da je prišlo do odloma materiala, ki so ga zobniki zmleli v manjše koščke. To pa pomeni začetek poškodbe zobnika.

Skupaj z optičnim števcem delcev ContaminationSensor1000 (slika 2) in senzorjem vode v olju AquaSensor1000 je mogoče celovito spremljanje onesnaženosti olja z delci in vodo, tako se pri preseženju vrednosti hitro ukrepa in preprečijo izpadi in večja popravila.

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

IRT³⁰⁰⁰
inovacijarazvojt tehnologije

**NEPOGREŠLJIV VIR
INFORMACIJ ZA STROKO**

**VSATA DVA MESECA
NA VEČ KOT 140 STRANEH**

Vodnik skozi množico informacij

- kovinsko-predelovalna industrija
- proizvodnja in logistika
- obdelava nekovin
- napredne tehnologije

Uporaba platforme CompactRIO in okolja LabVIEW Real-Time za gradnjo nadzornega sistema za transformatorje

Uvod

Distribucijski transformatorji, ki so kritični sestavni deli elektroenergetskega distribucijskega sistema, so nameščeni na dovodih pod transformatorsko postajo. Odločili smo se, da bomo ustvarili sistem za reden daljinski nadzor transformatorjev, ker ročni nadzor ni gospodaren. Potreba po daljinskem nadzoru teh transformatorjev je obstajala že dolgo, vendar do zdaj nismo imeli uporabnega komunikacijskega medija in sistema za zajemanje podatkov. V zadnjih letih se je razširila tehnologija polj programirljivih vrat (FPGA), ki povečuje zanesljivost distribucijskega omrežja. Poleg običajnih tehničnih podatkov, kot sta tok in napetost, potrebujejo upravljavci za zanesljivo dobavo energije ter pomoč pri vsakodnevnem odločanju še druge informacije, na primer o temperaturi in količini olja v transformatorju.

V prispevku je nakazan razvoj nadzornega sistema za transformatorje (TMS) za zajem, obdelavo, analizo in sporočanje kritičnih parametrov v centraliziran podatkovni center za analizo ter vizualizacijo široko razpršenih distribucijskih transformatorjev v električnem omrežju. Reševanja omenjene problematike smo se lotili ob uporabi programske opreme NI LabVIEW in platforme CompactRIO s komunikacijskim vmesnikom GPRS za zbiranje podatkov iz oddaljenih distribucijskih transformatorjev in zagotavljanje grafične vizualizacije z uporabo zemljepisnega informacijskega sistema (GIS) ter spletno aplikacijo.

Opis sistema

Naš sistem TMS uporablja platformo CompactRIO, s komunikacijskim vmesnikom GPRS/CDMA za zbiranje podatkov iz oddaljenih transformatorjev za vsakodnevno uporabo, skupno uporabo, upravljanje podatkov v realnem času in na dolgi rok,



Slika 1. Uporabniški vmesnik

samodejno ustvarjanje poročil, obračunavanje energije in grafični prikaz transformatorja v sistemu GOS v centraliziranem podatkovnem centru.

Uporabniški vmesnik

Aplikacija podatkovnega centra je sestavljena iz interaktivnega uporabniškega vmesnika, razvitega v okolju LabVIEW (slika 1), ki omogoča prikaz podatkov v realnem času in zgodovinskih podatkov v različnih oblikah, ki so skladne z omrežno hierarhijo. Aplikacija lahko v trenutku pridobi podatke iz več enot CompactRIO v realnem času ali na osnovi urnika, odvisno od zahtev.

Informacijski sistem za upravljanje

Informacijski sistem za upravljanje (MIS) pomaga pri uvajanju novosti v distribucijska podjetja brez bistvenega prestrukturiranja in velikih naložb v čas in denar. Sistem MIS zagotavlja pomembne in točne informacije ob pravem času v obliki analitičnih grafičnih poročil, ki jih lahko uporabljate na različnih ravneh spreje-

manja odločitev v organizaciji, da so izpolnjene tako notranje kot zunanje zahteve.

Sistem za upravljanje izpadov

Sistem za upravljanje izpadov (OMS) vključuje vse poslovne postopke in podporne tehnologije, ki so povezane z izpadom dobave električne energije strankam. Upravljanje izpadov na splošno vključuje obveščanje o izpadih in splošnih težavah pri zagotavljanju storitev. Sistem OMS olajša razporejanje dela in izboljša kakovost storitve z dajanjem hitrih ter točnih informacij o vzdrževanju in izpadih. Sistem pošilja obvestila o vnaprej programiranih parametrih uporabnikom preko e-pošte, sporočil SMS in grafičnega uporabniškega vmesnika, zagotavlja pa tudi opozorila, na primer za preseganje zahtevane moči, neobičajne faktorje moči in nedovoljene posege.

Zemljepisni informacijski sistem (GIS)

Naš sistem GIS predstavlja omrežje in vizualizira sredstva energetskega



Slika 2. CompactRIO platforma uporabljena v nadzornem sistemu za transformatorje

sistema. Vsebuje posebne simbole, ki predstavljajo trenutno stanje električnega omrežja. Sistem je mogoče približati želenim točkam na zemljevidu in povečati ali pomanjšati posamezne točke. Zemljevidi samodejno spreminjajo ravni, tako da lahko uporabnik ureja različne ravni omrežja, kot so transformatorske postaje (66/33/11 kV), transformatorji/odseki (33/22/11 kV) in distribucijski transformatorji. Uporabniki lahko nato v sistemu GIS vidijo informacije o transformatorjih v realnem času, na primer električne parametre in količino ter temperaturo olja.

Sistem za upravljanje sredstev za transformatorje

Elektrodistribucijska podjetja imajo v električnem omrežju najrazličnejše transformatorje in opremo. Elektrodistributerjem je na voljo veliko podatkov, od katerih pa uporabljajo

mo le majhno količino in običajno ne potrebujemo veliko izmenjave podatkov z drugimi aplikacijami. Upravljanje sredstev podpira pridobivanje, uporabo in prenehanje uporabe sredstev, tako da jih izkoristimo v največji mogoči meri ter da s tem povezana tveganja in stroške upravljamo na ravni celotne življenjske dobe sistema. Uporabniku ponuja različne podatke o transformatorjih kot sredstvih.

Spletno objavlanje

Ustvarili smo spletno aplikacijo po meri za uporabnike, ki se povezujejo s sistemom preko spletnega strežnika LabVIEW. Uporabnik lahko dostopa do glavne aplikacije izključno po opravljeni uspešni prijavi, ki temelji na preverjanju pooblastil, overjanju in zaščiti dostopa. Različne ravni dostopa lahko dostopajo do podatkov v realnem času in do zgodovinskih

podatkov. Sistem beleži vse uspešne in neuspešne poskuse prijave. Aplikacijo lahko skladno s podeljenimi pravicami do dostopa uporablja več odjemalcev. Spletno objavlanje zagotavlja preprost, učinkovit in cenovno ugoden dostop do podatkov.

Zaključek

Sistem TMS je uporabniku prijazna zanesljiva rešitev, ki zagotavlja centraliziran nadzor in diagnostiko oddaljenih distribucijskih transformatorjev, razvit pa je na platformi CompactRIO (slika 2) in v okolju LabVIEW. Omogoča prepoznavanje področij z nizko zmogljivostjo in pomaga uporabnikom ukrepati, preden pride do prekinitve dobave energije, kar izboljša zanesljivost napajanja, poveča zadovoljstvo strank in podaljša življenjsko dobo opreme.

Več informacij: National Instruments, Instrumentacija, avtomatizacija in upravljanje procesov, d. o. o., Kosovelova ulica 15, 3000 Celje, Slovenija, tel.: +386 3 425 4200, faks: +386 3 425 4212, e-mail: ni.slovenia@ni.com, http://slovenia.ni.com

Jaswinder Singh, vodja projekta avtomatizacije energetskega sistema, NexGEN Consultancy Pvt. Ltd.

Ravinder Singh, Abhishek Gaur, Yashwant Shrimali, Himanshu Goyal, vsi NexGEN Consultancy Pvt. Ltd.



nadaljevanje s str. 479

7th FRNI PhD Symposium on Fluid Power

27.–30. 06. 2012
Reggio Emilia, Italia

Informacije:
e-pošta: fpni12@unimore.it
internet: www.fluidpower.unimore.it/FPNI2012/FPNI.html

Nova generacija ABB pozicionirno-vpenjalnih naprav za robotske sisteme

Novi ABB-jevi pozicionirniki so optimirani za manipulacijo orodij in zvarjencev pri varjenju, rezanju s plazmo, brušenju in v drugih primerih uporabe. Vse osi so popolnoma usklajene z gibanjem robotov tako v fazi programiranja kot tudi med samo obdelavo izdelkov.

Izbirati je mogoče med sedmimi različnimi modeli in izbiro popolnoma prilagoditi svojim zahtevam in primerom uporabe:

- IRBP A 250 – 750 kg
- IRBP B 250 – 750 kg
- IRBP C 500 – 1000 kg
- IRBP D 300 – 600 kg
- IRBP K 300 – 1000 kg
- IRBP R 300 – 1000 kg
- IRBP L 300 – 5000 kg



Več informacij o ABB-jevih pozicionirnikih in prikaz njihovega delovanja lahko najdete na:

- e-mail: info@si.abb.com
- www.abb.com
- www.youtube.com/user/ABBRobotics

Vir: ABB, d. o. o., Koprška ulica 92,
1000 Ljubljana, tel.; 01 2445 440,
fax: 01 2445 490, e-mail: info@si.abb.com, g. Karl Jerman

Power and productivity
for a better world™

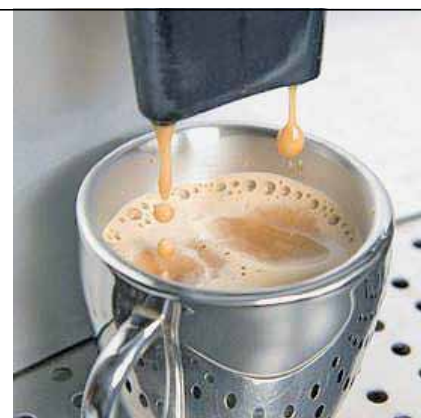


Nova serija elektromagnetnih ventilov Parker Liquipure®

Parker Liquipure® je najboljša rešitev za primere, ko je treba krmiliti tekočine. Serija novih elektromagnetnih ventilov zagotavlja varnejšo pripravo pijač, zahvaljujoč zgradbi iz neosvinčenih materialov in nerjavnega jekla, ki so v skladu z najstrožjimi standardi in predpisi, vključno z NSF.

Tipična primera uporabe ventilov Liquipure® sta vklop-izklop in nadzor vode, pregrete vode in pare znotraj aparata za kavo ali vodnega razprševala. Na voljo je v 2/2 ali 3/2 izvedbi z mehkim tesnjenjem FKM-FDA ali tesnjenjem ruby.

S svojo inovativno, elegantno in kompaktno obliko Liquipure® zagotavlja večjo zanesljivost, poenostavljen pa je tudi način vzdrževanja, saj ne vsebuje varjenih spojev. Ventil



je zamenljiv z obstoječim 32 x 32 mm pritrdilnim vmesnikom. Zahvaljujoč krmilniku iz nerjavnega jekla in posebnim tesnilom, ki jih je odobrila FDA, Liquipure® doseže zelo dolgo življenjsko dobo in je bolj odporen na agresivna sredstva.

Vir: Parker Hannifin Corporation,
Velika Bučna vas 7, 8000 Novo mesto,
tel.: 07 337 66 50, faks: 07 337 66 51,
e-mail: parker.slovenia@parker.com,
g. Miha Šteger

Senzorja pretoka SFAM-62 in SFAM-90

Festo tokrat predstavlja kompakten in učinkovit senzor pretoka z visoko dinamiko za pretoke od 10 do 1000 l/min ter za območje med 150 in 15000 l/min. Modularna senzorja toka SFM-62 in SFMA-90 sta primerena za samostojno vgradnjo ali v povezavi z enoto za pripravo zraka.

Osnovne značilnosti obeh senzorjev so:

- zanesljivost in udobnost,
- nastavljivost,
- fleksibilna vgradnja, enostavno kombiniranje,
- izmenična smer gibanje medija.

Senzorji SFMA dajejo informacijo o absolutni vrednosti pretoka, natančno in v širokem merilnem območju. Prikazovalnik z močnim kontrastom olajša udobno nastavitvev preklopnih vrednosti. PNP ali NPN? Vseeno. Oboje se nastavi na senzorju, kar zmanjša stroške zalog in prihrani

Tehnične značilnice senzorjev SFAM-62/SFAM-90

princip merjenja	termični princip anemometrije
način vgradnje	pokončen $\pm 5^\circ$
delovni medij	filtrirani zrak (40 μm), brez agresivnih plinov
priključki	natični vtikač M12
merilno območje	SFAM-62: 10 do 1000, 30 do 3000, 50 do 5000 l/min, možnost izbire SFAM-90: 50 do 5000, 100 do 10.000, 150 do 15.000 l/min, možnost izbire
izhodi	2 x PNP ali 2 x NPN
analogni izhod	0 ... 10 V, 4 ... 20 mA
natančnost	$\pm(3\% \text{ o. m. v} + 0,3\% \text{ FS})$
ponovljivost	0,8 % o. m. v
napajalna napetost	15 do 30 V
delovna temperatura	0 do 50 °C
zaščita	IP65
prikaz	LED-diode s 4,5-mestnim 7 segmentnim prikazovalnikom
odobritev	UL/CSA, C-Tick, Atex II 3GD
standardi	DIN 1343, ISO 2533, ISO 6358, izbirno



odločitve pri nabavi. Upoštevanji so standardi DIN 1343, ISO 2533 in ISO 6385. Smer toka skozi senzor je mogoče izbirati, medij lahko teče v levo ali desno skozi senzor. Ker je oblika kompaktna, je vgradni prostor lahko

omejen. Zaradi inovativnega načina pritrditev pri povezovanju z drugimi komponentami je čas za montažo minimalen.

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

VSE KAR MORATE

VEDETI O: TEHTANJU - 20.1.2012
DOLŽINI - 24.1.2012
TEMPERATURI, VLAGI - 26.1.2012
ZVOKU - 15.2.2012
PIPETIRANJU - 17.2.2012
TLAKU - 21.2.2012
SISTEMU VODENJA KAKOVOSTI - 23.2.2012



LOTRIČ

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



Dr. Schneider Messtechnik – več kot 60 let nemške kakovosti in točnosti

LOTRIČ laboratorij za meroslovje, d. o. o., je največji meroslovni laboratorij v Sloveniji, ki svojim odjemalcem ponuja celovite rešitve na področju meroslovja. Od leta 2006 sodeluje z družbo Dr. Heinrich Schneider Optotechnische Fabrik in kupcem v Sloveniji ponuja tudi široko paleto njihovih merilnih opreme.



Družbo Dr. Heinrich Schneider Optotechnische Fabrik je leta 1947 ustanovil Dr. Heinrich Schneider kot podjetje za proizvodnjo stekel za očala. V podjetju so pridobljeno znanje na področju optike in mehanike izkoristili za razvoj in izdelavo visoko kakovostnih optičnih merilnih naprav, ki so osnova za visoko natančne in točne merilne stroje in sisteme. Danes so uporabniki njihovih merilnih sistemov številna vodilna podjetja v avtomobilski (Porsche, BMW, Mercedes Benz, General Motors), letalski (Rolls Royce, EADS, Airbus, Avio), farmacevtski industriji in strojogradnji (General Electric, Siemens, Bosch). Uporabljajo jih tudi podjetja, povezana s Formulo 1 (Ferrari in BMW), ter vodilni svetovni kalibracijski laboratoriji. Podjetje izdeluje optične in

koordinatne merilne sisteme, profilne projektorje in sisteme za merjenje gredi in orodij. So dobitniki priznanj Top-Innovator leta 2009 in 2010, leta 2001 pa so prejeli prestižno nagrado Q1, ki jo podeljuje avtomobilski proizvajalec Ford. Podjetje ima certifikat za standard ISO9001.

Njihov tehnološki center je razstavni center in hkrati center za usposabljanje. Na tečajih, ki so prilagojeni posameznim uporabnikom, usposabljuje operaterje za učinkovito upravljanje z merilnimi stroji.

V tehnološkem centru v Bad Kreuzachu imajo razstavljene tudi vse merilne naprave iz svoje ponudbe.

Potencialni kupci se lahko sami pričajo o kakovosti njihovih izdelkov.

Programska oprema, ki jo vgrajujejo v merilno opremo, je trenutno edina na svetu, ki je popolnoma v skladu z direktivo FDA 21, CFR - part 11 (Code of Federal Regulation Title 21, Part 11 »Electronic Records, Electronic Signature«; Food and Drug Administration USA / GMP).

Poleg osebnega stika v tehnološkem centru omogočajo tudi »online« podpora (dokumentacija, programska oprema, spletna podpora, ugotavljanje in ocena stanja stroja, hitra in poceni posodobitev programske opreme, svetovanje pri problemih).



Slika 1. Multisenzorski stroj za merjenje gredi. Edini stroj na svetu ta hip ki omogoča hkratno optične in dotikalne meritve gredi.



Slika 2. Merilni projektor, izdelan po naročilu in zahtevah vodilnega vesoljskega in letalskega podjetja General Electric

Kadar njihove standardizirane rešitve ne ustrezajo zahtevam kupca, podjetje razvije namenske merilne sisteme. Tako so za vodilno letalsko in vesoljsko podjetje General Electric razvili 5 m x 5 m x 8 m velik CNC krmiljen 5-osni projektor, opremljen s skenirno sondo, za merjenje 500-kg turbine s premerom 1,4 m z veliko točnostjo (slika 2). Vodstvo podjetja General Electric je izrecno zahtevalo, da projekt izvedejo strokovnjaki podjetja Schneider. Do sedaj so razvijali specialne merilne sisteme še za podjetja Boeing, Fiat, Avio (slika 3) in Bosch.

V Nemčiji ima podjetje Schneider 80-odstotni tržni delež v letalski, avtomobilski in farmacevtski industriji in uživa velik ugled v vseh segmen-

tih industrije. Veliko strokovnjakov iz vodilnih svetovnih visokotehnoloških podjetij priporoča merilne stroje podjetja Schneider za najzahtevnejše meritve. Merilna oprema podjetja je povsod tam, kjer se zahtevajo najvišja točnost, zanesljivost in skladnost z najstrožjimi standardi. O kakovosti njihovih izdelkov veliko pove podatek, da tudi podjetje Carl Zeiss, ki ima prav tako več kot 100 let izkušenj na področju optike in proizvaja merilno tehniko, prodaja za najzahtevnejše meritve stroje Schneider in ne svojih.

Laboratorij LOTRIČ, ki je uradni zastopnik družbe Schneider v Sloveniji, nudi vsem kupcem, ki potrebujejo visoko zmogljive merilne stroje, posebno izvedbo ali le meritve svojih izdelkov, celovito podporo. Razen

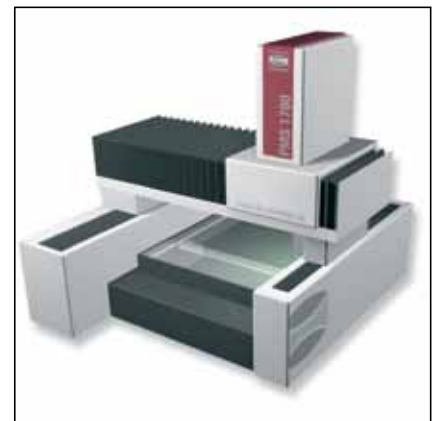
tega nudi celovite meroslovne rešitve, merjenje meril in vzorcev, izobraževanje, servis, vzdrževanje merilne opreme in različna izobraževanja na področju meroslovja.

Akreditaciji za področje kalibracijskega laboratorija (ISO17025) in kontrolnega organa (ISO17020) sta dokaz strokovno-tehnične usposobljenosti podjetja LOTRIČ za izvajanje tovrstnih postopkov in podlaga za pridobljeno imenovanje za izvajanje zakonskih overitev meril in pooblastila ministrstva za izvajanje periodičnih pregledov opreme pod tlakom. V sklopu Akademije pa ponuja različna izobraževanja, vse, kar morate vedeti o tehtanju, pipetiranju, tlaku, temperaturi in relativni vlagi, dolžini, sistemih vodenja kakovosti in merilni negotovosti.

<http://www.lotric.si>



Slika 3. Postavitev profila projektorja po naročilu podjetja Avio. Posebnost tega stroja je njegova vgradnja v betonske temelje za večjo točnost.



Slika 4. Koordinatni merilni sistem z zelo velikim merilnim območjem 1700 mm in neverjetno točnostjo 1µm

Uporaba okolja LabVIEW in PXI za zasnovo ter izvedbo preizkusnega sistema za prototip električnega krmilnega sistema za sprednje podvozje letala

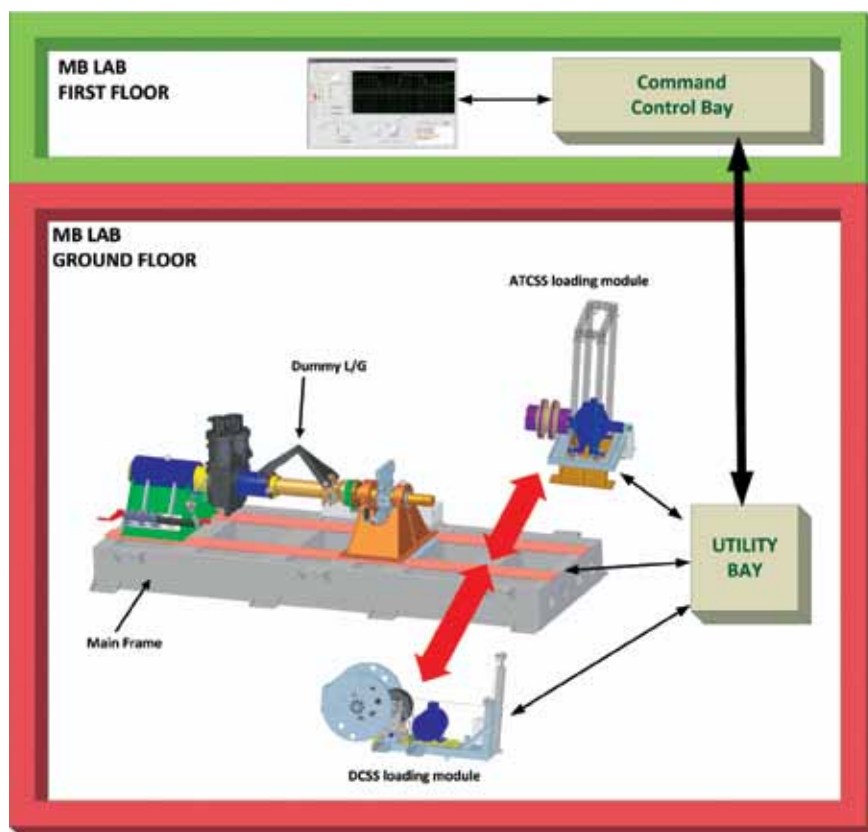
Bogdan IWIŃSKI, Rafał KAJKA

»S platformo PXI in programskim okoljem NI LabVIEW smo učinkovito razvili svoj preizkusni sistem za krmiljenje in merjenje. Konfiguracija strojne opreme pušča prostor za povezovanje več vhodnih signalov in za razširitev sistema z novimi merilnimi enotami. Zaradi modularne zasnove lahko aplikacijo razširimo z dodatnimi funkcijami. Poleg tega je ta postopek izvedbe izredno poenostavljen z vnaprej pripravljenimi funkcijami za analiziranje signalov v okolju LabVIEW.«

Uvod

Cilj mednarodnega projekta Razdeljeni in redundantni elektromehanski sistem za krmiljenje sprednjega podvozja letala (DRESS) je bil ustva-

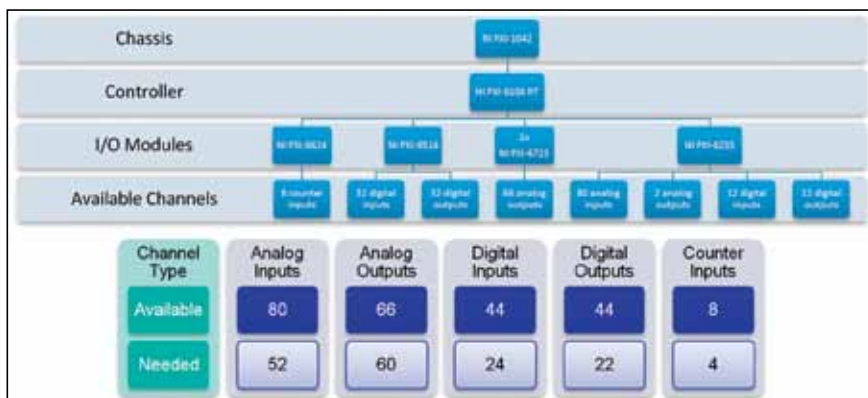
Bogdan Iwiński, Veritech Sp. z o.o. Ruda Slaska 41-706, Poland
Rafał Kajka, Institute of Aviation Landing Gear Department, 02-256 Warszawa, Poland



Arhitektura preizkusnega sistema – dve medsebojno izmenljivi konfiguraciji sistema obremenitve, ki ju krmili en računalniški sistem za krmiljenje in merjenje.

riti prototip električnega sistema za krmiljenje sprednjega podvozja letala. Znanstveniki oddelka za pristajalno opremo v Inštitutu za letalstvo

(IL) so zasnovali in izdelali prototip preizkusnega sistema električnega krmilnega sistema za simulacijo dejanskih pogojev. Preizkusni sistem so



Konfiguracija PXI industrijskega računalnika

zasnovali tako, da omogoča hitre in preproste spremembe konfiguracije zaradi prototipne narave preizkusnega sistema. Taka prožnost pri spremembah konfiguracije skoraj vedno zahteva spremembe pri preizkušanju krmilnega sistema in strojne opreme preizkusnega sistema.

Krmilni sistem preizkusnega sistema DRESS

Inženirji IL so zasnovali, razvili in izdelali preizkusni sistem DRESS. Pripravili so mehansko konstrukcijo in jo izdelali, skupaj z zahtevami za preizkusni krmilni sistem. Podjetje Veritech, National Instruments Alliance Partner, je razvilo krmilno programsko opremo za preizkusni sistem. Predpostavke za preizkusni program DRESS so zahtevale prilagodljivost preizkusnega sistema zaradi kvazistatičnih in dinamičnih obremenitev na kolesih sprednjega podvozja letala. Preizkusni sistem je moral opraviti široko paleto preizkusov. Določeni sta bili dve glavni konfiguraciji preizkusov: dinamični način simulira visokofrekvenčna nihanja, nizkofrekvenčni način z visokim navorom pa simulira predvsem talne manevre. Prvi je bil opredeljen kot podsistem za dinamično krmiljenje (DCSS), drugi pa kot podsistem za antagonistično krmiljenje navora (ATCSS). Sistem temelji na dveh različnih zahtevah za obremenitve, zato je bil zasnovan in izdelan z izmenljivimi konfiguracijami strojne in programske opreme (slika 1).

Za simulacijo pogojev med vožnjo letala po tleh z nizko hitrostjo je bila izdelana enota, ki jo je poganjal hi-

dravlični mehanizem (ATCSS). Tukaj se pojavljajo nizkofrekvenčne (do 4 Hz) obremenitve z visokim kotom (do 90°) in visokim navorom. Za simulacijo visokofrekvenčnih nihanj, ki se lahko pojavijo na sprednjem podvozju letala, je bila izdelana električno gnana enota (DCSS). Ta spravi kolesa sprednjega podvozja letala iz ravnotežja z dvema kolotoma, ki se namestita namesto prvotnih koles. Med dinamičnim preizkušanjem lahko kolesa dosežejo hitrosti do 4.000 vrtljajev na minuto z visokim navorom pri višji frekvenci, vendar z omejenim kotom zasuka (do 5°).

S to rešitvijo je bil ustvarjen preizkusni sistem, ki izpolnjuje zahteve in je dovolj majhen za ciljni laboratorij. V največji meri smo izkoristili edinstvene lastnosti merilne platforme PXI (na primer stroga sinhronizacija med merilnimi enotami v ohišju PXI) za pridobivanje zelo kakovostnih in medsebojno usklajenih nizov podatkov preizkusov.

Uporabili smo novo različico okolja LabVIEW, da smo ustvarili aplikacijo, ki razdeli svoje niti med dvema jedroma dvojedrnega procesorja, kar zagotavlja boljše stabilnost in izvedbo vseh nalog v predpisanem času. Aplikacija lahko zaznava tudi trenutno mehansko konfiguracijo preizkusnega sistema z uporabo ustreznih rešitev za identifikacijo. Glavni del naše aplikacije za krmiljenje in preizkušanje v največji meri izkorišča zmožnosti operacijskega sistema za izvajanje v realnem času, ki smo ga uporabili, da bi dosegli stabilnejšo aplikacijo, kar je zaradi varnosti in zanesljivosti ključnega pomena.

Poleg stabilnosti aplikacije, ki izboljša varnost sistema, smo bili soočeni tudi z izzivom zagotavljanja časovno usklajenih kakovostnih signalov za zunanje merilne sisteme, ki so jih izdelali drugi udeleženci projekta. Večnitna aplikacija in sinhronizacija v platformi PXI je omogočala dovažanje signalov z milisekundnimi zakasnitvami. Ustvarjeni so bili razširljivi signali, ki jih je neposredno meril preizkusni sistem. Prav tako smo ustvarili signale, ki izhajajo iz analize več merilnih vhodov, kar je zahtevalo pravilno optimizacijo in sinhronizacijo obdelave signalov, da bi dosegli pravilne lastnosti signalov v danih časovnih omejitvah.

Zaključek

S platformo PXI in programskim okoljem NI LabVIEW smo učinkovito razvili svoj preizkusni sistem za krmiljenje in merjenje. Konfiguracija strojne opreme pušča prostor za povezovanje več vhodnih signalov in za razširitev sistema z novimi merilnimi enotami. Zaradi modularne zasnove aplikacijo lahko razširimo z dodatnimi funkcijami. Poleg tega je ta postopek izvedbe izredno poenostavljen z vnaprej pripravljenimi funkcijami za analiziranje signalov v okolju LabVIEW.

National Instruments Alliance Partner je pravna oseba, neodvisna od družbe National Instruments, in z družbo National Instrument nista skupno podjetje oziroma v agencijskem ali partnerskem odnosu.

Vir informacij: National Instruments, d. o. o., Kosovelova ulica 15, SI-3000 Celje, Slovenija, tel.: +386 3 425 42 00, faks: +386 3 425 42 12, e-pošta: ni.slovenia@ni.com



Merilni laserski senzor OMRON ZX2

■ 1 Uvod

Novi laserski merilni senzor ZX2, ki ga predstavlja podjetje OMRON, je cenovno še ugodnejši, hkrati pa zagotavlja zanesljivo in stabilno merjenje kakor tudi enostavno nastavljanje (slika 1). Je zelo hiter in natančen. Za merjenje uporablja napreden slikovni senzor CMOS, ki je učinkovit tudi pri meritvah zahtevnih površin merjencev.

ZX2 se zelo hitro prilagodi površini, ki jo meri, in deluje zelo stabilno na različnih kovinskih, plastičnih in prozornih materialih. S pomočjo posebnega algoritma, ki nadzoruje Omronov slikovni senzor HSDR-CMOS (high speed and dynamic range), prilagaja moč laserskega žarka. V povezavi z linijskim laserskim žarkom je primeren in uspešen v primerih, kjer se zahteva visoka dinamika. Uporabnik ne potrebuje posebnega znanja, saj se optimalne nastavitve za stabilno merjenje izvedejo s pomočjo ene tipke z metodo »pametne nastavitve« (SMART).

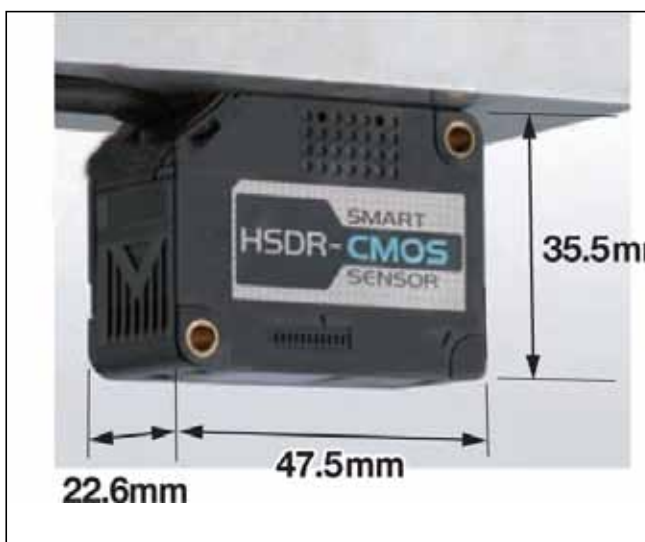
Na voljo so tri metode meritev, ki se vključijo s tipko SMART glede na površino in izdelke, ki jih je treba izmeriti. Posamezne metode se izberejo z različnim časom vključitve te tipke. Tako se pri držanju tipke za 1 sekundo izbere metoda za merjenje enotne površine, kjer se ne pričakuje, da bi se površina merjencev in merjenci spreminjali. Za merjenje različnih izdelkov oziroma merjencev operater izbere metodo z držanjem tipke za 3 sekunde ter z držanjem za 5 sekund, kadar se površina merjencev spreminja.

■ 2 Izvedbe

V ponudbi serije ZX2 so štiri različni tipi senzorskih glav za različne zahteve merjenja (merilno območje – 50 ± 10 mm z natančnostjo $1,5 \mu\text{m}$,



Slika 1. Senzor ZX2 z upravljalno enoto



Slika 2. Dimenzije senzorja in pritrditev ZX2

merilno območje – 100 ± 40 mm z natančnostjo $5 \mu\text{m}$; obe sta v izvedbi s točkovnim ali linijskim snopom). Vse so v okrovu z zaščito IP67 in ugodnim faktorjem temperaturne odvisnosti ($0,02 \%/^{\circ}\text{C}$ za celotno merilno območje). Senzorske glave so ožičene z robotskim kablom in tako primerne za montažo na gibljive dele. Dimenzije omogočajo lažjo montažo tam, kjer je prostor omejen (slika 2).

■ 3 Uporaba upravljalnika

Senzor ZX2 je povezan z upravljalno enoto, ki jo sestavljajo prikazovalnik, tipkovnica in ojačevalnik. Nastavitve senzorja se izbirajo s tipkami, vrednosti meritev in nastavitve pa se prikažejo na prikazovalniku z LED-diodami. Prikaz je zelo jasen, predvsem zaradi dobrega izpisa tekstovnih znakov, tako da operater dodatnih uporabni-



Slika 3. Upravljalna enota ZX2

ških navodil praktično ne potrebuje (slika 3). Ojačevalnik je opremljen s štirimi funkcijskimi bankami – moduli. Izbira metod merjenja je enostavna s preklapljanjem med posameznimi funkcijskimi bankami.

4 Primeri uporabe

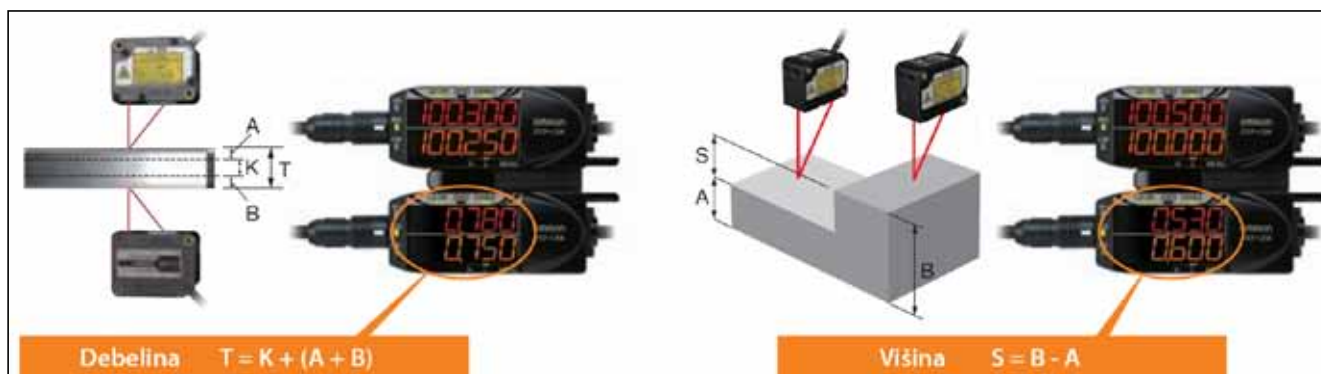
Algoritem za prilagajanje moči žarka in napredni slikovni senzor HSDR-CMOS omogočata stabilno merjenje tudi pri hitrem premikanju merjencev na transportnih linijah (slika 5a).

Odzivni čas sensorja je 60 μ s in je odvisen od števila meritev, ki se izberejo za povprečenje.

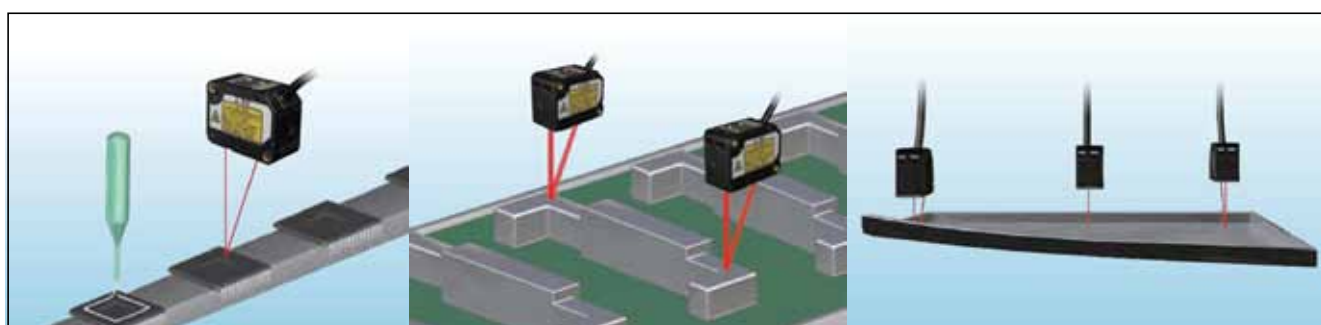
Različne višine obdelovancev je mogoče izmeriti z uporabo dveh sen-

ohljanja materiala, z mikrometrsko natančnostjo. Temperatura merjencev ima zanemarljiv vpliv na meritve (0,02 %/°C za celotno merilno območje). Senzorska glava lahko deluje v temperaturnem območju od 0 do 50 °C. S senzorjem ZX2 je mogoče, na primer, predvsem zaradi njegove odzivnosti in ozkega snopa žarka, zelo natančno določiti položaj premikajoče se robotske roke. Tako so tudi, kljub različnim barvam merjencev (recimo tiskanin), meritve stabilne in je odstopanje višine mogoče zaznati z mikrometrsko natančnostjo. Nadalje je mogoče izmeriti debeline merjencev, pri tem se za meritev uporabita dva senzorja ZX2 in računska enota ZX2-CAL.

Primeri kažejo široke možnosti in enostavnost uporabe senzorjev ZX2 v industriji.



Slika 4. Merjenje debeline in višine s pomočjo računske enote



Slika 5. Primeri uporabe, a – merjenje premikajočih se integriranih vezij na liniji, b – preverjanje razlike v višini, c – zaznavanje ukrivljenosti

Za preračunavanje rezultatov meritev je kot opcija tudi računska enota ZX2-CAL, ki omogoča seštevanje (z možnostjo upoštevanja konstante) in odštevanje meritev dveh senzorjev (slika 4). Končni rezultat se izpiše na prikazovalniku. Enota močno poveča funkcionalnost pri uporabi dveh merilnih senzorjev ZX2.

zorjev računske enote. Tudi če se površina odlitkov razlikuje, to ne vpliva na stabilnost oz. točnost merilnega rezultata (slika 5 b).

Z uporabo več senzorjev in merjenja v različnih točkah je moč zaznavati ukrivljenost površine, ki lahko nastane zaradi neenakomernega segrevanja oz.

Vir: MIEL Elektronika, d.o.o., Efenkova cesta 61, 3320 Velenje, tel.: +386 3 898 57 50 (58), fax: +386 3 898 57 60, internet: www.miel.si, e-pošta: ambroz.podkoritnik@miel.si

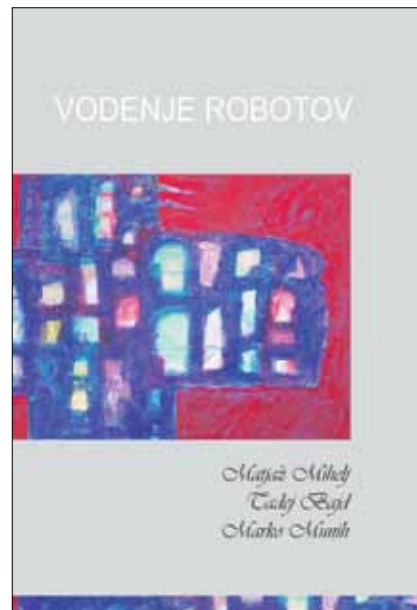
Dva nova robotska učbenika

Lani je VENTIL že poročal o izdaji knjige **ROBOTICS** avtorjev Tadeja Bajda, Matjaža Mihlja, Jadrana Lenarčiča, Aleša Stanovnika in Marka Munih pri založbi Springer. Avtorji delujejo na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani in na Institutu Jožef Stefan. Že to, da se je tako ugledna in uveljavljena mednarodna založba odločila za izdajo knjige slovenskih avtorjev na področju robotike, je bilo lepo priznanje in znak za kvaliteto dela. Učbenik preprosto in učinkovito razlaga zapletene interdisciplinarne značilnosti različnih področij delovanja in vodenja robotov. Na koncu knjige je kratak angleško-nemško-francoski slovarček robotskih izrazov. Ob izdaji knjige **ROBOTICS** je verjetno malokdo pričakoval, da bodo knjiga in njeni avtorji deležni še posebne pohvale.

V Združenih državah Amerike izhaja knjižnična revija **CHOICE**, ki vsako leto objavi izbor najboljših in prestižnih akademskih publikacij, natisnjenih ali izdanih v elektronski obliki. Za leto 2010 je revija objavila seznam 668 najboljših akademskih publikacij na 54 področjih. Izmed številnih izdaj založbe Springer v letu 2010 je samo sedem naslovov knjig, med njimi **ROBOTICS**, uvrščenih na seznam najboljših del revije **CHOICE**. Založba Springer je ponosna in se z dosežkom hvali na številnih spletnih straneh. Povejmo, da je na področju celotne tehnike uvrščenih na seznam osem prestižnih knjig, večinoma povezanih z uporabo energijskih virov. Takšna uvrstitev je tudi pomembno priznanje za založbo. V ta izbor se lahko uvrstijo vsa v angleškem jeziku izdana dela na svetu. Seznam odlikovanih akademskih publikacij je rezultat kritične ocene del, kjer je v ospredju odličnost podajanja snovi, pomen glede na druga sorodna dela, originalnost, pomen za študente, pedagoška in didaktična odličnost

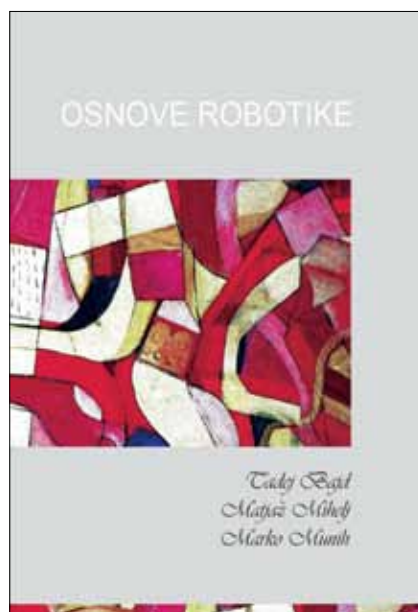
in prispevanje k dvigovanju kvalitete knjižničnih gradiv. Z izborom in uvrstitvijo neke publikacije na seznam odlikovanih del daje revija **CHOICE** priznanje, javno zahvalo in nagrajuje avtorje dela in založbo za njihove pomembne prispevke. Uvrstitev knjige na listo najboljših del revije **CHOICE** pomeni visoko mednarodno priznanje za to delo in avtorje tako na akademskem kot raziskovalnem področju. To je dodatno nepričakovano priznanje slovenski robotiki, visoki kvaliteti poučevanja in raziskovanja. Povedano dokazuje, da so avtorji knjige **ROBOTICS** dosegli zavidanja vredne in prestižne mednarodni uspeh.

Študentom pa je na voljo tudi več sodobnih slovenskih učbenikov. Študentom druge bolonjske stopnje in doktorskim študentom sta namenjena učbenika **Robotski mehanizmi** (J. Lenarčič, T. Bajd; 2003 in 2009) in **Haptični roboti** (M. Mihelj; 2007). S preprostim obravnavanjem sicer zahtevnega področja robotike se odlikuje učbenik, namenjen predvsem študentom visokošolskega strokovnega študija **Robotika** (T. Bajd, M. Mihelj, J. Lenarčič, A. Stanovnik, M. Munih). V poletnih dneh sta na Fakulteti za elektrotehniko, Univerze v Ljubljani izšla še dva nova robotska učbenika, namenjena študentom prve in druge bolonjske stopnje univerzitetnega



študija. To sta učbenika **Osnove robotike** (T. Bajd, M. Mihelj, M. Munih; 2011) in **Vodenje robotov** (M. Mihelj, T. Bajd, M. Munih; 2011). Oba zadnja učbenika podajata teoretične osnove inteligentnih gibajočih se sistemov. Značilnost vseh človeku podobnih robotskih mehanizmov je serijska veriga segmentov in sklepov, ki je podobna zgradbi človekove roke, kjer ramenski, komolčni in zapestni sklep povezujejo segmente trupa, nadlahti, podlahti in dlani. Prav z opisovanjem gibanja in vodenja takšnih serijskih verig se ukvarjata oba najnovejša učbenika. Vseh pet slovenskih robotskih knjig je s svojimi originalnimi slikami opremil član Društva slovenskih likovnih umetnikov in robotik prof. dr. Jadran Lenarčič.

Akademik Alojz Kraj
Fakulteta za elektrotehniko
Univerza v Ljubljani



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

Knjižne novosti

John F. O'Connell and George Williams: AIR TRANSPORT IN THE 21st CENTURY, ZRAČNI PREVOZ V 21. STOLETJU, ASGHATE, 2011, 457 strani

Skoraj 10.000 knjižnih novosti se je po Frankfurtu predstavilo tudi v Konzorciju MK v Ljubljani. 25. prodajna razstava knjig Frankfurt po Frankfurtu je bila na ogled od 14. do 19. septembra 2011. Med novimi knjižnimi naslovi je bilo precej knjig s področja letalstva, kamor sodi tudi knjiga J. F. O'Connella in G. Williama Zračni prevoz v 21. stoletju, ki opisuje ključne prioritete letalstva v 21. stoletju.

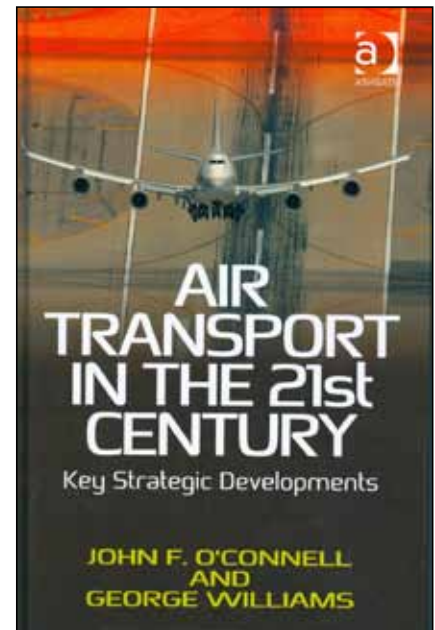
Knjiga je razdeljena v dva dela: praktični del, ki predstavlja stališča letalskih družb, proizvajalcev letalskih motorjev, letališč, organizacij za varnost letalskega prevoza, podjetij za proizvodnjo navigacijskih naprav in tehnoloških inovacij. Drugi del vsebuje prispevke 18 akademikov, ki so strokovnjaki na posameznih področjih letalstva. Knjigi je dodan tudi slovarček izrazov, ki se najpogosteje uporabljajo v zračnem prevozu.

Zračni prevoz je hrbtenica ekonomskega razvoja, saj združuje ali povezuje globalni trg. V letu 2010 je z letali potovalo dve milijardi ljudi! Prvi del knjige predstavlja turbulentno naravo letalske industrije, temu pa sledi prikaz težav, s katerimi se srečujejo ameriški letalski prevozniki. Presenetljivo, da temu poglavju takoj sledi razlaga neverjetnega uspeha

evropskih nizkocenovnih prevoznikov, v četrtem poglavju pa se bralec sreča z naporimi letalskih prevoznikov, ki žele konkurirati Ryanairu. Sledi razprava o dodatnih zaslužkih letalskih družb in problematika zavezništva letalskih družb (Star Alliances in podobno). Bodočnosti evropskih čarterskih povezav je namenjeno sedmo poglavje. Osmo poglavje išče povezave med turizmom in zračnim prevozom. Analiza ekonomičnosti 7. svobode je tema devetega poglavja. Razvoj letalske industrije je materija 10. poglavja, v 11. poglavju pa se srečamo s ključnimi vprašanji letalske industrije in njenega razvoja. Nadaljnja poglavja se ukvarjajo z okoljskimi problemi letalske industrije, razvojem letalskih motorjev, upravljanjem z letalsko varnostjo. Prvi del zaključuje prispevek o sodelovanju na področju letalske navigacije.

Drugi del knjige se dotakne vprašanj, ki smo jih spoznali v prvem delu, z akademskega stališča. Ta del je tudi obširnejši in vsebuje 18 poglavij glede na 15 poglavij prvega dela. Tako 16. poglavje predstavi zadnje novosti informacijske tehnologije, 17. poglavje prinaša varnostne vidike, povezane s civilnim letalstvom v Združenih državah Amerike, 18. poglavje pa zaključuje knjigo s poglobljeno analizo najbolj donosnih letalskih družb.

Prepričan sem, da bi morali knjigo vzeti v roke najprej managerji letalskih družb. Študentje letalskih



predmetov bodo v njej našli veliko novosti in praktičnih spoznanj. Branje knjige pa gotovo ne bo škodilo ekonomistom, ki se ukvarjajo z letalsko industrijo.

Odgovor na to, kakšno bo civilno letalstvo 21. stoletja, ni enovit. Avtorja nista niti poskusila odgovoriti na to vprašanje. Zato pa z njo bralca popeljeta na zanimivo potovanje skozi nekatere najpomembnejših strateških izzivov, s katerimi se srečuje današnja letalska industrija.¹

*Mag. Aleksander Čičerov, univ. dipl. prav.
Višji predavatelj letalskega prava in
predpisov*

¹ Avtor se s tem prispevkom poslavlja od predavanj o Mednarodnem letalskem pravu in predpisih, ki jih je na Fakulteti za strojništvo izvajal od leta 2007. Ob tej priložnosti bi se rad zahvalil vsem, ki so mi v teh letih stali ob strani in me spodbujali; dr. Francu Koselu, predstojniku Katedre za mehaniko in predstojniku Oddelka za letalstvo, dr. Tadeju Koselu, izrednemu profesorju in vodji Laboratorija za aeronavtiko, Slavici Fabjančič, tajnici Katedre za mehaniko in Oddelka za letalstvo, Andreji Cigale, strokovni sodelavki v Študentskem referatu, dr. Jožetu Stropniku, višjem predavatelju, vsem mojim študentom in med njimi še posebej tistim, ki so si teme iz predmeta Letalsko pravo in predpisi izbrali za svoje diplomske naloge. Rad bi se na koncu zahvalil še vodstvu Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani, ki mi je omogočilo izdati prvo knjigo v slovenščini o Mednarodnem letalskem pravu in posodobljen prevod Konvencije o mednarodnem letalskem pravu. Uredništvu revije Ventil pa gre vsa zahvala za povabilo k sodelovanju, ki smo ga v teh petih letih gojili v obojestransko zadovoljstvo.

Mojstri učinkovitosti energije, opreme in trajnosti

16 ENERGETIKA

Energetika, varčna izraba energije in energetski viri

15 TEROTECH-VZDRŽEVANJE

Vzdrževanje, čiščenje in obnova zgradb

9 EKO

Ekologija in varovanje okolja

5 VARJENJE IN REZANJE

Tehnologija, oprema in materiali

S E J M I za strokovnjake in domače mojstre,
za novosti in inovacije,
za energetsko varčnost in okoljsko odgovornost,
za trajnostni razvoj!

Celjski sejem

15.–18. maj 2012

Sejemski statistika (v letu 2010):

več kot 800 razstavljalcev iz vseh celin

več kot 21.000 obiskovalcev iz držav JV Balkana in držav EU

več kot 50 aktualnih razprav, svetovanj in tekmovanj



Masters of Energy Efficiency, Sustainability and Equipment

16 ENERGETICS

Energetics, Energy Efficiency & Energy Sources

15 TEROTECH-MAINTENANCE

Maintenance, Cleaning & Building Refurbishment

9 ECO

Ecology & Environment Protection

5 WELDING AND CUTTING

Technology, Equipment and Materials

F A I R S For experts, professionals and industry masters
For new trends and innovations
For energy efficiency, environment protection and sustainable development

2010 Statistics:

Over 800 exhibitors from all continents

Over 21,000 visitors from the Southeast Europe, Balkans and EU

Over 50 burning issues, speeches and consultations

Slovenia

Celje
Showground

15–18 May
2012



*Želimo vam vesele božične praznike
in uspešno novo leto 2012.*

*We wish you a Merry Christmas
and a Happy New Year 2012.*

ventil

Zanimivosti na spletnih straneh

[1] Fluidna tehnika postaja socialno zanimiva – www.hydraulicspneumatics.com – Če težko čakate na naslednjo izdajo revije *Hydraulics & Pneumatics* imate tukaj na voljo njene spletne strani *Facebook*, *LinkedIn* in *Twitter* z najnovejšimi razpravami urednikov in avtorjev. Ta omrežja niso samo vir najnovejših informacij ampak omogočajo tudi vam, da sodelujete pri širjenju pomena fluidne tehnike. Tako se lahko tudi vi vključite v lahkotne razprave, tudi s slikami in preglednicami na neformalni način.



Oglaševalci

BUTAN PLIN, d.d., Ljubljana	499
CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	546
DOMEL, d. d., Železniki	525
FESTO, d. o. o., Trzin	467, 550
HYDAC, d. o. o., Maribor	548
HYPEX, d. o. o., Lesce	515
ICM, d.o.o., Celje	485
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.) NORGRN, Lesce	467
JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	495
KLADIVAR, d. d., Žiri	468
LOTRIČ, d. o. o., Selca	467, 531
MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	467
MAPRO, d.o.o., Žiri	467, 549
MOTOMAN ROBOTEC, d. o. o., Ribnica	470
NATIONAL INSTRUMENTS, d. o. o., Celje	491
OLMA, d. d., Ljubljana	467, 521
OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o, Trzin	467, 529
PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	467
PIRNAR & SAVŠEK inženirski biro. d. o. o., Trbovlje	467
PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	493
PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	522, 533
SICK, d. o. o., Ljubljana	467
TEHNOLOŠKI PARK Ljubljana	493
TRC, Ljudmila Ličen s.p., Kranj	467, 487
UL, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana	497, 507





ZAGOTAVLJAMO POPOLNO GIBANJE



Hidravlični cilindri: MD18ME 300/220x3200-350 bar

Naše poslanstvo je zagotavljati popolno in zanesljivo gibanje hidravličnih naprav.

Podjetje Mapro d. o. o., proizvaja in prodaja hidravlične cilindre, kromirane batnice/palice, cevi, tesnila in druge sestavne dele za proizvodnjo hidravličnih cilindrov. Paleta izdelkov obsega od preprostejših izvedb do najbolj zahtevnih visokotehnoloških cilindrov in hidravličnih komponent. Izdelke odlikuje vrhunski dizajn, visoka stopnja varnosti in 100 % testiranje. Po zaslugi najsodobnejše opreme lahko v najkrajšem možnem času izdelamo izdelke v skladu z najbolj zahtevnimi željami naročnikov.

Kataloge izdelkov dobite na spletu www.mapro.si, lahko pa vam jih pošljemo tudi po pošti.

Vsem poslovnim partnerjem želimo prijetne praznike
in uspešno leto 2012.



MAPRO
HYDRAULIC MOVEMENT

MAPRO d.o.o., Industrijska ulica 12, 4226 Žiri, Slovenija, T ▶ +386 4 510 50 90, F ▶ +386 4 510 50 91, E ▶ info@mapro.si, I ▶ www.mapro.si



FESTO

Zveni genialno

Sposobnost: Prvovrstna

Razpoznavnost: Majhna

Skriti šampion prepriča z najvišjo učinkovitostjo

To je Festo CPX – integrirana avtomatizacija za 21. stoletje.

Več na: www.festo.si



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