



OPL

FESTO

Merimo
LOTRIČ
za prihodnost

HYDAC

Parker

NORGREN

SICK

Sensor Intelligence.

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

SPIRING
www.spiring.si

- Jubilej
- Ventil na obisku
- Sistem za vodenje letala
- Polavtonomna mobilna senzorska omrežja
- Trk človeka z robotom
- Dinamika svetovne industrije maziv
- Iz prakse za prakso
- Podjetja predstavljajo



industrijska olja in maziva

Proizvodni program:

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



OLMA
www.olma.si
SINCE 1947

Hidravlične sestavine

Hidravlični sistemi

Storitve

Potni, tlačni in tokovni ventili
za odprte tokokroge



Zavorni in menjalni ventili
za zaprte tokokroge



Posebni ventili in bloki



Hidravlične naprave



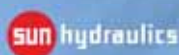
Motorji in črpalke



Elektronske sestavine



Program
Zastopstev



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

Kladivar, tovarna elementov za fluidno tehniko Žiri, d.o.o., Industrijska ulica 2 - SI - 4226 ŽIRI, SLOVENIJA

Tel.: +386 (0)4 51 59 100 - Fax: +386 (0)4 51 59 122 - info-slovenia@poclain-hydraulics.com - A Poclain Hydraulics Group Company

Impresum	4	■ JUBILEJ	
Beseda uredništva	4	Petnajst let izhajanja revije VENTIL, glasila za fluidno tehniko, avtomatizacijo in mehatroniko – 1. del	6
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	8	■ VENTIL NA OBISKU	
■ NOVICE	17	ULBRICH HIDROAVTOMATIKA, d. o. o.	30
■ ZANIMIVOSTI	20	■ ROBOTIKA	
■ ALI STE VEDELI	76	Peter URŠIČ, Borut POVŠE, Borut ZUPANČIČ, Tadej BAJD: Modelling the human-robot impact	34
Seznam oglaševalcev	88	■ NADZORNO VODENJE	
Znanstvene in strokovne prireditve	23	Florin MOLDOVEANU, Dan FLOROIAN, Dan PUIU: Supervisory Control of Semiautonomous Mobile Sensor Networks: A Petri Net Design Approach	46

Naslovna stran:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Florin MOLDOVEANU, Dan FLOROIAN, Dan PUIU: Supervisory Control of Semiautonomous Mobile Sensor Networks: A Petri Net Design Approach

■ AVTOMATSKO VODENJE

Gregor DOLANC, Satja LUMBAR, Stanko STRMČNIK, Darko VREČKO, Drago MATKO: Sistem za vodenje letala na osnovi prediktivne regulacije in kratkoročnih trajektorij

■ FLUIDNA TEHNIKA – MAZIVA

Lutz LINDEMANN, Apu GOSALIA: Dinamika svetovne industrije maziv – vpliv tehnoloških sprememb na tržne trende, regije in skupine izdelkov

■ TRIBOLOGIJA

Milan KAMBIČ: 17. mednarodni kolokvij – Solving Friction and Wear Problems (Reševanje problemov trenja in obrabe)

■ IZ PRAKSE ZA PRAKSO

Martin KODRIČ: Kombiniran hidravlični zavorni sistem

■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Tehnologija brezkontaktnih senzorjev vrtenja za množične aplikacije, 2. del (ADEPT PLUS) 78
Hidravlične rešitve za rudarsko industrijo (HIDEX) 79

■ NOVOSTI NA TRGU

Varna in učinkovita mobilna dvigalka Enerpac POW'R-RISER® (ENERPAC) 80
Laserska tehnologija za zaščito batnic hidravličnih valjev (INOMETAL) 81
Visokofrekvenčni potni ventili za pnevmatiko (INOTEH) 81
Bliskovito industrijsko tiskanje etiket (LEOSS) 82
Majhna inkrementalna dajalnika položaja DDS36 in DDS50 (SICK) 83
Novi izdelki podjetja HBM za hitro zbiranje podatkov (TRC) 84

■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO

HIDEX – zagon laboratorija za analizo industrijskih olj 85

■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA

Nove knjige 87
125 let priporočil in standardov ASME 87

■ PROGRAMSKA OPREMA – SPLETNE STRANI

Zanimivosti na spletnih straneh 88





Très chic: Designerski agregat.

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

Solutions for a World under Pressure

HAWE
HYDRAULIK

© Ventil 16(2010)1. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.
© Ventil 16(2010)1. Printed in Slovenia. All rights reserved.

Impresum

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

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

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

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

Letnik	16	Volume
Letnica	2010	Year
Številka	1	Number

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

Ustanovitelj:
SDFT in GZS – ZKI-FT

Izdajatelj:
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Glavni in odgovorni urednik:
prof. dr. Janez TUŠEK

Pomočnik urednika:
mag. Anton TUŠEK

Tehnični urednik:
Roman PUTRIH

Znanstveno-strokovni svet:
izr. prof. dr. Maja ATANASIJEVIČ-KUNC, FE Ljubljana
izr. prof. dr. Ivan BAJSIČ, FS Ljubljana
doc. dr. Andrej BOMBAC, FS Ljubljana
izr. prof. dr. Peter BUTALA, FS Ljubljana
prof. dr. Alexander CZINKI, Fachhochschule Aschaffenburg, ZR Nemčija
doc. dr. Edvard DETIČEK, FS Maribor
izr. prof. dr. Janez DIACI, FS Ljubljana
prof. dr. Jože DUHOVNIK, FS Ljubljana
doc. dr. Niko HERAKOVIČ, FS Ljubljana
mag. Franc JEROMEN, GZS – ZKI-FT
izr. prof. dr. Roman KAMNIK, FE Ljubljana
prof. dr. Peter KOPACEK, TU Dunaj, Avstrija
mag. Milan KOPAC, KLADIVAR Žiri
doc. dr. Darko LOVREC, FS Maribor
izr. prof. dr. Santiago T. PUENTE MÉNDEZ, University of Alicante, Španija
prof. dr. Hubertus MURRENHOFF, RWTH Aachen, ZR Nemčija
prof. dr. Takayoshi MUTO, Gifu University, Japonska
prof. dr. 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
izr. prof. dr. Alojz SLUGA, FS Ljubljana
prof. dr. Brane SIROK, FS Ljubljana
prof. dr. Janez TUŠEK, FS Ljubljana
prof. dr. Hironao YAMADA, Gifu University, Japonska

Oblikovanje naslovnice:
Miloš NAROBÉ

Oblikovanje oglasov:
Narobe Studio

Lektoriranje:
Marjeta HUMAR

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

Tisk:
Eurograf d.o.o., Velenje

Marketing in distribucija:
Roman PUTRIH

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

Naklada:
2 000 izvodov

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

Revijo sofinancira Javna agencija za knjigo Republike Slovenije (JAKRS)

Revija Ventil je indeksirana v podatkovni bazi INSPEC.

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

Vpis v višje, visoke in univerzitetne študijske programe

Za dijake srednjih šol se zelo hitro bliža čas odločitve za vpis v višje, visokošolske in univerzitetne študijske programe. Od odgovornih politikov za visoko šolstvo pa nobenih nasvetov, sugestij ali priporočil srednješolskim dijakom pri izbiri študija. Ali naj se mladi res sami odločajo pri izbiri študija? Kdo je pravzaprav zadolžen za pravilno odločitev dijakov pri izbiri poklicne kariere? Poleg njih samih, šolskih svetovalcev in njihovih staršev bi moral pri tej odločitvi zelo zavzeto, aktivno in angažirano sodelovati minister za visokošolsko izobraževanje. Odločitev dijakov za študij po srednji šoli je nacionalnega pomena za vsako državo. Ti, v tem trenutku še dijaki, bodoči študentje in po petih letih mladi strokovnjaki lahko vodijo državo v pravo smer, v razvoj novih produktov, novih podjetij in novih blagovnih znamk ali pa bodo državo le izkoriščali kot neproduktivni, nepomembni in pogostokrat nepotrebni državni uslužbenci. Treba se je zavedati, da so današnji srednješolci po maturi mnogo manj »zreli« in mnogo manj odločni, kot so bili njihovi vrstniki pred desetletji. Kdor ima le malo opravka s srednješolsko mladino, lahko zelo hitro ugotovi, da so pri izbiri študija po eni strani zelo neodločeni, po drugi strani pa imajo veliko talentov in kar nekaj zanimanj za opravljanje poklica. Zakaj tej nadebudni mladini ne pomagajo država oziroma ljudje, ki so prav za svetovanje mladim plačani. Zakaj pravzaprav imamo ministra in celotno armado državnih uslužbencev, ki delajo na področju izobraževanja? V celotni zgodovini nove države Slovenije je bil edino dr. Zupan, takratni minister za visoko šolstvo, ki je v letih 2005 in 2006 svetoval mladim srednješolcem, kako naj se srednješolski dijaki odločajo, katera smer študija je perspektivna in kateri poklic jim zagotavlja službo in tudi zadovoljstvo ter osebno srečo. Minister bi moral biti prvi v državi, ki bi vedel, kakšen izobraženi kader bomo potrebovali po petih ali celo več letih? Ali danes res ne vemo, koliko zdravnikov bomo potrebovali čez pet ali sedem let, koliko učiteljev razrednega pouka ali diplomatov upravnih šol za državno upravo? Naši ministri za visoko šolstvo so se vsa zadnja leta ali pa celo desetletja sprenevedali oziroma lahko celo zapišemo, da so zelo slabo opravljali svoje poslanstvo. Zakaj danes manjka zdravnikov, zobozdravnikov, inženirjev skoraj vseh tehničnih področij? Zakaj diplomanti družboslovnih, ekonomskih, pravnih in raznih menedžerskih usmeritev ne dobijo službe? Kdo je za to kriv? Ob soočanju s krizo je najpomembnejše vprašanje, kdo lahko odpravi recesijo in reši gospodarsko krizo v Sloveniji. Prav gotovo to ne bodo diplomanti družboslovnih ved, ki že kar nekaj let ne dobivajo primernih zaposlitev, saj nimajo primernih znanj, s katerimi bi lahko ustvarjali nove inovativne izdelke in nove inovativne storitve. Zakaj se minister za visoko šolstvo javno ne opredeli in javno pove, kaj pomeni pravilna izbira študija? Če želimo v Sloveniji razvijati lastne produkte z visoko dodano vrednostjo, moramo izobraziti ljudi na celotnem naravoslovnem in tehničnem področju. V tem trenutku imamo še kar nekaj svojih blagovnih znamk. Če pa država s pravilnim usmerjanjem pri izobraževanju ne bo pomagala, bodo tudi te izginile. Na primer: na Naravoslovnotehniški fakulteti imamo poseben oddelek za študij tekstilne tehnologije in tekstilnih ved. Kakšno vlogo bi morali predavatelji in raziskovalci na tem oddelku odigrati, da bi slovenska tekstilna industrija obstala, se razvijala in produktivno ustvarjala? Ali je za propad tekstilne industrije kriva tudi omenjena ustanova? Zakaj, na primer, uspeva farmacevtska industrija? Tudi na področju strojništva je slovenska industrija v relativno dobri kondiciji. Tudi to je zasluga slovenske strojniške inteligence. Pa pogledjmo v zgodovino, katere fakultete so pred več desetletji veljale za najkakovostnejše. Med te vsekakor lahko uvrstimo fakulteto za kemijo, fiziko in strojništvo. Lahko celo zapišemo, da to velja še danes. Ali se to ne odraža tudi v slovenski industriji? Iz povedanega sledi, da bi bilo nujno, da začnejo naši politiki misliti na prihodnost tudi tako, da usmerjajo mladino v takšno izobraževanje, ki jim bo v prihodnosti zagotovilo službo, ki bo ustvarjalna in produktivna za vse državljane, ki bo zagotavljala dohodek tudi državi. Zavedati se moramo, da številni študijski programi izobražujejo mlade ljudi, ki se lahko zaposlijo le v državnih službah. Problem pa je, da država (beri minister) ne ve, koliko teh ljudi bomo v bodoče potrebovali.

Janez Tušek

Petnajst let izhajanja revije VENTIL, glasila za fluidno tehniko, avtomatizacijo in mehatroniko – 1. del

Anton STUŠEK

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

Gradivo tega pregleda smo si zamisli-li kot prispevek v več delih, v tem in še nekaj naslednjih zvezkih letošnjega šestnajstega letnika revije. Vsebi-na bo na kratko obdelala naslednja vprašanja:

- začetki izdajanja strokovnih besedil na področju fluidne tehnike – hidravlike in pnevmatike – pri nas,
- izhodišča za ustanovitev revije,
- dosednji izdajatelji, uredniki in redni strokovni sodelavci,
- rast vsebine revije, od poročil do strokovnih člankov in znanstvenih prispevkov,
- današnje pomembne rubrike in njihove značilne vsebine: znanstveni prispevki, strokovni prispevki, poročila, novice, zanimivosti, predstavitev podjetij, novi izdelki, priporočila in standardi, nove knjige, zanimivosti s spletnih strani ipd.,
- predlogi za nadaljnjo rast revije.

■ 1 Izhodišča in začetki

1.1 Začetki izdajanja strokovnih besedil na področju fluidne tehnike v slovenščini

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

V obdobju do leta 1980 rednih objav strokovnih besedil na področju fluidne tehnike v slovenščini ni bilo. Občasno so ugledala luč sveta le gradiva za dopolnilno izobraževanje v okviru tečajev in seminarjev za področje pnevmatike in hidravlike pri Zavodu za tehnično izobraževanje (ZTI) v Ljubljani. Skript in učbenikov za redno poklicno, srednje- in visokošolsko izobraževanje takrat še ni bilo. Tudi strokovnega in poslovnega združenja za to področje še ni bilo.

1.2 Izhodišča za ustanovitev strokovno usmerjene revije za fluidno tehniko

Osnovno vzpodbudo za vse organizirane dejavnosti na področju fluidne tehnike – hidravlike in pnevmatike – v Sloveniji predstavljajo sklepne ugotovitve temeljne raziskave, ki smo jo opravili v letih 1981 in 1982. Gre za raziskovalno nalogo *Fluidna tehnika v SR Sloveniji – 2. del, Poročilo o tehniškem delu raziskave v okviru raziskovalnega projekta: Delovni in transportni stroji, strojni elementi in konstruiranje* pri takratni Raziskovalni skupnosti Slovenije (pogodba št.: C8-0132-782-82). Raziskava je bila sicer komplementarni del raziskave z naslovom: *Razvojne možnosti hidravlike v SR Sloveniji – 1. del*, katere nosilec



in izvajalec je bil *Ekonomski center Maribor (ECM)* skupaj z *Visoko ekonomsko-komercialno šolo* iz Maribora. Ta del raziskave je ob podpori Komisije za skladnejši regionalni razvoj Slovenije in občinske skupščine občine Ljutomer financiralo podjetje *Tehnostroj* iz Ljutomera.

Tehniško-tehnološki del raziskave je vodil 9-članski projektni svet na čelu s predsednikom Stanetom Bižičnikom, uni. dipl. ek. (ECM), nosilec naloge je bil doc. mag. Anton Stušek, uni. dipl. inž; pri izvedbi naloge pa je sodelo-



valo 44 raziskovalcev iz vse takratne Jugoslavije. Sklepni del poročila v obsegu 445 strani, 50 slik, 23 preglednic in 122 referenc pa je poudaril naslednje sklepe in predloge:

- poiskati primerne organizacijske oblike za načrtnejšo in učinkovitejšo povezavo tedanjih in potencialnih izdelovalcev hidravlične in pnevmatične opreme v Sloveniji, ob upoštevanju širše skupnosti tedanje države,
- sprejeti ustrezne odločitve o naložbeni politiki za to področje,
- odločiti o najpomembnejših raziskovalnih in razvojnih projektih in nalogah ter njihovih nosilcih, izvajalcih in virih financiranja,
- izdelati ustrezen seznam in načrte aktivnosti za področja standardizacije, tipizacije in unifikacije ter izdelave domačih priporočil in navodil za projektiranje, grad-

njo, preskušanje, uporabo in vzdrževanje,

- analizirati stanje in izdelati ustrezne predloge za izobraževalno dejavnost na vseh stopnjah zahtevnosti v okviru rednega in dopolnilnega izobraževanja ter
- iskati ustrezne oblike povezovanja vseh zainteresiranih organizacij in posameznikov za nadaljnji razvoj fluidne tehnike pri nas.

Upošteva je zgornje sklepe in priporočila je bilo opravljeno naslednje:

1. V okviru Združenja kovinske industrije pri *Gospodarski zbornici Slovenije* je bil ustanovljen **Odbor za fluidno tehniko (OFT)** – (sedaj: *Fluidna tehnika Slovenije*) kot poslovno združenje proizvajalcev in dobaviteljev hidravlike in pnevmatike. Združenje je v nadaljevanju svoje dejavnosti poskrbelo za:

- oblikovanje sklada za raziskave na področju fluidne tehnike,
- oblikovanje sklada za spremljanje laboratorijskih enot za fluidno tehniko (na FS v Ljubljani in FS v Mariboru),
- oblikovanje *Tehničnega odbora za hidravliko, pnevmatiko in industrijske ventile TC-HPV* pri Slovenskem inštitutu za standardizacijo (ob sodelovanju s SDFT),
- včlanitev v mednarodno organizacijo za hidravliko in pnevmatiko CETOP.

2. V okviru *Zveza strojnih inženirjev in tehnikov Slovenije* je bilo ustanovljeno **Slovensko društvo za fluidno tehniko**, ki ima osnovne naloge:

- skrb za strokovni razvoj svojega

članstva z ustreznimi prizadevanji za vse oblike in stopnje rednega in dopolnilnega izobraževanja,

- organizacija znanstvenih in strokovnih konferenc in seminarjev,
- skrb za učinkovito izmenjavo strokovnih informacij: revije, publikacije, spletne strani,
- skrb za ustrezno standardizacijo (sodelovanje v okviru TC HPV), priporočila, strokovno izrazoslovje ipd.

3. Ob sodelovanju OFT in SDFT smo pričeli z občasnim izdajanjem **Biltena OFT**. Običajno sta izšli po dve izdaji na leto. Osnovna vsebina je navadno obsegala: poročila o aktivnosti OFT in SDFT, predstavitve podjetij – članic OFT, pomembne novosti s področja standardizacije ter zanimive kratke strokovne prispevke.

1.3 Ustanovitev revije

Ob upoštevanju naštetih izhodišč in izkušenj z občasnim izdajanjem *Biltena OFT* sta *Slovensko društvo za fluidno tehniko* in takratno *Združenje za fluidno tehniko – ZFT* (prej OFT) leta 1995 ustanovila **časopis za tehniko pogona in krmiljenja s fluidi VENTIL**, ki ga je izdajala *Zveza strojnih inženirjev in tehnikov Slovenije*. Prvi letnik je izšel le v enem zvezku. Vsebina je obsegala štiri poročila (skupščina ZFT, CETOP v Sloveniji, delo v TC HPV pri USM in 3. strokovna konferenca o FT v Mariboru), pogovor s Stanetom Jakšo, direktorjem podjetja JAKŠA, d. o. o., pet strokovnih prispevkov in izčrpen seznam priporočil CETOP-a.

Se nadaljuje!



Združenje kovinske industrije
Fluidna tehnika Slovenije



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



Otvoritev novega laboratorija v podjetju LOTRIČ

V petek, 27. novembra 2009, smo v podjetju LOTRIČ, d. o. o., slovesno odprli nov laboratorij za dimenzionalne veličine – dolžine in kot.

Ob odprtju novega laboratorija je spregovoril dr. Aleš Mihelič, generalni direktor Direktorata za tehnologijo na Ministrstvu za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.

Otvoritve so se s strani Urada RS za meroslovje udeležili v. d. direktorja dr. Tanasko Tasić, Nataša Mejak Vuković in mag. Grega Kovačič.

Novi meroslovni laboratorij je opremljen z namensko visokotehnološko merilno opremo. Tehnologija optičnih meritev se vse bolj uveljavlja, zato smo se v podjetju LOTRIČ, d. o. o., odločili za VISIO oziroma optični merilni stroj, ki s pomočjo digitalne tehnologije odmerja razdalje med točkami brez dotikanja predmeta. Laboratorij smo opremili tudi s 3D- in 1D-merilnim strojem ter komparatorjem za merjenje merilnih kladic. Istočasno je bilo potrebno razširiti laboratorijske prostore, tako da se laboratorij za dolžino in kot nahaja v dveh ločenih prostorih. Z nakupom nove tehnologije smo v podjetju dodali novo storitev in



Utrinek z otvoritve

tako razširili svoj spekter delovanja na različnih veličinah. Na področju dolžine tako laboratorij lahko izvaja kalibracije: merilnih kladic, gladkih merilnih obročev in trnov, navojnih obročev in trnov, mikrometrov, kljunastih meril, merilnih uric, debelinskih in zevnih meril, tračnih in togih meril, gradbenih sit ter ostalih specialnih merilnih priprav. Poleg kalibracije vam lahko overimo tračne metre in ostala dolžinska merila splošnega namena in naprave za merjenje dolžine žice in kabla. Po novem pa lahko izvedemo

pregled poljubnih vzorcev iz različnih materialov in vam izdamo preskusni certifikat.

Primož Hafner, LOTRIČ, d. o. o., Selca



Laboratorij za dolžino in kot

LABORATORIJ
ZA
LOTRIČ[®]
MERO SLOVJE

*Merimo
za prihodnost*
We Measure the Future

OVERITVE

KALIBRACIJE

KONTROLE

PRODAJA

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

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

Sejem Euromold 2009 v Frankfurtu

V Frankfurtu je od 02. 12. do 05. 12. 2009 potekal Euromold, šestnajsti tradicionalni mednarodni sejem orodjarstva, livarstva, brizganja plastike, materialov za orodja, strojev ter opreme, programov za krmiljenje strojev in načrtovanje procesov ter raznih drugih sorodnih in spremljajočih dejavnosti. Sejem je v industrijskem smislu namenjen orodjarjem, livarjem, oblikovalcem izdelkov ter orodij, programerjem strojev ter naprav in tudi varilcem oziroma podjetjem, ki pokrivajo varilsko dejavnost z vidika reparaturnega varjenja orodij. V znanstveno-strokovnem smislu pa je namenjen raziskovalcem, razvojnikom, inženirjem in vsem, ki orodja načrtujejo, oblikujejo, izdelujejo, uporabljajo in z njimi trgujejo.

Splošno o sejmju

Na sejmju je razstavljalo 1354 podjetij, obrtnikov, zasebnikov in drugih razstavljalcev iz 35 držav Evrope, Azije in Severne Amerike. V okviru sejma je bilo poleg razstavljalcev in zelo izvirnih razstavnih mest organiziranih veliko srečanj in raznih posvetovanj z različnih področij in tematik, ki so direktno ali le posredno povezane z dejavnostjo sejma. V primerjavi z letom 2008 je bilo 169 razstavljalcev manj, kar pomeni za približno 12 %. To je odraz splošne in globalne gospodarske krize, ki je zelo močno prizadela tudi branže, zastopane na sejmju.

Moto tokratnega sejma je bil enak kot zadnje leto: »**Od oblikovanja preko prototipne izdelave do serijske proizvodnje**«.

Prav ta moto lahko v teh kriznih časih služi tudi nam v Sloveniji. Lahko celo zapišemo, da je ta moto na industrijskem področju večin in neizpet. Pri vseh izdelkih, ki jih danes uporabljamo v praksi, je poleg funkcionalnosti

in uporabnosti pomembna oblika (dizajn), da privabi kupca. Zato je prav, da začnemo nov proizvod ali izdelek že pri snovanju in načrtovanju v funkcionalnem smislu tudi smiselno oblikovati in mu dati že na pogled privlačno obliko.

V štirih dneh je sejem obiskalo 56.372 strokovnjakov in drugih obiskovalcev iz 86 držav. V primerjavi z letom 2008 je bilo za 2.470 manj obiskovalcev. Zanimivo pa je, da je bilo letos več obiskovalcev iz tujine in kar precej manj iz same Nemčije.

Razstavljalci

Razstavni prostor je bil razporejen po tematskih sklopih v treh večjih ločenih halah. V primerjavi z lanskim sejmjom so bile letos hale preurejene in povečane. Organizatorji so razstavljalce pri razporeditvi po halah in po predstavitvi v katalogu razdelili po različnih kriterijih. Prva najpreprostejša in tudi najprepoznavnejša delitev je glede na državo, iz katere podjetje, ki je razstavljalo, prihaja. Daleč največ razstavljalcev je bilo iz Nemčije. Iz te industrijsko najbolj razvite evropske države jih je bilo kar 370. Na drugem mestu je bila Kitajska s 97 razstavljalci. Na tretjem mestu je bila Italija, ki jo je predstavljalo 42 delovnih organizacij. Vse ostale države so imele mnogo manj predstavnikov. Zanimivo je, da so nekatere države, ki so

na področju orodjarstva in predvsem proizvodnje orodnih jekel za vse vrste orodij izjemno močne, imele na sejmju zelo malo predstavnikov. Na primer Švedska le tri, Japonska sedem, Finska le enega, prav tako je imela Romunija samo enega predstavnika, Rusija dva, Danska sedem, iz republik bivše Jugoslavije, razen Slovenije, ni bilo niti enega. Iz Slovenije pa so bili kar štirje predstavniki. Predstavilo se je podjetje Metal Ravne, d. o. o., ki proizvaja jekla za livarska in druga orodja. Drugo podjetje je bilo DAMA Tech, d. o. o., iz Žerovnice, ki je bilo vključeno v razstavni prostor švedskega podjetja oziroma proizvajalca jekel SSAB. Kolektor Group iz Idrije je bilo tretje slovensko podjetje. To podjetje se ponaša s proizvodnjo visoko tehnično zahtevnih izdelkov, sestavljenih iz standardnih duro- in termoplastov kot tudi iz posebnih materialov, ki jih ponujajo prosto na trgu ali pa jih vgrajujejo v zahtevne polizdelke v elektro- in av-



Slika 1. Večnamenska laserska naprava proizvajalca Lasag iz Švice

tomobilski industriji. Četrto slovensko podjetje pa je bilo Orodjarstvo Gorjak, d. o. o., iz Rač pri Mariboru, ki je znano po izdelavi zelo kakovostnih orodij za brizganje plastike in tlačni liv barvnih kovin.

Druga delitev razstavljalcev pa je bila po dejavnostih. Organizatorji so jih razdelili v 24 različnih področij. To so bila: izdelava naprav in strojev, avtomobilska industrija in industrija prevoznih sredstev, gradnja naprav v splošnem, rudarska oprema, kemija, elektroindustrija, prosti čas in šport, zabavna elektronika, hišni aparati, trgovina, kmetijski stroji, zračna in vesoljska plovila, strojegradnja, medicinska tehnika, pohištvena industrija, optika, ladjedelništvo in druga vodna plovila, čevljarska industrija, industrija igračk, oprema za telekomunikacije, industrija za embalažo, vojaška industrija in industrija dvokoles. V vseh teh branžah so bila področja še klasificirana v poskupine. Od vseh skupin in podskupin je bilo daleč najbolj zastopano orodjarstvo, izdelava orodij, njihovo načrtovanje in oblikovanje. Na samem sejmu pa je bilo mogoče opaziti še nekatera področja ali posamezne industrijske sklope, ki prej niso bili opredeljeni. Na primer: avtomatizacija v orodjarstvu in pri izdelavi kokil, hitra izdelava orodij (rapid prototyping), različne simulacije v virtualnem okolju, reparaturno varjenje orodij, laserske tehnologije itd.

Tretja delitev pa je bila po izdelkih in storitvah, ki jih proizvajalci ponujajo na sejmu. Teh je bilo več sto ali celo več kot tisoč. Za obiskovalca je ta klasifikacija predrobna in ne da pravega pregleda pri izbiri razstavljalcev, ki se jih želi nekdo ob obisku sejma ogledati.

Euromold vsako leto posebej predstavi eno ali pa celo dve državi. Lani sta bili to Rusija in Indija. Obe državi sta imeli poseben status za svoje razstavljalce in na konferenci, na strokovnem posvetovanju pa sta bili deležni posebne pozornosti z več predstavitvami industrijske proizvodnje v njihovi državi. V zadnjem letu pa je ta status pripadel Poljski, ki je imela v hali 9 poseben razstaveni prostor in na posvetovanju več referatov. Kljub

svoji velikosti in dvajsekrat večjemu številu prebivalcev kot Slovenija je imela ta država na sejmu le pet podjetij, ki so predstavljala svojo dejavnost.

V primerjavi z lanskim letom pa je najbolj naraslo število razstavljalcev s področja vzdrževanja orodij. V lanskem poročilu smo zapisali, da so bili na sejmu prisotni le večji proizvajalci laserskih naprav za reparaturno varjenje. V tem letu pa je bilo nekaj razstavljalcev s klasično varilno opremo za obločna varjenja in nekaj razstavljalcev z varilnimi žicami za varjenje orodij in orodnih jekel. Opazili pa smo tudi kar nekaj novih proizvajalcev laserskih naprav, namenjenih za varjenje, rezanje in tudi druge tehnike, kot so vrtanje, poliranje in merjenje. Na sliki 1 vidimo prikazano večnamensko lasersko napravo švicarskega proizvajalca Lasag. Naprava je opremljena z večnamensko lasersko glavo in z laserskim virom moči od 50 do 200 W. Z njo lahko režemo z rezom žirine 20 µm, lahko mikrovarimo zelo tanke kovinske membrane in folije ali vrtamo luknje zelo majhnega premera.

Posvetovanje

Vsako leto poteka v času sejma tudi posvetovanje s tematiko, povezano z vsebino celotnega sejma. Posvetovanje je potekalo od srede do petka v več sekcijah in več dvoranah. V štirih dneh so bili predstavljeni štirje različni sklopi z zelo različnimi referati. Prvi sklop je nosil naslov Materiali. V treh dneh

je bilo predstavljenih 16 prispevkov. Obravnavali so zelo različna področja, od materialov za orodja do materialov, ki se ulivajo za končne produkte, od izdelovalnih tehnologij do navarjanja in nabrizgavanja površin s keramiko. Drugi sklop oziroma druga tematika je potekala kar štiri dni in je nosila naslov Oblikovanje in inženirstvo. Na to temo je bilo predstavljenih 45 člankov, ki so bili razdeljeni v več sekcij. Naj omenim samo najbolj odmevne: industrijsko oblikovanje, oblikovanje v proizvodnji lahkih kovin, oblikovanje v avtomobilski industriji, obratno inženirstvo in drugo. Tretja tematika pa je bila posvečena sodobnemu inženirstvu in je imela naslov Simulacija in virtualno inženirstvo. V štirih dneh je bilo predstavljenih 24 referatov. Večina vsebin v omenjenih člankih se je nanašala na uporabo različnih računalniških metod v orodjarstvu in livarstvu, uvedbo avtomatizacije ter uporabo različnih senzorjev, ki so v proizvodnji računalniško povezani, in podobno.

Četrti sklop predavanj pa je nosil naslov Alternativne tehnologije. Predstavljenih je bilo le deset referatov. Obravnavali so alternativne materiale in alternativne tehnologije za uporabo v medicini, dentalni tehniki, aeronavtiki, vojski in drugje.

Kot smo že omenili, je bil en dan posvečen državi, ki ji pripada ta čast, da je poseben gost organizatorja sejma. Tokrat je bila to Poljska. Državni



Slika 2. Utrinek s sejma Euromold 2009 v Frankfurtu

predstavniki Poljske so predstavili njihovo industrijo na področju livarstva, orodjarstva, gradnje strojev in prikazali možnosti sodelovanja med nemškimi in poljskimi podjetji. V posebnem sklopu so se predstavila le štiri poljska podjetja.

Druge aktivnosti

V času sejma so potekale še številne druge prireditve, razna bilateralna srečanja in številni drugi dogodki. Posebna delavnica je bila organizirana za študente.

Vsako leto na sejmu podelijo več priznanj in različnih nagrad. Tu naj omenimo priznanje za najbolj inovativno idejo s področja orodjarstva in sorodnih tehnik za bodočnost. Zlato priznanje je prejelo podjetje OxiMaTec GmbH iz mesta Hochdorf v Nemčiji, ki je predstavilo inovacijo spoja keramike in umetne snovi, ki se uporablja v LED-tehniki. Drugo nagrado je dobil Fraunhoferjev inštitut za posebno inovativno tehniko eksplozijskega vtiškovanja. Tretjo nagrado pa je prejelo podjetje GF Agie Charmilles za prikaz laserske 3D-obdelave s posebno večnamensko lasersko glavo.

Organizatorji sejma vsako leto izdajo več publikacij: katalog s podrobnim opisom ter predstavitev razstavljalcev in publikacijo v obliki časopisa. V njej je več predstavitev podjetij, ki na tak ali drugačen način vzbudijo pozornost obiskovalcev. Opisani in predstavljeni so nagrajenci in prikazanih je nekaj statističnih podatkov o samem sejmu.

Na sejmu pa smo tudi letos močno pogrešali ekologijo. Skoraj ni bilo opaziti podjetij, ki bi se na tak ali drugačen način ukvarjala z reciklažo odpadnih snovi: hladilne tekočine, izrabljena orodja, odpadki pri obdelavi z odrezavanjem itd. Tudi s področja varnosti pri delu in zaščitnih sredstev je bilo zelo malo razstavljalcev.

Ocena sejma

Za vse, ki se direktno ali posredno ukvarjamo z livarstvom ali orodjarstvom, je bil obisk sejma izredno zanimiv. Na sejmu je bilo mogoče dobiti informacije o razvoju novih materialov za orodja in izdelke, ki jih z orodji izdelujemo. Prikazane so bile nekatere posodobljene tehnologije, izboljšane naprave in novi računalniški programi.

Sam sem si sejem ogledal zaradi reparaturnega varjenja orodij. Razvoj na tem področju je bil v zadnjem desetletju v svetu zelo velik. Pri tem je treba dodati, da ni bil enakomeren po vseh razvitih državah. Če smo za sejem leta 2008 zapisali, da razvoja na varilskem področju na sejmu ni bilo videti, je slika v letu 2009 povsem drugačna. Razstavljali so skoraj vsi večji in manjši evropski proizvajalci laserskih naprav za reparaturno varjenje orodij. Bilo je nekaj razstavljalcev z varilnimi žicami za reparaturno varjenje orodij po postopku TIG in za lasersko varjenje. Na celotnem sejmu pa nismo našli niti enega predstavnika, ki bi razstavljal klasično varilno opremo za varjenje z oplasčeno elektrodo ali opremo za elektroiskr-

no navarjanje. Iz navedenih dejstev lahko ponovno ugotovimo, da smo v Sloveniji pri reparaturnem varjenju vseh vrst orodij na nivoju najbolj razvitih držav Evrope.

Prav gotovo je obisk sejma koristen za vse, ki se na tak ali drugačen način ukvarjamo z dejavnostmi, ki jih pokriva sejem. Na takšnem sejmu se dobi veliko novih podatkov, idej in informacij, ki jih ni mogoče dobiti pri vsakdanjem delu, niti v literaturi ali z internetnih strani. Nekoliko nerazumljivo je, da je bilo na sejmu tako malo razstavljalcev iz Slovenije. Vemo, da sta v Sloveniji zelo močno razvita orodjarstvo in livarstvo. Po nekaterih podatkih je Slovenija glede na število prebivalcev največji proizvajalec ulitih delov iz aluminija na svetu. Mogoče je razlog v tem, da so vse slovenske livarne aluminija že lani v jeseni izplavale iz krize in niso čutile potrebe po iskanju novih poslov. To velja za livarno Lth – ulitki, d. o. o., iz Škofje Loke in Ljubljane, za Mariborsko livarno, d. d., Maribor in za livarno v Idriji in v Kopru, ki sta v lasti idrijske Rotomatike, d. o. o. Vsekakor pa moramo biti ponosni, da ima Slovenija na področju livarstva izjemno sposobne ljudi, ki se ne pojavljajo v javnosti in so predani le delu in poslovnemu uspehu podjetij, ki jih vodijo.

Mogoče pa se bodo imenovana podjetja letos opogumila, da pridejo v Frankfurt in prikažejo svojo dejavnost širšemu svetu?

*Prof. dr. Janez Tušek
Fakulteta za strojništvo Ljubljana*



Industrijski forum
Inovacije, razvoj, tehnologije

2010

Portorož, 7. in 8. junij 2010

industrijski forum IRT
www.forum-irt.si

www.forum-irt.si

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

Izjemno uspešen drugi energetski tehnološki dan OZS

Odbor za znanost in tehnologijo pri OZS je v soboto, 19. decembra, v partnerstvu s Fakulteto za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze Maribor organiziral na Območni obrtno-podjetniški zbornici Maribor svoj drugi energetski tehnološki dan. Dogodka se je kljub izjemno slabemu vremenu udeležilo preko 100 udeležencev.

Srečanje je sodilo v redni proces povezovanja gospodarstva in znanosti ter v sklop aktivnega prenosa novih tehnologij iz akademsko-znanstvene sfere v mala in mikropodjetja. V času gospodarske krize je še kako pomembno, da se malim in mikropodjetjem predstavijo možnosti, kaj bi v Sloveniji lahko proizvajali, pa zaenkrat le uvažamo. Energetski tehnološki dan je bil namenjen novim energijam, ki so okolju prijazne, novim spoznanjem na področju fotovoltaike in sončnih ter vetrnih elektrarn, udeleženci pa so se srečali tudi s področjem poznavanja svetlobe in sodobnih svetil naslednje generacije. Vsebina dogodka je bila aktualna tudi z vidika energetske krize, ki vse bolj trka na vrata držav Evropske unije. Sam dogodek pa je bil namenjen tudi ozaveščanju, da se je potrebno izobraževati za nove energetske tehnologije, ki šele prihajajo.

Vse premalo se namreč zavedamo energetskega potenciala sonca, lastnosti in pretvorbe sončne energije v električno ter procesov izkoriščanja fotovoltaičnih potencialov v smislu okolju prijaznih energij. Gospodarstvu še zlasti malim in mikropodjetjem smo predstavili možnosti uporabe vetrnih elektrarn, pomembnost poznavanja vseh elementov čiste energije ter možnost priključitve raznovrstnih sistemov elektrarn v jav-



Udeleženci srečanja med predavanjem (foto: Gerhard Angleitner)

no omrežje. Vrhunsko usposobljeni strokovnjaki so odgovorili na številna vprašanja, povezana z aktualno energetsko zakonodajo in s številnimi birokratskimi ovirami, ki zavirajo razvoj individualnih elektrarn in s tem večjo konkurenčnost Slovenije v širšem energetskem prostoru. Strokovne teme so celovito predstavili: **prof. dr. Jože Voršič**, **mag. Andrej Orgulan**, **mag. Darko Koritnik** in **prof. dr. Gorazd Štumberger**. Moderator dogodka in organizator strokovnih vsebin je bil Janez Škrlec (OZS). Na srečanju so bili predstavljeni tudi dogodki, ki jih Obrtno-podjetniška zbornica Slo-

venije načrtuje letos za prvo polletje. Odbor za znanost in tehnologijo je v okviru Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije edini, ki se je doslej sistematično lotil povezovanja gospodarstva in znanosti. Je tudi edini v Sloveniji, ki se je lotil raziskave tehnološke razvitosti malih in mikropodjetij. Na podlagi te raziskave bo moč ugotoviti, kje smo in kakšne mehanizme ter orodja bo potrebno uporabiti, da se bo stanje tehnološke razvitosti teh podjetij v Sloveniji izboljšalo.

*Janez Škrlec, inženir mehatronike
Obrtna zbornica Slovenije*

DOMEL®
Ustvarjamo gibanje

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

Servo pogoni



Roboti Stäubli



Phytron koračni motorji



Rexroth
Bosch Group

STÄUBLI
ROBOTICS
MAN AND MACHINE
www.staubli.com

phytron®
customized solutions
in motion



IFAM 2010 – mednarodni strokovni sejem za avtomatizacijo, mehatroniko in robotiko

Kot že pet let poprej se je tudi na letošnjem mednarodnem strokovnem sejmu za avtomatizacijo, mehatroniko in robotiko v Celju zbralo preko 120 domačih in tujih razstavljalcev. V treh dneh od 27. do 29. januarja je sejem obiskalo preko 2800 obiskovalcev, ki so poleg razstavnega programa lahko spremljali tudi strokovna predavanja in delavnice. Vzpodbudno je dejstvo, da se sejma vsako leto udeleži več pedagoških ustanov, srednjih šol in fakultet, kar je bistvenega pomena za usposabljanje novega mladega kadra kot gonilne sile za nadaljnji razvoj na tem področju.



Razstavljalci s pestro ponudbo

Prikazani so bili najnovejši dosežki, ideje, rešitve in novosti s področij avtomatizacije, robotike in mehatronike, v katere lahko zajamemo sisteme meritev, testiranja in kontrole, avtomatizirane sisteme montaže in operativne tehnologije, sisteme računalniškega in strojnega vida, sisteme za natančno vodenje in pozicioniranje, najnovejše tehnologije rotacijskih in linearnih pogonov, senzoriko, sisteme nadzora, sisteme in naprave za varovanje in opazovanje, programsko računalniško opremo, ki nam ponuja vrsto možnosti za inovativne in dovršene industrijske aplikacije.

Tematiko sejma bi lahko razdelili na tri osnovna področja, in sicer na predstavitev mehanskih inovativnih komponent, njihovih sestavov in modularno zgrajenih sistemov, robotov, na predstavitev elektronike in senzorike, potrebne, da sistemi v celoti dobijo svojo funkcionalnost, ter nazadnje na predstavitev aplikacij, ki obiskovalcu prikažejo realno sliko procesa.

Na področju mehanskih komponent in sestavov lahko opazimo velik razvoj transportnih linij, vretenskih, batnih, magnetnih manipulatorjev, ...itd.

Pomembno vlogo, predvsem v avtomobilski industriji, imajo roboti s periferno opremo in celostne robotske celice za naloge, kot so montaža, barvanje, varjenje in druge fleksibilne operacije. Pester izbor opreme je moč opaziti na področju robotskih prijemal, ki z inovativnostjo konstrukcijske izvedbe in materialov spadajo v svetovni vrh.

Brez programske opreme in senzorike v avtomatizaciji tehnološko dovršenih procesov seveda ne gre.

Predstavljene so bile najnovejše različice programov za konstruiranje, v katere so vsako leto dograjene ali na novo dodane komponente za simulacijo. Vse večji pomen dobiva tudi simulacija avtomatizacije, strege in



Avtomatizacija podprta s sodobno kontrolno enoto je dandanes nuja

montaže. Predhodno videnje procesov je ključnega pomena pri zmanjševanju stroškov. Na ta način se spretno izognemo odvečnim, nepotrebnim, komponentam, kasnejšim zapletom pri gradnji in postavitvi avtomatskih linij, določimo optimalen pretok obdelovancev in podobno.

Tudi senzorika je nepogrešljivo orodje, saj je potrebna za povratno informacijo vseh računalniško krmiljenih strojev.



ljenih strojev. Predstavljena je bila vrsta možnih načinov zaznavanja predmetov. Zaznavanje s pomočjo kamer je za obiskovalca zagotovo najbolj privlačna oblika, vendar je s stroškovnega vidika za omejene serije proizvodov velikokrat neprimeren rešitev, zato so tu enostavnejši in mnogo cenejši brezdotični in dotični senzorji, ki popolnoma zadostijo svojemu namenu.

Lahko bi rekli, da je največji delež na sejmu predstavljal razvoj elektronskih komponent, krmiljenih s programsko opremo, ki je v končni fazi srca sistema. Brežžični prenos tako pogosto nadomesti običajnega. Modulno gra-

jene vhodno-izhodne komponente omogočajo enostavno konfiguracijo in priklop krmilnih komponent. Enostavno zgrajeni, pregledni in uporabniku enostavni sistemi omogočajo hitro in učinkovito rabo, lahek servis, nizke stroške vzdrževanja in hitro odkrivanje napak.

Sejem ponuja vrsto novosti, predvsem pa je primeren za obiskovalce "laike" na tem področju, saj na ta način dobijo vpogled, kaj uporabiti in kako izdelati visoko zmogljiv mehatronski sistem, ki omogoča konkurenčnost ali prednost na trgu.

Marko Šimic, FS Ljubljana

Logistika – konkurenčna prednost gospodarske družbe

Na Fakulteti za logistiko v Celju je bila 3. in 4. februarja 2010 konferenčno-sejemska prireditev Logistika'10, ki jo je slavnostno odprl generalni direktor Direktorata za promet Ljubo Zajc. Udeležence so nagovorili tudi doc. dr. Bojan Rosi, prodekan za raziskovalne zadeve in mednarodno sodelovanje Fakultete za logistiko, Tone Belantič, predsednik Evropskega združenja za transport, promet in poslovno logistiko, ter mag. Marko Zidanšek, podžupan Mestne občine Celje. V okviru prireditve je, poleg predavanj in razstave, potekalo še odprtje polnilne postaje za električna vozila pred Hotelom Štorman v Celju, podelitev priznanja logist leta 2009 in ogled Distribucijskega centra Tuš.

Prireditve je v sodelovanju s Fakulteto za logistiko Univerze v Mariboru organiziralo Evropsko združenje za transport, promet in poslovno logistiko, izvedlo pa podjetje GR Inženiring, d. o. o., iz Ljubljane. Osrednje dogajanje prireditve, ki je namenjena strokovnjakom, ki se pri svojem delu srečujejo z logističnimi izzivi,



Udeleženci Logistike'10 pred ogledom Distribucijskega centra Tuš (Foto: IRT3000)

so predavanja strokovnjakov iz gospodarskega in akademskega okolja, spremljajoča razstava pa je dobra popestritev in predstavitev ponudnikov opreme, rešitev in storitev na področju logistike.

Osrednja tema letošnje prireditve je bila logistika kot konkurenčna prednost podjetja. Vsi v logistiki želimo biti ob pravem času na pravem mestu s storitvami, blagom, kapitalom in še čem, biti konkurenčni, dobro gospodariti in biti uspešni tudi v praksi. Prvi dan sta uvodnemu delu sledila dva pomembna tematska sklopa. V prvem plenarnem delu so strokovnjaki obravnavali logistiko

kot konkurenčno prednost podjetja, poudarek drugega sklopa pa je bil na modelih in načelih gospodarjenja v logistiki. Tema drugega dne konferenčnega dela dogodka je bila praksa za prakso, ki se je zaključila z ogledom Distribucijskega centra Tuš.

Ob odprtju prireditve

Udeležence je najprej pozdravil prodekan za raziskovalne zadeve in mednarodno sodelovanje Fakultete za logistiko Univerze v Mariboru doc. dr. Bojan Rosi. Fakulteta je že tradicionalna gostiteljica konferenčno-sejemske prireditve o logistiki, ki ima v sodobni družbi zmeraj večji po-

men. Predvsem je opozoril na odgovornost, ki jo prevzemamo vsi, ki smo aktivni udeleženci v logistiki. V velikih in bolj razvitih gospodarstvih so ugotovili, da je logistika pomembno pripomogla k temu, da so lažje obvladali težave in prebrodili krizo, ki na žalost še ni končana. Tudi v Sloveniji gremo po tej poti, zato je poslanstvo tega dogodka poleg prijetnega druženja predvsem to, da bomo izkoristili priložnost, se seznanili z novostmi in konkretnimi rešitvami ter jih tudi uporabili v praksi v gospodarstvu.

Logistika je povsod, predvsem pa je mnogo več kot le transport, pretovarjanje in skladiščenje, je poudaril Tone Belantič, predsednik Evropskega združenja za transport, promet in poslovno logistiko v Sloveniji. Opozoril je tudi, da je logistika pomembno in široko področje človekovih dejavnosti, kar mora spoznati čim več ljudi, tudi tistih, ki ne delujejo neposredno v logistiki. Društvo želi tudi s kongresom o logistiki razgrniti izzive logistike na čim več področjih, prikazati možnosti in tveganja ter nakazati rešitve, pa tudi širino in pomembnost logistike. Logistika je v neprestanem gibanju, spreminjanju, izboljševanju in dograjevanju. Zato je treba slediti svetovnim usmeritvam, razvoju in gibanjem, da lahko ostanemo ali postanemo konkurenčni. Pa ne samo na svojem ali sosedovem dvorišču, temveč v prostorih, ki praktično nimajo več meja. Društvo si je zadalo tudi nalogo, da bo letos ustvarilo aktivno, neodvisno platformo za strokovno izmenjavo mnenj, zamisli, predlogov in rešitev s področja logistike. Organizirali bodo manjše seminarje, obiske in ogleda podjetij s sodobnimi logističnimi rešitvami ter poskrbeli za še kakovostnejši kongres o logistiki in izbor logista/-ke leta kot osrednji prireditvi društva tudi v prihodnje. Društvo se povezuje tudi z mednarodnimi združenji, kar bo omogočilo članom društva lažji dostop do podatkov, dosežkov in novosti s področja logistike v svetu. Biti v toku aktualnih dogajanj in spoznanj je zelo pomembno za majhno in odprto gospodarstvo. Prav tako pa je pomembno, da se izognemo škodljivi razdrobljenosti in individualizmu s povezovanjem in sodelovanjem, kar

mora biti tudi eno od sporočil kongresa o logistiki.

S prisotnostjo Fakultete za logistiko se je spremenila tudi vsebina življenja v Celju, pa tudi v Sloveniji. Mag. Marko Zidanšek, podžupan mestne občine Celje, je prepričan, da je konferenčno-razstavna prireditev o logistiki dobra priložnost za izmenjavo dobrih izkušenj in mreženje novih priložnosti.

Uradno je dogodka odprl generalni direktor Direktorata za promet na Ministrstvu za promet Republike Slovenije Ljubo Zajc. V govoru je poudaril, da se velikost prihodnosti običajno skriva v drobnih stvareh. Prepričan je, da je odprtje polnilne postaje za električna vozila, ki je sledilo odprtju prireditve, že ena od njih. In ta drobna, na videz skromna stvar skriva v sebi kar nekaj simboličnih in siceršnjih sporočil. Ljudje se ob postavitvi te naprave gotovo zavedajo svoje prihodnosti in želijo imeti v prihodnosti čim bolj kakovostno življenje. Zelo pomembna pa so električna vozila. Pri tem naj omenimo, da je postavitve polnilne postaje projekt podjetja Etrek, d. o. o., Fakultete za logistiko Univerze v Mariboru in Hotela Štorman. Ob odprtju je Miha Levstek, podpredsednik Društva za električna vozila Slovenije in direktor podjetja Etrek, d. o. o., ki je polnilno postajo razvilo in izdelalo, poudaril pomen tovrstne infrastrukture za prehod na električna vozila. To je že peta tovrstna polnilnica v Sloveniji in upa, da jih bo kmalu še več.

Kongresni del prireditve

V kongresnem delu prireditve se je v dveh dneh zvrstilo petnajst predavateljev, razdeljenih v tri sklope. Prvi sklop je obravnaval logistiko kot konkurenčno prednost gospodarskih družb. V prvem predavanju je Aleš Hauc, generalni direktor Pošte Slovenije, d. o. o., predstavil organizacijski model logistike, ki je v Pošti Slovenije osrednje področje poslovanja. Na tem področju je pošta usmerjena v optimiziranje poštnih tokov med poštnimi enotami, obhodnih poti pismonoš v dostavnih okrajih in izrabe zmogljivosti tudi s sodobnimi programskimi



Miha Levstek med odprtjem polnilne postaje pred Hotelom Štorman v Celju (Foto: IRT3000)

orodji in algoritmi optimiziranja ter informatizacijo logističnih procesov in upravljanja z voznim parkom. Robert Vuga, direktor za tovarni promet v holdingu Slovenske železnice je predstavil integralni koncept logistike in primer strategije konkurenčnega preboja slovenskih železnic. Izpostavil je, da je pravi čudež, da na obstoječih tirih prepeljejo toliko tovara. Samo strateška geografska lega še ne pomeni tudi konkurenčne prednosti, če ni podprta z ustrezno infrastrukturo in učinkovitostjo. V prihodnje se bodo usmerili v razvoj prodajne funkcije in tržnih storitev ter krepitev blagovne znamke.

Usmeritve in strategije svetovne logistike je predstavil dr. Alfonz Antoni, predsednik Evropskega združenja za logistiko ELA (European Logistics Association). Poudaril je, da je globalizacija nepovraten proces, kar se pozna tudi v logistiki. Prednostne usmeritve storitveno usmerjene logistike so zanesljivost, odzivnost in prilagodljivost. Največji izziv pa so še vedno naraščajoči stroški logistike. Prihodnost je v zeleni logistiki, ki pa mora biti tudi učinkovita. V prihodnje so dobre možnosti in priložnosti tudi v izdajanju logistike zunanjim ponudnikom (outsourcing), tako v industriji kot v trgovini in storitvah. O tem je govoril tudi logist leta 2008 Janko Pirkovič, direktor BTC-jevega Logističnega centra. Predstavil je priložnost za razvoj izdajanja logistike z vidika rasti stroškov glede na visoke zahteve logistične storitve. V zaključku prve-

ga dela predavanj je Davorin Poherc, predsednik uprave Kemofarmacije, d. d., prikazal gospodarske elemente konkurenčne prednosti logistike v podjetju, mag. Tomaž Kramberger s Fakultete za logistiko Univerze v Mariboru pa je predstavil vpliv izbire sistema cestninjenja na razvoj logistike.

Drugi del predavanj prvega dne je bil namenjen predstavitvam gospodarjenja v logistiki. Marko Cedilnik s Fakultete za logistiko Univerze v Mariboru je predstavil spremljanje stroškov v logistiki po aktivnostih poslovnega procesa oziroma metodi ABC (activity-based costing). Pokazal je, da metoda ABC lahko postane učinkovito orodje obvladovanja logističnih stroškov. Mitja Bokun iz S & T Slovenija, d. d., je predstavil upravljanje prodajnega asortimenta v oskrbnih verigah s poudarkom na planiranju in napovedovanju nabave ter prodaje. Mag. Matjaž Marovt je v predstavitvi celovitega pristopa k razvoju novih izdelkov ali storitev poudaril, da lahko celovitost vodi do sistematičnega razvoja

značilnosti izdelka ali storitev, ki jih ni mogoče prepoznati samo z raziskavo trga. Celovitost razvoja lahko vodi tudi do novih in konkurenčnih logističnih storitev. Predavanja prvega dne sta sklenila dr. Miro Jeraj s Fakultete za logistiko Univerze v Mariboru z modelom upravljanja procesov v logistiki z vidika vitke organizacije in Bojan Ludvik Šef iz podjetja 3 TEC, d. o. o., s predavanjem o upravljanju hrambnih sistemov.

Eden od vrhuncev in zaključek prvega dne prireditve je bila podelitev priznanja logist leta 2009, ki jo Evropsko združenje za transport, promet in poslovno logistiko že peto leto podeljuje osebi, ki se je na področju Slovenije uveljavila s svojim strokovnim delom in je lahko vzor ostalim logistom. Izbranec Logistike '10 in logist leta 2009 je mag. Rok Blenkuš, direktor logistike v družbi Petrol, d. d. Drugi dan dogodka je bil povsem praktičen. Ivan Guzelič iz Aldata Solution, d. o. o., je predstavil praktične predloge za načrtovanje in upravljanje

nje oskrbne verige ter dva primera iz prakse. Praktične predloge za načrtovanje in planiranje transporta, podprte s primeroma iz Mercatorja in Petrola, je predstavil Peter Roblek iz podjetja S & T Slovenija, d. d., Robert Ljoljo iz Lek Sandoza pa planiranje in izvajanje oskrbe trga na primeru farmacevtske industrije Sandoz. Predstavitve praks za prakso sta sklenila Tadej Pojbič, direktor logistike v podjetju iz Engrotuš, d. d., ki je predstavil logistične izzive v podjetju, in razprava, ki je izmed številnih vprašanj izpostavila vpliv kakovosti na stroške v logistiki. Dvodnevni dogodek je sklenil ogled primera dobre prakse. V Distribucijskem centru Tuš smo si lahko ogledali, kako delujejo različne sodobne tehnologije, in spoznali, zakaj je Tuš lahko vedno boljši.

Zaključno poročilo Logistike '10, ki ga je za objavo na spletni strani www.logistika-slo.si pripravil dr. Tomaž Perme, urednik proizvodnje in logistike pri reviji IRT3000, ki je medijski pokrovitelj dogodka.

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, transmisijna ali biorazgradljiva olja,
- nizka stopnja glasnosti,
- visoka odzivna sposobnost in volumnski izkoristek,
- velika izbira regulacije črpalk.

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

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

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

Orbitalni hidromotorji, z zavoro ali z dodatnimi blok ventili



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





Prof. Helduser v pokoju

Na svečanosti v začetku oktobra preteklega leta je dekan fakultete za strojništvo Tehniške univerze v Dresdnu prof. dr. inž. Volker Ulbricht pred odhodom v pokoj pozdravil dolgoletnega vodjo Inštituta za fluidno tehniko prof. dr. inž. Sigfrieda Helduserja. Nekdanji sodelavec Inštituta za hidravliko in pnevmatiko v Aachnu prof. Helduser je leta 1993 najprej prevzel profesuro za predmet Hidravlika in pnevmatika, potem pa je leta 1997 osnoval in nadaljnja leta vodil Inštitut za fluidno tehniko na TU v Dresdnu. Prof. Helduser je med drugim tudi nosilec prestižne nagrade Joseph Bramah Award, ki jo Institucija inženirjev strojništva iz Velike Britanije podelju-



Prof. A. Feuser (levo) izroča nagrado "Joseph Bramah" prof. S. Helduserju

je najbolj uveljavljenim hidravlikom v svetu. Med drugimi stanosilca te nagrade tudi nekdanji in sedanji vodja Aachenskega inštituta za fluidno tehniko prof. Backé (1991) in prof. Murrenhoff (2001).

Po Fluidu 43 (2009) 12 – str. 6

NFPA vzpodbuja tekmovanja študentov na področju FT

Ameriško združenje za fluidno tehniko (NFPA) vzpodbuja in organizira tekmovanja študentov fluidne tehnike pod naslovom *Fluid Power Challenge* in se sočasno zavzema za ustrezno podporo industrije. Tekmovanje v fluidni tehniki je namenjeno študentom visokih šol in univerz in jih vzpodbuja k reševanju aktualnih vprašanj razvoja fluidne tehnike. Študentje sodelujejo v skupinah pri snovanju in gradnji fluidnotehničnih mehanizmov in tekmujejo s konkurenčnimi skupinami.

Združenje si prizadeva pridobiti sponzorje iz industrije, ki so sočasno zainteresirani tudi za popularizacijo fluidne tehnike že v srednjih šolah. Preko 73 % študentov, ki so se udeležili tekmovanja v preteklem letu, je izrazilo pripravljenost, da svojo strokovno kariero posvetijo temu področju.

Sponzorjem, ki podarijo 350 dolarjev ali več, se zahvalijo s promocijskimi gradivi:

- priznanja s posterji,
- vabilo na sklepno prireditev tekmovanja,

- priznanja na spletnih straneh združenja NFPA ter
- zadovoljstvo v spoznanju, da podpirajo razvoj ustreznih strokovnih kadrov za svoje področje dela.

Informacije so na voljo na spletnih straneh www.nfpa.com, na telefonu: Carrie Tatman Schwartz (414) 778-3347 oz. e-pošti: ctschwartz@nfpa

Po H & P 62(2009) 11 – str. 8

FT v Rusiji

Letošnji ruski industrijski teden, razstava, na kateri sodelujejo vsa pomembna področja industrije, bo 6.–9. aprila na vseruskem razstaviščnem centru v Moskvi. Na njem bo tudi posebna razstava fluidne tehnike. Prireditelji organizirajo razstavna podjetja skupine BIZON in državno podjetje vseruski razstaviščni center.

V okviru razstave o pogonski tehniki »Interdrive« bodo predstavljene tudi komponente hidravlike in pnevma-

tike, pogoni in zobniški prenosniki. Razstava je edina prireditev v Rusiji, ki posebej upošteva področje fluidne tehnike. Sodelovalo bo več kot 125 podjetij iz več kot 23 regij Rusije in številnih držav iz tujine.

Vzporedno z razstavo »Interdrive« bo potekala tudi znanstveno-strokovna konferenca Snovanje, izdelava in uporaba hidravličnih in pnevmatičnih pogonov ter avtomatizacije s hidravličnimi in pnevmatičnimi naprava-

mi. Nekatere druge zanimive razstave bodo predstavljale najnovejše dosežke nuklearne industrije, industrije obdelovalnih strojev, robotike itn.

Več informacij dobite na spletnem naslovu: www.idexpo.ru ali po e-pošti: Oxana McChristian na mosv@b95.ru.

Po H & P 62(2009) 9 – str. 10

Uspešna patenta Kemijskega inštituta iz Ljubljane

Dva uspešna patenta Kemijskega inštituta iz Ljubljane sta našla hitro aplikativnost tudi v industriji in gospodarstvu. Z odkritjem novega antikorozijskega premaza za absorberje z izboljšanimi lastnostmi, ki so jih razvili skupaj s podjetjem Color (sedaj Helios Tblus), jim je uspelo prodreti na zelo zahteven nemški trg in oba izuma kar takoj prenesti v gospodarstvo.

V razvojno-raziskovalnem programu je sodelovalo precej strokovnjakov, in sicer pri prvem patentu – postopek za sol-gel pripravo korozijsko zaščitnih prevlek za sončne zbiralnike prof. dr. Boris Orel, dr. Matjaž Koželj, dr. Ivan Jerman, dr. Angela Šurca Vuk. Prof. dr. Boris Orel in dr. Ivo Jerman sta dobro znana tudi po odmevnih nanotehnoških dnevih, ki jih sicer organizira Odbor za znanost in tehnologijo pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije. Pod drugi patent so podpisani prof. dr. Boris Orel, dr. Matjaž Koželj, dr. Miha Steinbucher, dr. Marjanca Vodlan. Posebne zasluge pa gredo tudi predstavniku podjetja Color, zdaj Helios, Matjaž Hafnerhu. Prof. dr. Boris Orel mi je patenta predstavil na naslednji način:

Večina evropskih in svetovnih proizvajalcev absorberjev (SUNSTRIP, TEKNO

TERM, SOLEL, LUZ, TINOx (Thermomax), SHIROKI, BlueTech) uporablja pri izdelavi za sprejemnike sončne toplote tanke prevleke, ki jih nanesejo na svitek kovine (baker ali aluminij) s pomočjo vakuumskih postopkov. Letna proizvodnja takšnih absorberjev znaša samo v Evropi okoli 2,5 mio m² absorberjev. Prvi od naših izumov (IZUM I), ki jih predstavljamo, se navezuje na sodelovanje z enim od največjih proizvajalcev z vakuumskimi postopki narejenih tankih plasti za absorberje. Bistvo tega izuma sta korozijska zaščita in izboljšava mehanske obstojnosti tankih plasti na absorberjih iz bakrene pločevine, ki jo dosegamo z nanosom le 30 nm debele plasti nanokopozitnega materiala.

Drugi izum (IZUM II), ki smo ga patentirali skupaj s COLOR-JEM (sedaj HELIOS TBLUS), se navezuje na uporabo premazov za izdelavo absorberjev, ki so spektralno selektivni in omogočajo izdelavo sončnih sprejemnikov s povečanim izkoristkom za pretvorbo sončne svetlobe v toploto. S pomočjo premazov narejeni absorberji so bistveno bolj obstojni na mehanske poškodbe, korozijsko odporni, lahko tudi različnih barvnih nians in se jih po zaslugi dodanih nanokopozitnih materialov ne prime umazanija (anti-soiling effect). Primerni so tako za običajne zastekljene kot tudi



Prof. dr. Boris Orel (vir: Kemijski inštitut Ljubljana)

za nezastekljene sončne sprejemnike, ki so nameščeni na fasade stavb.

3. februarja 2010 sta bila patenta tudi uradno predstavljena javnosti na tiskovni konferenci na Kemijskem inštitutu, ki sta jo pripravila direktor Kemijskega inštituta prof. dr. Janko Jamnik in prof. dr. Boris Orel. Predstavitve so se udeležili številni ugledni gostje, med njimi tudi Gregor Golobič, minister za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo Republike Slovenije. Oba predstavljenata patenta sta velik ponos Kemijskega inštituta v Ljubljani in pomembna pridobitev za industrijo in gospodarstvo.

Janez Škrlec, inženir mehatronike
Obrtna zbornica Slovenije

CONTROL TECHNIQUES
www.controltechniques.com

Frekvenčni regulator Commander SK

- Za moči od 0,25 kW do 132 kW
- Vgrajen filter
- Možnost prigradnje internega PLK (Logic Stick)
- Smart Stick za kloniranje parametrov
- Vgrajen PID regulator
- Na zalogi
- Ugodna cena

PS

Družba za projektiranje in izdelavo strojev, d.o.o.

Kalce 38b, 1370 Logatec
Tel: 01/750-85-10 E-mail: ps-log@ps-log.si
Fax: 01/750-85-29 www.ps-log.si

Izvajamo:

- konstrukcije in izvedbe specialnih strojev
- predelava strojev
- regulacija vrtenja motorjev
- krmiljenje strojev

Dobavljamo:

- servo pogone
- frekvenčne in vektorske regulatorje
- merilne sisteme s prikazovalniki
- pozicijske krmilnike
- planetne reduktorje

ELGO ELECTRIC

Prikazovalnik pozicije Z-58

- Univerzalni pozicijski prikazovalnik za inkrementalne in absolutne merilne sisteme
- 5 dekadni LED prikazovalnik, višina 14 mm
- Vmesnik RS232 in RS422
- Dva relejna izhoda
- Analogni vhod in izhod 0-10V ali 0-24mA

Spletni sestanki imajo novo podobo

XLAB, d. o. o., pridruženi član Tehnološkega parka Ljubljana, je objavil betaverzijo prenovljene programske rešitve *ISL Groop 2.0*, namenjene spletnim sestankom in e-izobraževanju.

Nova različica, ki je objavljena na spletni strani www.islonline.com, prinaša nov, prijeten in predvsem zelo uporaben grafični uporabniški vmesnik, ki omogoča preprosto uporabo programa in lažje ter še bolj učinkovito sodelovanje. Dodane so nekatere nove funkcije, ki so dostopne preko poenostavljene navigacije. Poleg tega je olajšana vzpostavitev avdio- in videokomunikacije, saj program sam zazna priključene naprave ter samodejno izbere najbolj primeren zvočnik in mikrofonski sistem.

Spletni sestanki v treh minutah

ISL Groop uporabniku omogoča učinkovito komunikacijo s poslovnimi partnerji, sodelavci ali učenci. Preko spletnega vmesnika se v nekaj minutah vzpostavi spletni sestanek, pri čemer program ne zahteva nobenih posebnih nastavitvev in namestitvev. Potrebna je le povezava z internetom, za aktivno sodelovanje v videokonferenci pa še slušalke z mikrofonom in spletna kamera. V virtualno sejo se lahko uvozi predstavitev PowerPoint ali pa udeleženci delijo svoje namizje in prikazujejo živo



Nova podoba spletnega sestanka

vsebino na zaslonu. Med predstavitvijo se lahko uporabljajo tudi orodja za opombe, s katerimi se poudarijo najpomembnejše točke predstavitve.

Komunikacijska platforma, ki temelji na računalništvu v oblaku

Skupina izdelkov *ISL Online* temelji na spletni komunikacijski platformi, ki jo tvori skupina XLAB-ovih strežnikov po svetu, med seboj povezanih v spletno komunikacijsko omrežje. Večina namenskih strežnikov je v različnih podatkovnih centrih po Evropi in ZDA, nekaj strežnikov pa ima XLAB

postavljenih tudi na Japonskem, na Bližnjem vzhodu ter v Južni Ameriki. Delovanje komunikacijskega omrežja temelji na načelih t. i. računalništva v oblaku (angl. cloud computing), saj je omrežje zasnovano kot dinamično razširljiv porazdeljen računalniški sistem, ki uporabniku zagotavlja enostavno, nemoteno in zelo zanesljivo uporabo storitev ISL Online.

Več informacij: XLAB, d. o. o., Pot za Brdom 100, 1000 Ljubljana, tel.: 01 244 77 66, www.islonline.com, barbara.viskovic@xlab.si, ga. Barbara Viškovič

www.tp-lj.si



TEHNOLOŠKI PARK LJUBLJANA
01

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

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

Uporaba hidravlike pri odrski sceni skupine U2

Legendarna irska rock skupina U2 je lani v juliju v Barceloni pred več kot 90 tisoč poslušalci začela svetovno turnejo, imenovano 360° Tour. Ena od zanimivosti turnee je oder, ki zavzema polovico travnatega igrišča. Nad njim se pne kovinska struktura, ki so jo oboževalci skupine že poimenovali The Claw (Krepelj), navdih zanj pa so našli na fotografijah nedokončane Gaudijeve katedrale Sagrada Familia. Konstrukcija je visoka 30 metrov, teška 390 ton in omogoča publiki, da ima z vseh strani prost pogled na dogajanje na odru. Sestavljanje in razstavljanje tega zahtevnega in velikega odra pa poteka s pomočjo hidravlične pogonske tehnike.

Za omenjeno turnejo koncertov skupine U2 360° Tour je belgijsko podjetje Stageco zgradilo tri identične gigantske odre. Pri tem je posebno to, da je bila za sestavljanje in razstavljanje konstrukcije odra uporabljena visokotlačna hidravlična pogonska tehnika. Stageco je skupaj s podjetjem Enerpac zasnoval izvirno rešitev za varno in hitro postavitve modularne odrske konstrukcije, ki temelji na uporabi sinhronnega dviznega sistema. Nastopi in turnee priznanih umetnikov in glasbenih skupin so znani po spektakularnih efektihi. Pri tem igrata zasnova in izvedba odra zelo pomembno vlogo. To velja tudi za oder, ki se uporablja pri koncertih U2 360° Tour. Za ta namen sta si scenski oblikovalec Willy Williams in arhitekt Mark Fischer zamislila odrsko konstrukcijo v obliki krepelj, 30 m visoko odrsko konstrukcijo na štirih nogah, ki omogoča gledalcem, da z vseh strani dobro vidijo dogajanje na odru.

„Leap-frogging“

Zasnova in izdelava odra sta bili zaupani strokovnjakom podjetja Stageco iz belgijskega Tildonka. Ne prvič,



saj je tudi za prejšnjo turnejo skupine U2 (PopMart Tour – 1997) oder razvil in izdelal Stageco. Stageco je eno od vodilnih podjetij na tem segmentu trga, ki se odlikuje po rešitvah po meri. Tako so v zadnjih letih med drugim zgradili tudi odre za turnee drugih pomembnih skupin in izvajalcev, npr. za nastope ansambla Rolling Stones, Bon Jovija, Tine Turner, Eltona Johna in Johnnija Hallydaya. Pri tem Stageco ponuja celovite rešitve, od tehnične zasnove preko izdelave do logistike. V primeru turnee U2 je med posameznimi koncerti na voljo zelo malo časa (3 do 5 dni), namestitve in odstranitve odra pa običajno

trajata približno 7 do 8 dni, zato je bilo potrebno pripraviti tri v celoti opremljene odre. Ti so se uporabljali po principu „žabjih skokov“ (leap-frogging – preskakovanje čez hrbet): en oder se uporablja za koncert, ki se izvaja, drugi se medtem postavlja za naslednjega, tretji pa razstavlja.

Hitrost

Ena od glavnih zahtev glede konstrukcije je bila ta, da se lahko oder v najkrajšem možnem času sestavi in razstavi. Ta zahteva je za Stageco predstavljala izziv, saj je potrebno v kratkem času vsakič sestaviti in raz-



„Krepelj“, 30 m visoka odrska konstrukcija, ki omogoča publiki, da ima z vseh strani prost pogled na izvajalce na odru

staviti 230 ton težko konstrukcijo. Ob tem je bilo potrebno poskrbeti za logistiko in poiskati še rešitev za montažo svetlobne in zvočne tehnike ter za poseben 60 ton težak videozaslon, ki ga je bilo potrebno dvigati in spuščati. Pri odski tehniki se v te namene običajno uporabljajo razni vitli in škripčevja, po potrebi dopolnjeni z lahкими mobilnimi žerjavi. Pri tem projektu pa je bilo breme tako veliko, da je bilo potrebno poiskati drugačno rešitev. Ena od možnih alternativnih rešitev bi bila uporaba izjemno težkih mobilnih žerjavov zmogljivosti najmanj 400 do 500 ton.

Pri tem pa se je pojavilo vprašanje, ali takšno avtodvigalo sploh lahko zapelje na stadione in se tam tudi ustrezno stabilizira. Nenazadnje pa je uporaba teh žerjavov tudi zelo draga. Drugo možnost predstavljata začasna dvižna konstrukcija in uporaba hidravlične pogonske tehnike, na primer hidravličnega vpenjalnega valja. Na podlagi tega se je podjetje Stageco povežalo z Enerpacom kot enako mislečim partnerjem in strokovnjakom za tovrstne rešitve. Rešitev je morala biti izvedena v smislu priključiti in uporabljati. Hidravlična enota mora biti vedno pripravljena za uporabo, pri čemer jo je potrebno samo priklopiti na električno omrežje in krmilni računalnik. Sodelovanje med podjetjema je pripeljalo do izredno učinkovite rešitve, pri čemer se je za izvedbo scene uporabila hidravlična pogonska tehnika v povezavi z Enerpacovim po meri zasnovanim sinhronim dvižnim sistemom.

Korakoma navzgor

Jeklana konstrukcija odra je sestavljena iz osrednjega bloka, ki sloni na štirih nogah. Te so iz šestih delov. Osrednji sklepni segment je na svoj končni položaj nameščen po 38 korakih, pri čemer se po 6. oz. 7. koraku na vsaki od skupno štirih nog doda naslednji segment.

Pri sestavljanju nog odra se je za vsako nogo uporabljal začasni dvižni stolp s prečnim nosilcem, na katerem se je po vodilnih tirnicah premikalo ogrodje z nameščeno hidravlično črpalko, štirimi visokotlačnimi dvi-

žnimi valji (350 bar) z 20 tonami (200 kN) vlečne sile in s 600-milimetrskim gibom ter štirimi 0,5-tonskimi nizkotlačnimi varovalnimi valji (60 bar) z gibom po 260 mm.

Celoten dvižni sistem enega odra je tako sestavljen iz 16 dvižnih valjev, 16 varovalnih valjev in štirih kompletnih hidravličnih agregatov. Dvižni valji so opremljeni s tlačnim senzorjem, integriranim merilnikom poti in dvema končnima stikaloma. S po dvema končnima stikaloma so opremljeni tudi varovalni valji. Hidravlična črpalna enota je med drugim sestavljena iz dveh ločenih črpalk: ene za dvižne valje in ene za varovalne valje. Krmiljenje črpalne enote je izvedeno po načelu master-slave preko osrednjega krmilnega računalnika, ki ga uporablja operater na tleh. Ta posluževalna enota je opremljena z zaslonom, občutljivim na dotik, pri čemer sta grafično prikazana natančen položaj vsakega posameznega valja v dvižnem stolpu in pozicija batnice.



Po 6. oz. 7. korakih je bil vsaki od štirih nog dodan naslednji segment



Postavljanje noge odra (zgoraj) in hidravlični pogonski sistem dvižnih in varovalnih valjev (spodaj)

Razen tega so prikazane tudi sile posameznih dvižnih valjev, v vsakem dvižnem stolpu in v celotni konstruk-



Za vsako nogo odra je postavljen začasni portal (dvižni stolp) s prečnim nosilcem

ciji. Na vsaki platformi pa je dodatno nameščen še lokalni programirljivi krmilnik, namenjen morebitnemu lokalnemu krmiljenju platforme.

Gor in dol

Pri postavljanju odra je najprej potrebno črpalne enote z majhnim mobilnim agregatom namestiti na dvižne stolpe.



Nadzor sil poteka kontinuirano in v realnem času

Pri dviganju konstrukcije se s pomočjo hidravlike najprej za eno stopnjo premaknejo zgornji nosilci, nakar se v končnem položaju s pomočjo hidravličnih varovalnih valjev z varovalnimi čepi mehansko zavarujejo. Zatem se spodnji varovalni čepi konstrukcije odstranijo, dvižni valji pa postavijo segment odra za stopnjo višje. Na ta način se štiri hidravlične enote skupaj z bremenom – segmenti ogrodja, premikajo po dvižnem stolpu s hitrostjo 10 m/uro. Da poteka dviganje popolnoma sinhrono, je še posebej

pomembno zaradi torzijskih napetosti – toleranca 5 do 10 mm. Toleranca je na prvi pogled velika, vendar zadoštuje, kajti razdalja med posameznimi dvižnimi stolpi znaša 35 m. Na zaslonu krmilnega računalnika je možno spremljati obremenitev v vseh štirih stolpih – ta mora biti popolnoma enaka. Na zaslonu je prav tako možno videti, katere stopnje postopka dviganja ogrodja so bile že izvedene, naslednji

korak dviganja pa mora operater ob nadzoru dogajanja vedno odrediti. Ko je konstrukcija postavljena, se črpalne enote s pomočjo dvigala z dvižnih stolpov odstranijo, stolpi pa demontirajo. Pri razstavljanju celotne konstrukcije deluje opisani sistem po enakem postopku, vendar v

obratnem vrstnem redu. Črpalne enote so na koncu ponovno na tleh in se lahko pripravijo za transport na naslednji stadion.

Varnost vedno v ospredju

Na nobeni točki celotnega postopka postavljanja odra Stageco ne popušča glede vprašanja varnosti. Tako tudi mehansko zaklepanje dvižnega platoja predstavlja poseben pomen. Po zaslugi računalniško krmiljenega sistema sinhronega dviganja je bilo tudi takšno zahtevo mogoče v celoti izpolniti.

V procesu postavljanja odra se je preveril vsak korak. Naslednji korak se lahko izvede samo takrat, ko so izpolnjene vse zahteve. Razen tega krmilno-nadzorni sistem podaja tudi informacije o tem, na kateri poziciji je breme in kako so razporejene sile med dviganjem. Zato tudi merjenje sil poteka kontinuirano in v realnem času. Čeprav je v ospredju predvsem hitrost opravljanja dela, ima velik pomen vsekakor izvajanje varnosti. Z uporabljenim krmilnim sistemom Enerpac je obe zahtevi možno enostavno in v celoti izpolniti. Ob upoštevanju dejstva, da bodo vsi trije odri v dveh letih potovali po celem svetu, je potrebno poudariti tudi zanesljivost in trajnost komponent. Nadaljnja dodatna prednost je tudi v tem, da je Enerpac zastopan in aktiven po vsem svetu.

Dejstvo je, da postaja stalno povečevanje mer zabaviščne scenske tehnike svetovni trend. Ker Stageco že sedaj uporablja najnovejšo tehnologijo, lahko načrtovalcem dogodkov že v tem trenutku ponuja oz. omogoča izvedbo dodatnih možnosti. Nenazadnje je ena od možnosti tudi ta, da bodo lahko nastala tudi številna nova prizorišča za spektakularne dogodke, ki bodo lahko dostopna. Na kratko: zasnova in izvedba odra Krempelj predstavlja tehnološki korak, ki bo sprožil nov trend na področju scenske in zabaviščne tehnike.

Vir: Enerpac BV P.O. Box 8097 6710 AB Ede, Nizozemska, tel: +31 318 535 803, irene.kremer@enerpac.com, gospa Irene Kremer

Prevod in priredba: doc. dr. Darko Lovrec FS Maribor

Znanstvene in strokovne prireditve

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

22.–24. 03. 2010
Aachen, ZRN

Organizator:

Institut für fluidtechnische Antriebe und Steuerungen

Tematika:

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

Informacije:

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

■ Fluid Power Conference & Expo – Continuing Fluid Power Education – Konferenca in razstava o fluidni tehniki – Parmanentno izobraževanje za fluidno tehniko

6.–7. 04. 2010
Cleveland, OH, USA

Informacije:

– www.fluidpowerexpo.com

■ Bath/ASME Symposium on Fluid Power & Motion Control (FPMC 2010) – Bath/ASME simpozij o fluidni tehniki in krmiljenju gibanja

15.–17. 09. 2010
Bath, UK

Nadaljevanje na str. 25

KRMILJENO HIDRAVLIČNO PREMIKANJE



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

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

KOMPLETNE REŠITVE HIDRAVLIČNIH SISTEMOV

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

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

ENERPAC

www.enerpac.com
info@enerpac.com

Povečanje učinkovitosti dizelskih motorjev

Poleg razvoja alternativnih pogonov je avtomobilska industrija še vedno zelo odvisna od nadaljnjega povečanja učinkovitosti tradicionalnih motorjev z notranjim zgorevanjem. To velja tudi za dizelske motorje in njihove naprave za vbrizgavanje goriva, enako kot za skupne izkoristke motorjev v celoti.

zagotavljajo višji tlaki vbrizgavanja in s tem povečujejo *hitrost procesov zgorevanja*. S tem pa sočasno tudi zmanjšujejo emisije, saj so škodljivi delci zgorevanja manjši. Pri prvi seriji osebnih vozil z dizelskim pogonom, to je bila v letu 1988 Fiat Croma TD, je bil tlak vbrizgavanja samo 100 MPa, medtem ko se danes uporablja jo tlaki 200 do 250 MPa in te vrednosti še naraščajo.

Vrhunski razred kakovosti takšnih dajalnikov tlaka z oznako »Top-class« ima točnost med 0,1 in 0,2 % (v odvisnosti od merilnega območja) in je na voljo za *tlake od 0 do 300 MPa*. To ga uvršča natančno v delovna območja sodobnih sistemov za vbrizgavanje, v povezavi z visokotlačnimi črpalkami. Visoka točnost zagotavlja meritve z visoko zanesljivostjo ponavljanja. Z njim integrirano merjenje temperature (PT 100) pa zagotavlja ustrezno temperaturno kompenzacijo.

Učinkoviti dizelski motorji

Uporaba dizelskega pogona vozil je v Nemčiji okoli 50 %. Približno enak odstotek velja tudi za ostale države Evrope. Osnovni argument za tako visok odstotek uporabe dizelskih motorjev je spoznanje, da v primerjavi z bencinskimi motorji porabijo manj goriva. Nadaljnje zmanjšanje porabe goriva in s tem zmanjšanje škodljivih izpuštov v okolje pa je usodno odvisno od razpoložljivosti *visokoprecizne merjenja tlaka*.

Vbrizgavanje goriva pri dizelskih motorjih

V dizelskih motorjih zagotavljajo precizno razprševanje goriva v valjih ustrezni visokotlačni sistemi za vbrizgavanje. Boljše razprševanje

Skupni visokotlačni zbiralnik goriva

Merilni dajalniki tlaka HBM se npr. uporabljajo pri razvoju sodobnih sistemov za vbrizgavanje goriva s skupnim visokotlačnim zbiralnikom, imenovani tudi akumulatorsko vbrizgavanje goriva. Pri teh je generiranje visokega tlaka popolnoma ločeno od ustreznega procesa vbrizgavanja. Pri tej tehnologiji visokotlačna črpalka trajno zagotavlja visok tlak goriva. Časovno in prostorninsko krmiljenje vbrizgavanja pa krmili ustrezna elektronika.

Dajalnik tlaka HBM serije P3TCP

Za preskušanje optimalnega delovanja vbrizgavanja s skupnim zbiralnikom goriva se uporablja visokoprecizni dajalnik tlaka HBM serije P3TCP7.

Dajalniki tlaka serije P3TCP se razvijajo naprej za še višje tlake. Modeli z oznako »BlueLine« omogočajo meritve tlakov med 500 in 1500 MPa z merilno točnostjo 0,25 % pri 500 MPa. Vsi modeli dajalnikov razredov »Top Class« in »BlueLine« omogočajo precizno krmiljenje in s tem optimalno nastavljanje vbrizgavanja goriva pri dizelskih motorjih.

Optimiranje kompletnih enot

Vse pomembnejši postaja razvoj motorjev skupaj s prenosnikom moči z optimirano učinkovitostjo celotne enote (pogonskega sestava). Za to pa je nujno merilnotehnično ugotavljanje porabe moči vseh sestavin in pomožnih enot sestava.

Sodobni motorji z notranjim zgorevanjem ne napajajo z močjo samo pogonskega sestava, ampak tudi druge pomožne agregate, kot so električni generator, kompresor klimatske naprave, črpalka za mazanje itn. Porabo teh moči je potrebno merilnotehnično zajeti, če želimo optimizirati kompletno enoto. Tudi izgube moči na odmični gredi, jermenskih prenosnikih, časovnih mehanizmih ipd. morajo biti merilno zajete in optimirane. Vse to pa je mogoče le ob točnem merjenju navora na gredeh mehanskih vmesnikov in drugih enot, npr. ročni in odmični gredi.

Prilagojeni merilni dajalniki navora

HBM zagotavlja tudi posebej prilagojene merilne dajalnike navora za te



Preskuševališče za kalibriranje merilnih dajalnikov navora (T12), z etalonskim dajalnikom (TB2)

namene. Ti se vgrajujejo med ustrezno pogonsko jermenico ali zobnik in pomožno enoto. Neželenne parazitne obremenitve, kot so upogibni momenti ter radialne in aksialne sile, se kompenzirajo z ustreznim konstrukcijskim oblikovanjem dajalnikov.

Uporaba na preskuševališčih in pri voznih preskusih

Dajalniki so konstrukcijsko oblikovani kompaktno in zelo ploščato, tako da lahko ostanejo vgrajeni na ustreznem mestu, tudi če se motor vgradi v vozilo. To omogoča njihovo uporabo tako za preskušanje na preskuševališčih kot pri voznih preskusih. Njihovo de-

lovno temperaturno območje ustreza ekstremnim razmeram preskušanja na terenu (v zimskih in ali tropskih razmerah). *Napajanje in prenos podatkov* na rotorje potekata z ustreznim telemetričnim sistemom brezkontaktno in zato brez obrabe. Podatki merjenja se prenašajo neposredno v merilni računalnik preko ustreznih digitalnih ali analognih vmesnikov. Širok nabor napajalnih napetosti pokriva tako osebna kot tovorna vozila in mobilne delovne stroje.

Razred točnosti 0,2 %

Tipični razred točnosti merilnih dajalnikov navora je 0,2 % pri imenskem

navoru 100 Nm. To omogoča *točne meritve z visoko resolucijo*, ustreznost standardnim zahtevam. Dimenzije in priključne mere dajalnikov je mogoče prilagoditi zahtevam uporabnika (kupca).

Vir: HBM HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH, <http://www.hbm.com>; TRC Ljudmila Ličen s.p., Vrečkova 2, 4000 Kranj, tel.: 04 23 58 310, tel./fax: 04 235 83 11, internet: <http://www.trc-hbm.si>, <http://www.hbm.com>, e-mail: ljudmila.licen@siol.net

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, kalibrirni
- programska oprema za akvizicijo, vizualizacijo in obdelavo podatkov

www.hbm.com



measurement with confidence

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

Nadaljevanje s str. 23

Informacije:

- dr. Nigel Johnston
- tel.: + 44(0) 1225-6371
- e-pošta: ptmc@bath.ac.uk
- internet: <http://www.bath.ac.uk/ptmc/symposium/index.html>

■ 16th ISC Internationale Dichtungstagung – 16. mednarodna konferenca o tesnjenju

12.–13. 10. 2010
Stuttgart, ZRN

Nadaljevanje na str. 86

Desetletje brežhibnega delovanja rešitve za paketno distribucijo

Mineva natanko deset let, kar se je Intereuropa, d. d. (www.intereuropa.si), globalni logistični servis, odločila za razširitev svoje ponudbe na tržni segment paketne distribucije. Vrhunska rešitev za paketno distribucijo, ki so jo za njo takrat pripravili LEOSS, d. o. o. (www.leoss.si), CIFRA, d. o. o., in RAZVOJ, d. o. o., se je izkazala za pravo odločitev in je danes, deset let po implementaciji, še vedno brežhibna in v polni rabi.

LEOSS je na povabilo Intereurope razvil učinkovite rešitve za podporo dostavi pošiljk na terenu, ki temeljijo na črtni kodi in vsebujejo učinkovite tehnologije zajema in obdelave podatkov. Intenzivno sodelovanje s takratnim Intereuropinim Sektorjem za informatiko ter med podjetji Cifra, Razvoj in LEOSS je »obrodilo sadove« – specialno rešitev za hitro dostavo paketov teže do 30 kg, ki s pomočjo računalniške podpore omogoča vrhunsko opravljanje te storitve. Z njo so v Intereuropi presegli pričakovanja, kar dokazuje velik tržni delež.

Leta 2000 se je Intereuropa na osnovi raziskave slovenskega tržišča hitre dostave pošiljk odločila razširiti svojo ponudbo s paketno distribucijo. Med številnimi slovenskimi in tujimi ponudniki rešitev za mobilni zajem podatkov se je Intereuropa odločila za rešitev, ki so jo usklajeno predstavila podjetja LEOSS, CIFRA in RAZVOJ. Za to rešitev, ki se od tedaj vsak dan uporablja, LEOSS še danes nudi polno podporo – tako programsko kot tudi v smislu strojne opreme, za katero skrbi strokovnjaki njihovega servisa.

Specialne rešitve po meri: do delujočega in preverjenega sistema v vsega 5 mesecih

Razvoj programske opreme, ki se je pričel sredi decembra 1999, je trajal štiri mesece. Da je bilo delo hitro in uspešno opravljeno, so potrdila testiranja sistema, na podlagi katerih je Intereuropa začela z njegovo redno upo-



Brežhibna paketna distribucija se že 10 let vrši s terminali Honeywell Dolphin 7200

rabo 17. aprila 2000. Sistem danes, po desetih letih, še vedno brežhibno deluje. Ob tem poudarimo, da je bilo potrebno hkrati z razvojem sistema za njegovo uporabo usposobiti tudi vse tiste sodelavce Intereurope, ki sistem uporabljajo. To so dispečerji, telefonisti, vozniki in skladiščniki. Glede na to, da je v uporabi veliko računalniške opreme, ki zahteva določen način

dela, je potrebno pri projektih te vrste nameniti veliko pozornost prav uporabnikom sistema. Pogosto se namreč zgodi, da so napori razvijalcev usmerjeni predvsem v stroje, za ljudi pa zmanjka časa. Prenos podatkov med centrom in posameznimi vozili je izveden preko podatkovne zveze v omrežju operaterja Si.mobil z modemi GSM. Za vzpostavitev pogovorne zveze s centralo ima vsak voznik na voljo telefon GSM, ki pa ni del sistema, saj ta ne predvideva, da bi se katerekoli informacije, potrebne za njegovo delovanje, prenašale na ta način.

Uporaba terminala pri paketni distribuciji

Telefonisti sprejemajo naročila za prevoze paketov in jih z vsemi potrebnimi podatki predajajo dispečerju. Ta na osnovi podatkov, ki jih ima o posameznih voznikih (pozicija, zasedenost ...), izbere najprimernejšega voznika in mu preko podatkovne zveze GSM prenese naročilo. Ko ga voznik sprejme na svoj ročni terminal, se z njim seznani in odide do stranke, ki je prevoz naročila. Pri njej pošiljko prevzame, pri čemer izpolni vozni list, opremljen s črtno kodo. To črtno kodo vnese kot identifikacijski podatek o prevzeti pošiljki v svoj ročni terminal (od tu naprej se ta pošiljka sledi po tej



Paketna distribucija danes, Honeywell Dolphin_9900



Honeywell Dolphin GPS

črtni kodi), stranki pa kot potrdilo o prevzemu preda eno od kopij voznega lista. Ko se voznik vrne v svoje vozilo, se podatek o prevzemu avtomatično prenese po podatkovni zvezi v centralni računalnik takoj, ko ročni terminal odloži v njegov podstavek. Če stranka ni zahtevala dostave še isti dan, voznik prevzeto pošiljko konec delovnega dne preda v zbirni center. Iz posameznih zbirnih centrov se vse prejete pošiljke še isti dan odpremijo v centralno sortirnico, kjer se prerazporedijo glede na kraje dostave. Tako presortirane pošiljke se zopet prepeljejo v ustrezne zbirne centre. Vsi prehodi paketov v sortirnici se spremljajo s črtno kodo. Naslednjega dne zjutraj vozniki v zbirnih centrih prevzamejo pošiljke, ki so bile prevzete prejšnji delovni dan, da jih bodo dostavili prejemnikom na svojem področju delovanja. Predajo paketov pri stranki vozniki potrdijo z izvajanjem določenega postopka na svojem ročnem terminalu. Tudi podatek o predaji paketa se avtomatično

prenese v centralni računalnik takoj, ko se voznik vrne v vozilo. Medtem ko vozniki predajajo pošiljke prejšnjega dne, po podatkovni zvezi GSM prejema nova naročila za prevzeme, in tako se krog vrtil naprej ... Paketna distribucija par excellence.

Celotna rešitev se uporablja že deset let in deluje brez pomembnejših tehničnih težav. Lahko rečemo, da je ta rešitev za naročnika Intereuropo komercialno uspešna. Tudi s storitvijo LEOSS-ovega servisa so v Intereuropi zadovoljni. Težavo povzročajo občasno povoženi terminali. Ti pa so po zamenjavi ohišja spet v brezhibnem stanju. Logično je, da je potrebno akumulatorske baterije menjati vsaki dve leti.

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

40 let razvijamo in proizvajamo elektromagnetne ventile

JAKŠA
MAGNETNI VENTILI



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

www.jaksa.si

Jakša d.o.o., Šlandrova 8, 1231 Ljubljana, tel.: (0)1 53 73 066 fax: (0)1 53 73 067, e-mail: info@jaksa.si

Zagotovljena varnost do zore brez vlomov ...

»Vlomilec vstopil skozi streho« – vse več časopisnih in radijskih zgodb ali policijskih poročil o vlomih se začneja s temi besedami. Vendar pa obstaja enostaven in zanesljiv način za varno zaznavanje vlomilcev, ki vlamljajo v skladišča ali trgovine od zgoraj – z uporabo SICK-ovega LMS100 iz družine laserskih merilnih skenerjev.

Prazna polica, luknja v stropu in zapuščen lestev – to je vse, kar je dobila policija po vladu v trgovino v Suhlu (Turingija). Plen: cigarete, alkohol in kovanci. Druge zaželene stvari za krajo so električni aparati. V januarju 2008 je trgovina z električnimi aparati v Ludwigshafnu (Rhineland-Palatinate) utrpela podobno izkušnjo, ravno tako kot trgovina, specializirana za elektronsko opremo, v Bensheimu (Hesse) v juniju in trgovina z mobilnimi telefoni v Celovcu (Koroška, Avstrija) v novembru. Pri nas, natančneje iz ljubljanskih nakupovalnih centrov, imamo tudi veliko policijskih poročil o spektakularnih vlomih skozi streho, čez nenadzorovano podstrešje

lahak način. Njihovo »delo« olajša še nižanje stroškov, saj je veliko skladišč zasnovanih na principu najcenejše gradnje, npr. stene iz mavčnih plošč ali strehe iz tanke pločevine. Tudi strešna okna in prezračevalne lopute na strehah predstavljajo »nenamerna pomagala«. Učinkovite rešitve so možne s pomočjo laserskega merilnega sistema, ki pokriva fasade in ravne strehe zunaj kot tudi stene, tla ali strop znotraj s celotno nepropustno varnostno pregrado.

Lasersko merjenje zagotavlja funkcionalen nadzor in zaščito

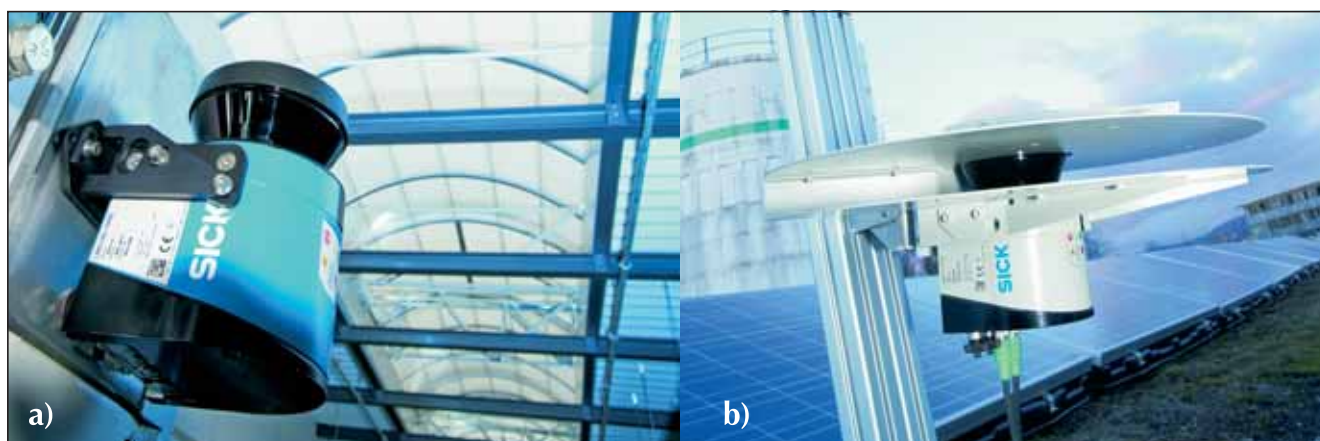
Na področju varovanja stavb ali prostorov zagotavlja laserski merilni sistem, uporabljen bodisi horizontalno ali vertikalno, najvišji nivo zanesljive detekcije. Tak je novi LMS120 z releskim izhodom, npr. za vklopjanje nadzorne kamere. V pripravi je tudi verzija LMS120 Security s potrdilom za tovrstne aplikacije. Zaradi visoke kotne ločljivosti sistem ustvari varnostni plašč, ki je »stkan« tako na gosto, da v trenutku zanesljivo zazna že konico svedra, ko pride skozi zid. Enako velja za nepovabljenе goste od zgo-

za zunanjo uporabo deluje natančno in neodvisno tudi v slabih vremenskih razmerah. Z uporabo brezplačne programske opreme za nastavitve lahko uporabnik določi v vsaki napravi do deset nadzornih polj samo z nekaj kliki miške. Polja lahko segajo do 18 m v globino in so prosto nastavljiva znotraj dosega naprave, zato tudi ni potrebno, da se polje začne tik ob skenerju. Razen tega pa so polja lahko še kasneje prilagojena, npr. na stranske stene, podporne stebre in druge arhitekturne oblike.

Zagotovljena zaščita proti zlorabam

Poleg lokacije vgradnje – najpogostejše pod streho in dostopno samo z lestvijo – predstavlja učinkovito zaščito pred zlorabami še kodirani dostop do naprave, kar pomeni, da parametre lahko spreminja samo pooblaščen tehnična oseba, ravno tako pa primerjava temeljnega stanja z izmerjeno referenčno okolico.

Tako modeli LMS100 kot tudi LMS111, model za zunanjo uporabo, sta zanesljiva nadzorna sistema za varovanje zgradb. Po vgradnji se



Laserski merilni skener LMS 100 (a) in LMS 111 (b)

in skozi strop iz stiropora v trgovine, zlatarne ... Tudi v prihodnje lahko pričakujemo porast vlomov v pisarne, stavbe in skladišča, polna zamrznjene hrane, oblek priznanih znamk, barvnih kovin, še posebej, če lahko vlomilci dobijo velik plen na sorazmerno

raju. Tudi če ima »temno zamaskirana postava« dejansko črna oblačila in s tem ustvarja le minimalne refleksije za laserski merilni sistem, jo naprava brezkompromisno zazna s pomočjo tehnologije dvojnih impulzov – tudi v dežju, megli ali snegu, saj različica

naprava po zaprtju trgovine aktivira le v primeru vloma.

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



INDUSTRIJSKA HIDRAVLIKA

ULBRICH

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

ARGO 
 **HYTOS**



WANDFLUH
Hydraulik - Elektronik

Naprave z zračnim pogonom

- črpalke, agregati
- zviševalniki tlaka zraka
- kompresorji



HIDRAVLIČNA ORODJA

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

SPX POWER TEAM

HYTREC

INDUSTRIJSKI AMORTIZERJI

- amortizerji
- zračne vzmeti
- izolatorji vibracij

ENIDINE
An IMC Company

KEMIČNO-TEHNIČNI PROIZVODI

- specialna maziva
- industrijska olja
- drsniki
- tesnilno-lepilne mase
- ločilna sredstva
- mase za kalupe



MOLYKOTE
MOORE OIL LUBRICANTS

Krytox®

DOW CORNING

- kontaktne maziva
- zaščitni laki
- zalivne mase
- čistila

Tecnite
innovative solutions

- strukturna lepila
- cianoakrilatna lepila
- anaerobna lepila

ITW PLEXUS
Structural Adhesive

Permabond
Engineering Adhesives

- UV lepila, naprave, pribor



Za brezhibno delovanje

ULBRICH

HIDROAVTOMATIKA

www.ulbrich.si

ULBRICH HIDROAVTOMATIKA, d. o. o.

Ime »Hidravlika ULBRICH« je že več kot petindvajset let prisotno tudi na slovenskem tržišču. Družinsko podjetje ULBRICH HIDROAVTOMATIKA, d. o. o., je kot hčerinsko podjetje vključeno v skupino ULBRICH in je specialist za hidravliko, elektroniko in avtomatiko ter gradnjo zahtevnih namenskih strojev. Razen tega je kompetentno tudi za specialna maziva in industrijska lepila.

O podjetju, programu oz. ponudbi podjetja, viziji in vpetosti v slovenski in mednarodni prostor smo se pogovarjali z direktorjem in ustanoviteljem podjetja gospodom Danilom Helblom.



Posvet pred pomembnimi odločitvami

Ventil: Spoštovani gospod Danilo Helbl, podjetje ULBRICH HIDROAVTOMATIKA, d. o. o., je že dve desetletji prisotno na slovenskem tržišču hidravlične pogonske in krmilne tehnike, pojem »Hidravlika ULBRICH« pa že več kot petindvajset let. Četrto stoletje izkušenj je zavidanja vredno obdobje. Prosimo vas, da nam na kratko predstavite svoje podjetje in njegovo razvojno pot.

D. Helbl: Podjetje ULBRICH HIDROAVTOMATIKA, d. o. o., je bilo ustanovljeno proti koncu leta 1990 na osnovi t. i. Markovičeve zakonodaje o gospodarskih družbah, poslovati pa je začelo na začetku leta 1991, tako da bo kmalu staro že dvajset let.

Sam sem se v drugi polovici osemdesetih let prejšnjega stoletja kot sorazmerno mlad inženir zaposlil v podjetju Ing. Hans Ulbrich GmbH s sedežem v bližini Dunaja. Prej sem

bil šest let tehnični vodja podjetja HYPOS Muta, kar je ob nastopu funkcije zahtevalo poglobitev teoretičnih in praktičnih znanj s področja hidravlične pogonske in krmilne tehnike, ki pa sem jih lahko sproti uporabljal in nadgrajeval na konkretnih projektih v vsakdanji praksi. V tujino me je gnala želja po strokovnem napredovanju, širitvi obzorja, pa tudi po boljšem zaslužku. Ker sem že imel družino in dom, sem se odločil za relativno bližino nove zaposlitve, ki mi je omogočala tedensko vračanje domov.

V novem okolju sem se hitro uve-

ljavil in delal na projektih v Avstriji, Jugoslaviji, Sovjetski zvezi, Češkoslovaški ...

V tujini sem nameraval ostati pet let. Proti koncu te dobe, konec osemdesetih, so se, kot vemo, v Evropi začele velike družbene spremembe. Delodajalec mi je ponudil, da v Jugoslaviji, kjer smo uspešno delovali predvsem na področju strojegradnje, ustanovimo skupno podjetje. Izziv sem sprejel. Ustanovitev pa se je zgodila v zelo neprimernem času, saj je že v prvem letu delovanja razpadla bivša država in njen trg. Odločil sem se, da zaradi socialne varnosti nadaljujem z delom v tujini, podjetje ULBRICH HIDROAVTOMATIKA pa počasi razvijam – skladno s tržnimi možnostmi. Ker smo začeli skromno in premišljeno, smo preživeli začetne težave in se počasi razvijali, v začetku predvsem z inženirskimi deli za matično podjetje, nato pa vse bolj tudi z lastnimi projekti.

V tem času se je preoblikovalo tudi matično podjetje, se organiziralo kot



Poslovna stavba podjetja v Radljah ob Dravi

skupina in ustanovilo hčerinske družbe v Avstriji ter v sosednjih državah srednje Evrope. ULBRICH HIDRO-AVTOMATIKA je s svojim kadrom in zunanji sodelavci prevzela razvoj hidravlične in elektronske krmilne tehnike za inteligentne hidravlične stroje, ki jih je skupina ULBRICH pričela proizvajati in tržiti, ter razvoj aplikacij proporcionalne tehnike.

Širitev dejavnosti je zahtevala ureditev prostorskih razmer, saj smo konec devetdesetih delovali na treh lokacijah, kar je že motilo poslovni proces. Odločili smo se za novogradnjo v Radljah ob Dravi in jo pred tremi leti tudi zaključili ter predali svojemu namenu. Sedaj imamo res dobre pogoje za nadaljnje delo in razvoj.

Ventil: Nahajate se na področju, kjer je kar nekaj podjetnikov, ki se ukvarjajo s hidravliko. Imate kakšne skupne korenine, ste poslovno povezani oz. se dopolnjujete v programu in storitvah?

D. Helbl: Prav imate. V Zgornji dravski dolini, na Muti, je bilo leta 1975 ustanovljeno podjetje za hidravliko in pnevmatiko HYPOS Muta, ki je predstavljalo kadrovske baze za večino današnjih podjetij in samostojnih podjetnikov, ki se ukvarjajo s hidravliko. To je tako kot v naravi, da drevo odvrže semena in pod njim zrastejo mladi poganjki. Mislim, da smo si vsi poskušali poiskati primerne tržne niše in segmente. S ponudbo se kar dobro dopolnjujemo, pa tudi sodelovanje nam ni tuje.

Ventil: Vaš program oz. ponudba obsega tako hidravlične komponente in orodja kot tudi celotne stroje in naprave. Katere blagovne znamke v glavnem tržite? Kakšne so vaše povezave s temi partnerji?

D. Helbl: Naš proizvodno-prodajni program je kar obsežen. Delimo ga na naslednje glavne skupine: industrijska hidravlika, stroji in naprave, hidravlična in druga orodja, obvladovanje gibanja, kemično-tehnični proizvodi in UV-tehnologija.

Na področju industrijske hidravlike se pri svojih projektih hidravličnih agregatov in opreme naslanjamo



Predstavitev izdelkov podjetja Ulbrich – TPVS, Rogla

predvsem na sestavine proizvajalcev ARGO-HYTOS in WANDEFLUH, ki jih tudi tržimo. Seveda je večkrat potrebno poseči tudi po proizvodih dru-

gih priznanih proizvajalcev. Pri tem so glavna vodila pri izbiri predvsem tehnična ustreznost, kakovost, servis in komercialni pogoji.



Univerzalni stroj za preizkušanje vzmeti



Namenski pogonski agregat za EX okolje (levo) in za namenski obdelovalni stroj (desno)

Na področju strojev in naprav poleg že omenjenih elektronskih krmilij za inteligentne hidravlične stroje skupine ULBRICH nudimo razne namenske naročniške stroje in naprave, kot recimo preizkuševališča hidravličnih sestavin in sklopov, visokotlačna preizkuševališča (do 4000 bar), stroje za preizkušanje vzmeti ...

Prav tako imamo v prodajnem programu naprave za vzdrževanje in nadzor stanja hidravličnih tekočin ARGO-HYTOS.

S partnerji imamo urejen direkten pogodbeni odnos, kar nam zagotavlja tehnično in informacijsko podporo iz prve roke, kakovostno izobraževanje sodelavcev pa tudi primerne komercialne pogoje.

Ventil: Razen teh proizvodov imate v svojem programu tudi večje število ostalih blagovnih znamk – nekatere od teh ponujajo prav namenske komponente?

D. Helbl: Da, usmerjeni smo predvsem na kakovostne t. i. nišne proizvode, kjer je za trženje potreben sorazmerno visok nivo tehničnega znanja ter ustrezna tehnična podpora interesentom in kupcem. Med njimi so visokotlačna hidravlična orodja SPX POWER TEAM, hidravlični, pnevmatski in električni momentni stroji za vijachenje HYTORC, hidravlične

črpalke z zračnim pogonom ter visokotlačni kompresorji z zračnim pogonom MAXIMATOR, sestavine za obvladovanje gibanja, kot so industrijski amortizerji, oljne zavore in izolatorji vibracij ENIDINE.

V skupini ULBRICH je tradicija tudi trženje nekaterih kemično-tehničnih proizvodov. Aktivno tržimo predvsem specialna maziva in silikone blagovne znamke DOW CORNING – MOLYKOTE, tehnična lepila PERMABOND in PLEXUS ter kemikalije za elektroindustrijo ELECTROLUBE.

V zadnjem času pa smo program razširili tudi s ponudbo UV-naprav in sistemov za sušenje lepil, barv in lakov, površinsko dezinfekcijo, vzbujanje fluorescenca ter simulacijo sončnega sevanja za pospešeno staranje materialov ali preizkušanje fotovoltaičnih celic in panelov.

Ventil: Ponujate tudi celovite rešitve – stroje in naprave. Koliko je pri tem uporabljenega lastnega znanja in razvoja ter na katerem področju? Kaj npr. razvijate sami, na katerem področju ste se specializirali?

D. Helbl: Povedal sem že, da je skupina strokovnjakov, ki sem jo zbral v okviru podjetja, že na začetku pričela z razvojem hidravlične in elektron-

ske krmilne tehnike za inteligentne hidravlične stroje skupine ULBRICH. Na začetku smo za posamezne stroje sami razvijali in proizvajali mikroprocesorske krmilnike, kasneje pa smo se odločili za uporabo krmilnikov priznanih proizvajalcev. Ker gre običajno za zahtevnejše namenske stroje, kjer so poleg fleksibilnih krmiljenj procesov potrebni tudi dobra komunikacija upravljavca–stroj, shranjevanje podatkov o posameznih programih oz. »receptih«, o poteku procesov in njihovo protokoliranje, smo se že na začetku pred skoraj dvajsetimi leti odločili, da za te naloge uporabimo osebni računalnik in ta koncept smo zadržali do danes. Tako za vsak stroj oz. skupino strojev razvijemo namensko programsko opremo za krmilnik procesov in za osebni računalnik.

Ker pa so naše osnovne kompetence na področju hidravlike, je razumljivo, da sami tudi idejno zasnujemo, razvijemo in proizvedemo hidravlični pogon in hidravlično krmilje za naše stroje in naprave. Delujemo torej interdisciplinarno, smo mehatroniki.

Posebej smo osredotočeni na inteligentne stiskalnice za montažo sklopov v avtomobilski industriji in industriji reduktorjev, na stroje za preizkušanje vzmeti v železniški industriji, na naprave za preizkušanje amorti-

zerjev, na naprave za preizkušanje tlačnih stikal, na hidravlično opremo in elektronska krmilja preizkuševališč mehanskih konstrukcij, ...

Ventil: Konkurenca ponudnikov na področju izdelkov pogonsko krmilne hidravlike je v Sloveniji dokaj velika. Na katerih področjih so vaše prednosti?

D. Helbl: Svojo prednost vidimo predvsem na področju zahtevnejših individualnih izdelkov in namenskih naročniških rešitev. Znamo prisluhniti strankam, njihovim specifičnim potrebam, jim dati ustrezno podporo in najti ustrezne kompletne rešitve. Odzivamo se hitro, gradimo na kakovosti in prevzemamo sistemsko odgovornost. Pri interdisciplinarnih rešitvah delujemo kot homogen tim s projektnim vodjem, ki projekt koordinira navznoter in navzven. V ospredje vedno postavljamo zadovoljstvo naročnika.

Ventil: Tudi spisek vaših referenc iz zadnjega obdobja je dokaj obsežen. Bi lahko katero posebej izpostavili? Kakšen večji oz. odmevnejši projekt?

D. Helbl: Zelo smo ponosni na projekt pogonske enote za hidravlične kretnice na hitrih železniških progah, ki smo ga kar nekaj let razvijali za avstrijskega proizvajalca kretnic in je v zadnjih letih že dal tudi ekonomske učinke. Gre za namensko enoto z reverzibilno zobniško črpalko v zaprtem krogotoku, ki mora deset let zanesljivo obratovati med $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ in $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ in ima nekatere funkcije, za katere smo razvili originalne rešitve.

Tudi projekt hidravlične, elektroin programske opreme za preizkuševališče železniških podstavnih vozičkov svetovno znanega proizvajalca ni bil mačji kašelj. Tu istočasno koordinirano krmilimo desetih hidravličnih osi na osnovi podatkov iz podatkovne datoteke in s tem simuliramo vožnjo vagona pod različnimi pogoji.

Naj izpostavim še projekt hidravlične in elektroopreme ter računalniškega vodenja preizkusov na 3000 kN preizkuševališču mehanskih konstrukcij ene od slovenskih fakultet.

Ventil: Podjetje ULBRICH HIDROAVTOMATIKA, d. o. o., vлага veliko naporov in energije tudi v promocijo blagovne znamke in stroko. Kje vse ste prisotni in kakšne aktivnosti izvajate v tej smeri?

D. Helbl: Mislim, da je ravno promocija področje, kjer moramo še veliko postoriti, še posebej na slovenskem trgu, pa tudi na trgih držav zahodnega Balkana. Do sedaj smo precej poslov pridobivali s tržnimi aktivnostmi drugih podjetij v okviru skupine ULBRICH, v bodoče pa želimo še več tržiti samostojno, kar je gotovo povezano z vlaganji v stalno promocijo na ciljnih trgih. V zadnjem letu smo pričeli z intenzivnejšo promocijo na Hrvaškem, zato letos že pričakujemo nekoliko povečana naročila s tega področja.

Strokovno imamo stike z obema fakultetama za strojništvo, s Slovenskim društvom za fluidno tehniko ter z Društvom vzdrževalcev Slovenije.

Širši publiki in strokovni javnosti se redno predstavljamo na vsakoletnih TEHNIŠKIH POSVETOVANJIH VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE na Rogli, na bienalnem sejmu TEROTECH v Celju ter na mednarodnih konferencah FLUIDNA TEHNIKA v Mariboru.

Trenutno teče projekt prenove spletnih strani, ki jih želimo narediti prepoznavnejše in vsebinsko bogatejše. Vidimo, da postajajo vse pomembnejše orodje promocije in trženja.

Ventil: Kako občutite sedanje gospodarske razmere? Kam boste usmerili svoje aktivnosti v bližnji prihodnosti?



Preizkušanje novega izdelka

D. Helbl: Kljub težavnim gospodarskim razmeram smo bili s poslovanjem v letu 2009 zadovoljni. Dober rezultat so nam omogočile predvsem razvojne aktivnosti iz prejšnjih let. Upamo in pričakujemo, da tako tudi ostane.

V naslednjih letih bomo morali poskrbeti za kadrovske pomladitev, saj nekateri sodelavci počasi zaključujejo svojo poklicno pot. Veseli me, da se število študentov tehniških ved povečuje in da se mehatroniki v študijskih programih posveča vse večja pozornost, saj so prav kadri največji kapital podjetja.

Novi izzivi nas čakajo tudi na področju pridobitve certifikatov kakovosti in ohranjanja okolja, kar bo treba opraviti ob vsakodnevnih rednih delovnih nalogah in skrbi za dobro poslovanje. No, ne bo nam dolgčas.

Gospod Danilo Helbl, v imenu bralcev revije Ventil se vam najlepše zahvaljujemo za pogovor in vam želimo veliko poslovnih uspehov.

Dr. Darko Lovrec
Fakulteta za strojništvo Maribor

Modelling the human-robot impact

Peter URŠIČ, Borut POVŠE, Borut ZUPANČIČ, Tadej BAJD

Abstract: The study presented in the paper is focused on cooperation of a small industrial robot and a human worker, which leads to a better industrial performance. The complex assembly is an example of such cooperation. Despite all the safety features that can be integrated in a robotic cell, such as sensors and machine vision, the collision between the human and the robot cannot always be avoided. With a purpose to study the safe human-robot interaction, a passive mechanical lower arm has been developed, on which impact experiments were performed. Impact experiments with human volunteers were carried out afterwards. Mathematical models of the collision, consisting of the systems of algebraic and differential equations, for both types of the experiments were formulated and simulated. Simulating the impact models enables much easier and faster experimentation, which cannot be achieved with passive mechanical lower arm or human volunteers. The impact models will be used in the future study of the human-robot impact in the 3D virtual environment, in which collisions not safe for experimenting with real humans will be performed.

Keywords: human-robot impact, impact model, computer simulation, human-robot cooperation

■ 1 Introduction

In conventional industrial applications, robots are performing tasks involving monotonous operations, known as low level tasks and are isolated from human operators executing high level tasks. We expect that shared and cooperative work between a human and a robot in a coexistence environment will give us much higher degrees of system performance, since many industrial tasks involve both kinds of operations. In the future, robots will be working with humans not only in industrial environment but also in the areas of service robotics. In realization of human-robot coexistence, human safety is indispensable.

Peter Uršič, univ. dipl. mat., University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering, Ljubljana, Slovenia; Borut Povše, univ. dipl. inž., Dax Electronic Systems Company, Trbovlje, Slovenia; Prof. dr. Borut Zupančič, univ. dipl. inž., University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering, Ljubljana, Slovenia; Prof. dr. Tadej Bajd, univ. dipl. inž., University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering, Ljubljana, Slovenia

A wide variety of safety features can be integrated in robotic cells, ranging from visual observation of the area around the robot, to collision avoidance algorithms implemented in the robot control [1, 2]. But whenever a combination of highly technical equipment and software is included, there is always a risk of failure, which can result in injury of the affected operator. On the other hand, no detection system exists that can guarantee collision avoidance with sufficient reliability without imposing strong restrictions on the speed of motion of the robot. Therefore, it is necessary to study the human-robot impact.

Some real experiments, modelling and simulation experiments have been done regarding human-robot impact with industrial and nonindustrial robots. One of the specific situations for the use of robots in nonindustrial areas is coexisting with elderly people and helping them in their living or working environments. Hunok Lim presented a human-friendly robot with an elastic material-covered manipulator [3]. Besides impact experiments, a mathematical model of collision has been developed using Euler-Lagrange equations, to study safe human-robot interaction.

Yamada [4] developed a mathematical model of human-robot collision in which a human body was modelled with a simple semi-ellipsoid shape. The robot applied in this study was the SSR-H604DN manufactured by the Seiko-Epson Corp. which was covered with viscoelastic material for increased human safety. An equation of impact force was derived considering viscoelastic properties of the robot covering.

The impact tests with industrial robots were to our knowledge mainly investigated by DLR-German Aerospace Center. Head and chest impacts were studied with car crash-test dummies from automotive industry, using LWRIII, KUKA KR3-SI, KUKA-KR6 and KUKA KR500 industrial robots [5, 6, 7].

With the models of crash-test dummies and model of KUKA KR150, robot-human impact simulations were carried out [8]. Simulations were focused on head impacts of the dummy with the robot. Two different mathematical approaches were dealt with. These are the Finite Element Methods which were solved using LS-DYNA simulation tool (Livermore Software Technology Corporation) and Multibody Dynamics which were simulated using ADAMS (MSC Software

Inc.) and LifeMOD (Biomechanics Research Group, Inc.). Simulation results were analysed with the head injury criteria (HIC), commonly used in automotive industry, to show its applicability to robotics.

In our research we are focused on co-operation of a small industrial robot and a human worker. The assumption was made, that their workspaces intersect in such a way, that human-robot impacts are only possible with the worker's lower arm and manipulator's end-effector. Therefore, no life-threatening injuries can occur. In the worst case, fractures of worker's lower arm can result from the collision, if the arm is clamped. Only damage to the skin and muscle tissue is possible, when the movement of the arm during the impact is not hindered.

The robot used in the study was a small Epson six axis robot. A passive mechanical lower arm (PMLA) was developed, with which preliminary impact experiments were carried out [9]. The impact experiments with human volunteers were carried out afterwards. Mathematical models of impact for both types of experiments were developed and simulated. Modern multi-domain and object oriented modelling tools recently developed gave us a strong support not only in simulation phase but also in the phase of mathematical modelling.

The goal of our study is to explore some impact scenarios which can occur during the described human-robot cooperation. The impact models will be used in the future study of human-robot collision in the 3D virtual environment, in which the user will be cooperating with a virtual robot in the task of a complex assembly. In this way, simple and quick impact experiments will be carried out, during which high impact forces will be present, not safe for real experimentation with humans.

■ 2 Experiments

PMLA was developed with a purpose to imitate real human arm characteristics. For human safety, impacts of robot end-effector with PMLA were

investigated, before impact tests with human subjects were carried out. The results of the experiments were used for the modeling of the collision and for the validation of the models.

2.1 Experiments with passive mechanical lower arm

The PMLA device (*Figure 1*) consists of a vertical base pillar made from aluminium, to which the arm structure is attached through passively adjustable shoulder joint. The arm structure consists of upper and lower arm. The upper arm is emulated with an aluminium profile, while the lower arm's aluminium bar holds a prosthetic arm, which emulates human tissue. It has about the same weight as the real human lower arm and about the same elastic properties as relaxed human muscles. The prosthetic arm is covered with silicon esthetic glove, which represents human skin. The connection between lower and upper arm is made with a rotational elbow joint. The torque in the joint emulates a stretched human biceps muscle, which compensates for the gravity, keeping the lower arm in steady position before the impact. A pneumatic cylinder, emulating elbow viscoelastic properties, is also placed between the lower and upper arm. The only possible movement of PMLA during the impact experiment is the rotation of the lower arm around the elbow rotary unit.

The measuring system used in the experiments consisted of a three-axis accelerometer ADXL203 and three gyroscopes ADXRS150 (Analog Devices, Inc.) [10], three-axis force sensor (JR3, Inc.) and the optical kinematic measurement system Optotrak Certus (Northern Digital, Inc.). The accelerometer

and gyroscopes were placed on the lower arm's supporting aluminium profile. The force sensor was installed between the robot's sixth joint and the end-effector. Accelerations, velocities and forces during the impact were logged by a real-time xPC target computer, while the motion of the arm and the robot was observed with two Optotrak position sensors using the infrared markers attached to both objects.

In the impact experiments different robot end-effectors were used, representing different tools that are being used by the industrial robots. End-effector's shapes for point, line and plane impacts were used. In our further study of impact modeling we are focused only on line impacts.

Several experiments were carried out with PMLA. The arm's initial position was always precisely the same. Every experiment started with the robot end-effector moving towards the arm along a straight line. Collision occurred under 90 degrees angle and at the point positioned 11 centimeters from the wrist on the dorsal aspect of the lower arm. The robot end-effector was programmed to stop at the point located inside the PMLA and at constant deceleration. The depth of the stopping point under the arm surface was changed from 5 mm to 30 mm with 5 mm steps and robot's deceleration was incrementally changed from 1 m/s² to 5 m/s².

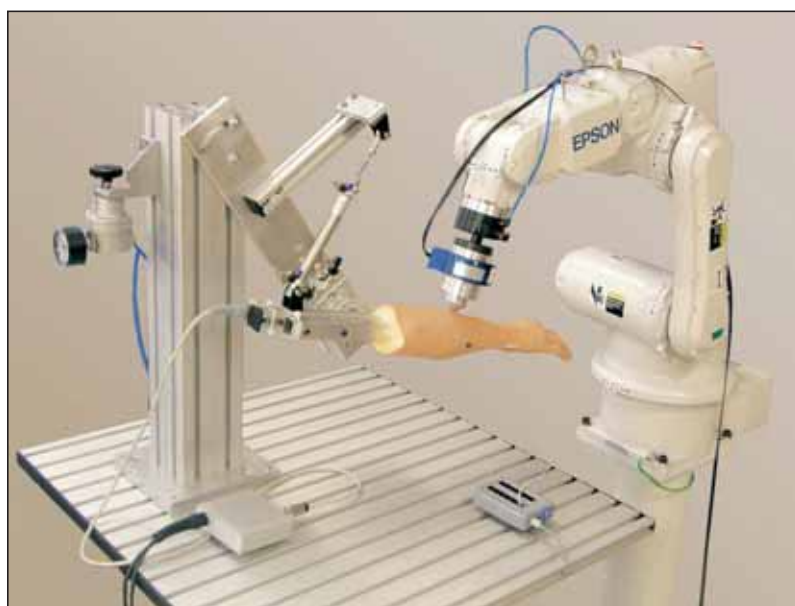


Figure 1. PMLA and six axis robot

2.2 Experiments with human volunteers

The measuring system used in the experiments with human volunteers was the same as in the experiments with PMLA. The accelerometer and three gyroscopes were attached to the ventral aspect of the human lower arm, the three-axis force sensor was placed between the robot's sixth joint and the end-effector. For the measurement of the movement of the arm and the robot end-effector, infrared markers were attached to the robot end-effector and dorsal aspect of human lower arm. The optical measurement system Optotrak Certus was assessing the position of the markers using two position sensors.

The experiments were done with 5 human volunteers. The shapes of the robot end-effector for plane and line impacts were used. The end-effector for the point impact was left out of the experiments, as the point impacts were found dangerous in the view of skin and muscle tissue injury [9]. For increased safety, the robot crash protector was installed between the end-effector and robot's sixth joint, which eases the collision, if the impact force exceeds the predetermined value. Only line impact is taken in consideration in the further study of impact modeling.

Several experiments were done with every volunteer. The initial position of the human arm was the same in each experiment. This was achieved with the use of the structure consisted of two metal wires stretched between two aluminium profiles. Two parallel lines were drawn to the volunteer's dorsal aspect of the lower arm, transversely to the length of the arm. The person was asked to put the arm between the two aluminium profiles with metal wires touching the dorsal aspect of the lower arm. To ensure the initial position was precisely the same in each experiment, the wires had to be aligned with the lines drawn on the lower arm.

In each experiment the robot collided with the arm, while moving along a straight line perpendicularly

to the arm surface. The point of impact was positioned in the centre of the forearm on the dorsal aspect of the lower arm. As in the experiments with PMLA, the robot end-effector was programmed to stop at the point located inside the human arm and at constant deceleration. The depth of the stopping point under the arm surface was changed from 10 mm to 20 mm and 30 mm, while robot's deceleration was incrementally changed from 1 m/s² to 5 m/s².

3 Mathematical modelling

In this section, the impact models for both types of experiments are derived, which will be used in the 3D virtual environment for further experimentation. Subsection 3.1 describes the impact model for PMLA, while in subsection 3.2 impact model for real human arm is derived. The development of the models is based on theoretical modelling, giving the description of the physics of the impact. An efficient connection between the programming packages Matlab-Simulink (The MathWorks, Inc.) and Dymola-Modelica (Dynasim AB) was used for optimization and estimation of some parameters, with the use of the results of the experiments.

3.1 Modelling of impacts with passive mechanical lower arm

From the data obtained with the Optotrak measuring system we can conclude, that the impact has no effect on the movement of the robot end-effector. Therefore, the human-robot impact can be mathematically modelled as a forced movement of the arm under the influence of the movement of the robot.

3.1.1 Kinematics of the robot end-effector

For each experiment the movement of the robot was assessed. Collision occurred while the end-effector was moving with constant deceleration a . The end-effector's movement has stopped when it reached the depth h under the surface of the PMLA's initial position. From the collision starting moment to the moment when collision

ended, the robot end-effector has travelled a path of the length h along a straight line perpendicularly to the arm surface.

Simple equations

$$v(t) = at + v_0 \quad (1)$$

and

$$s(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + s_0 \quad (2)$$

describe the kinematics of an object, where $v(t)$ is the speed, $s(t)$ is the path, v_0 and s_0 are the object's initial speed and position and a_0 is its constant acceleration or deceleration, depending upon the sign of the constant. In the following equations deceleration a is considered to be a positive real number. From equation (2) we can obtain the time in which the end-effector travels the distance h

$$t_{imp} = \sqrt{\frac{2h}{a}} \quad (3)$$

by setting $v_0=s_0=0$, $a_0=a$ and $s(t_{imp})=h$. The variable t_{imp} represents the time elapsed from the beginning of the collision to the moment when the end-effector stopped. By keeping $v_0=0$ and $a_0=a$ in equation (1), with use of equation (3), we can also derive the end-effector's speed at the impact starting moment

$$v_{init} = \sqrt{2ah} \quad (4)$$

The end-effector's path during the impact as a function of time can be therefore expressed with equation

$$s(t) = v_{init}t - \frac{1}{2}at^2 \quad (5)$$

When the robot end-effector stopped at depth h , it remained at that position to the end of the experiment. Therefore, for $t \geq t_{imp}$ the equation

$$s(t) = v_{init}t_{imp} - \frac{1}{2}at_{imp}^2 = h \quad (6)$$

holds.

3.1.2 Defining the variables of PMLA

With a variable $x(t)$ we denote the depth, to which the robot end-effector immerses into PMLA's prosthetic tissue. The angle of rotation of the

lower arm around the elbow joint is denoted $\varphi(t)$, while the translation of the impact point in the direction perpendicularly to the arm's surface in initial position is $y(t)$. Therefore,

$$y(t) = r \sin \varphi(t) \quad (7)$$

is obvious, where r is the distance between the point of impact and the axis of rotation.

3.1.3 PMLA's and end-effector's joined movement

From the observation of the impact experiment and verified with the data from Optotrak measuring system, by calculating the distances between the infrared markers, we can conclude, that once the contact of the robot end-effector with PMLA has been made, they remain in contact even after the collision. Therefore, equation

$$y(t) = s(t) - x(t) \quad (8)$$

is valid.

3.1.4 Equation of rotation

Viscoelastic properties of the artificial arm are modelled with a spring and a damper. The force of the robot applied to PMLA is therefore equal to the expression

$$F_{ROB}(t) = K_r x(t) + b_r \dot{x}(t) \quad (9)$$

where K_r is the arm's spring constant and b_r is it's damping constant. The Euler equation of rotation of the lower arm around an elbow joint has the form

$$J\ddot{\varphi}(t) = rF_{ROB}(t) - b\dot{\varphi}(t) - N(t) \quad (10)$$

On the left-hand side of the equation, there is the change of the angular momentum of the lower arm, with J being it's inertia. On the right-hand side of the equation there is the sum of the torques applied to the arm. As it has been implied, the first element of the equation represents the torque of the end-effector, where the constant r is the same as in (7). The second element of the equation is the torque produced by the pneumatic cylinder installed near the elbow joint, with b

being it's damping constant. Finally, $N(t)$ represents the torque in the elbow joint, dependent on the adjustment of the rotary unit, which has been provided to hold the arm in steady position before the impact.

3.1.5 Modeling the friction force

The torque $N(t)$ is caused by the friction force $F_{fr}(t)$ in the elbow joint. The surface affected by the friction force and also the distance of this surface to the axis of rotation is unknown. This is the reason to introduce a constant P_L , which leads to equation

$$N(t) = P_L F_{fr}(t) \quad (11)$$

The friction force is modelled with a combination of three different types of friction. These are static, Coulomb and viscous friction. The static friction represents the force necessary to initiate motion from rest, Coulomb friction is of constant value and depends only on the sign of the velocity of a moving object and finally, the viscous friction is proportional to the object's velocity. In most of the cases the value of static friction is larger than the Coulomb's friction constant (Figure 2 (a)).

This classical friction model cannot explain the behaviour of the friction force at low velocities, called a Striebeck phenomenon [11], describing decreasing of friction with increasing velocities. Therefore, to ensure a smooth transition from static to Coulomb and viscous friction in the moments

when object starts to move, a Striebeck phenomenon is included in the model (Figure 2 (b)).

The appropriate choice of the unknown constants K_{coul} , K_{visc} , K_{stat} and K_{stri} in the function

$$F_{fr}(t) = K_{coul}(1 + K_{visc}\dot{\varphi}(t) + K_{stat}e^{-K_{stri}\dot{\varphi}(t)}) \quad (12)$$

gives us the desired model of a friction force in the elbow joint in each moment, after the arm has started moving. The term $\dot{\varphi}(t)$ that appears in the equation is the angular velocity of PMLA.

In a short interval of time, after the start of the impact, the arm does not move from it's initial position. Only immersing into the prosthetic arm's tissue occurs, because the force of the robot end-effector has not yet reached the value of the static friction force in the elbow joint. Therefore, during this interval of time the torque caused by the friction force must be the same as the torque caused by the robot end-effector. This implies the equation

$$F_{fr}(t) = \frac{r}{P_L}(K_r x(t) + b_r \dot{x}(t)) \quad (13)$$

This force is active until $\dot{\varphi}(t)=0$. By inserting this into the equation (12), we can observe, that equation (13) is correct until $F_{fr}(t) < K_{coul}(1 + K_{stat})$. To summarize:

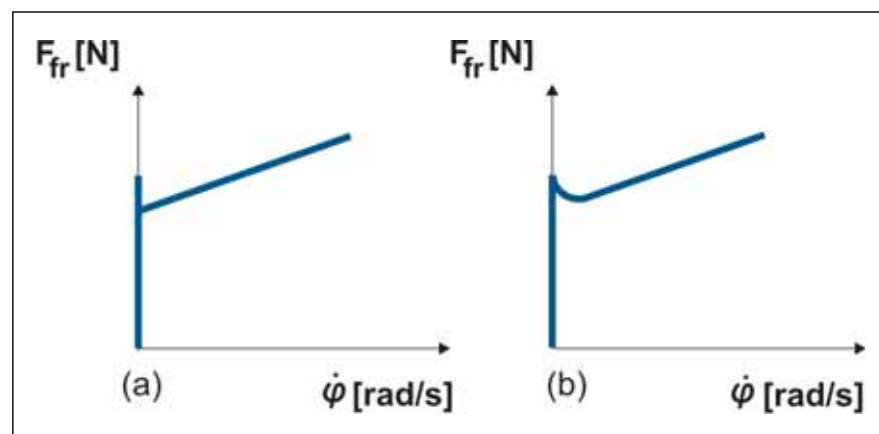


Figure 2. Friction force as a function of velocity; (a) Static, Coulomb and viscous friction; (b) Static, Coulomb and viscous friction with Striebeck phenomenon

$$F_{fr}(t) = \begin{cases} \frac{r}{P_L}(K_r x(t) + b_r \dot{x}(t)); \\ K_{coul}(1 + K_{visc} \dot{\varphi}(t) + K_{stat} e^{-K_{stri} \dot{\varphi}(t)}); \end{cases}$$

$$F_{fr}(t) < K_{coul}(1 + K_{stat})$$

and $\dot{\varphi}(t) = 0,$

otherwise. (14)

3.1.6 Initial conditions

For functions $x(t)$ and $\varphi(t)$ the initial conditions must be set. If we assume, that collision starts at $t=0$, than we have $x(0)=0$ and $\varphi(0)=0$. The force of the robot end-effector has to exceed the static friction force, before the arm starts rotating around the elbow joint. This implies that $\dot{x}(0)=v_{init}$ and $\dot{\varphi}(0)=0$.

3.1.7 Model implementation in Modelica

Equations (3)-(11) and (14), together with the initial conditions, form a system of equations which represents the impact model. The system includes 8 unknown parameters (K_r , B_r , b , P_L , K_{coul} , K_{visc} , K_{stat} and K_{stri}), which had to be chosen using the optimization algorithm and simulation.

An efficient modelling and simulation environment can be very helpful in final model implementation. There are domain oriented packages with user friendly high level modelling possibilities: electronic systems (SPICE), multi-body systems (SIMPACK), there are many other packages for mechanical and also robotic systems. These simulation packages are only strong in one domain and are not capable to model components from other domains in a reasonable way. However, advanced robotic investigations demand modelling of systems with components from different domains, at least mechanical, electrical and control systems domains. Such multi-domain systems can be modelled with general-purpose tools such as SIMULINK, ACSL, which representations are essentially based on the same modelling methodology, input-output blocks, as in the previous standardized CSSL language. This is universal but a very low level mathematical modelling approach, which requires a lot of engineering skills and manpower and, in addition, it is error-prone.

However, in order to allow the reuse of component models, the equations should be stated in a neutral form, without any consideration of the computational order, what are inputs, what are outputs, what are causes and what are consequences. This is the so-called acausal modelling approach. Because in nature real systems are acausal. We never know whether a force causes a displacement or vice versa. Causality is artificially made because the physical laws have to be transformed into a convenient computational description. It is much easier, more convenient and more natural then to use acausal modelling tools, such as Dymola [12, 13]. Dymola uses a new world wide used standardized language Modelica [14, 15]. In Modelica we write balance and other equations in their natural form as a system of differential-algebraic equations. Then, computer algebra is utilized to achieve an efficient simulation code. Modelica supports textual (equation) modelling and also the very powerful high level graphical modelling when pre-prepared components from many libraries can be used. Many of this libraries are public domain.

With Modelica, equations (3)-(11) and (14), are directly transferred in the so called textual layer in Dymola program. In the future we also intend to develop a library with reusable application components. Mechanical parts, revolute joints, sensors, generators of forces and torques, dampers, springs - these components can already be found in Modelica Standard and in Modelica Multibody library, but some specific and nonlinear components have to be developed. This approach will also enable to develop animation schemes in parallel with numerical simulation.

3.1.8 Parameter estimation using optimization

As stated, 8 unknown parameters were determined in the way that the results of the simulation model were as close as possible to the results of the corresponding real experiment in the sense of a selected criterion function. The results of a single experiment were used in the parameter

estimation. The remaining data was used later for the validation of the model. There are several approaches how to estimate parameters of a nonlinear model. We chose a very universal and a very engineering approach which also demonstrates a rather sophisticated modelling and optimisation environment (Figure 3).

Namely we used Dymola-Modelica environment for pure 'physical' modelling. The whole model was used as the so called 'Modelica block' in Simulink environment. Beside Simulink was used as a data base for real experiment measurements. The difference between model outputs and corresponding measurements is used for the evaluation of the criterion function

$$C = \sum_{i \in T} ((v_m(i) - v_e(i))^2 + (f_m(i) - f_e(i))^2 + (y_m(i) - y_e(i))^2)$$

$$+ \rho_1 |\max_{i \in T} v_m(i) - \max_{i \in T} v_e(i)|$$

$$+ \rho_2 |\max_{i \in T} f_m(i) - \max_{i \in T} f_e(i)|$$

$$+ \rho_3 |\max_{i \in T} y_m(i) - \max_{i \in T} y_e(i)| \quad (15)$$

where T is a large finite set, representing the points of time. Values $v_m(i)$, $f_m(i)$ and $y_m(i)$ represent the model outputs of PMLA angular velocity, impact force and PMLA's movement in vertical direction. Their corresponding values, measured in real experiments, are denoted $v_e(i)$, $f_e(i)$ and $y_e(i)$. The values ρ_1 , ρ_2 and ρ_3 are used as a weight, giving greater importance to the minimization of the differences between the maximum values of measured and modelled quantities.

The optimization is performed with Matlab programme using Optimization Toolbox and `fminsearch` function. Optimisation needs the evaluations of criteria functions in many iterations which are actually obtained by Simulink simulations. After 669 iterations which used 1097 simulation runs the following optimal parameters are obtained:

$$K_r = 7156.5 \frac{\text{kg}}{\text{s}^2}, \quad b_r = 0.11352 \frac{\text{kg}}{\text{s}},$$

$$b = 1.8382 \frac{\text{kgm}^2}{\text{rads}}, \quad P_L = 0.20942 \text{m},$$

$$K_{coul} = 2.8491 \text{N}, \quad K_{visc} = 0.98082 \frac{\text{s}}{\text{rad}},$$

$$K_{stat} = 2.7502, \quad K_{stri} = 1.1687 \frac{\text{s}}{\text{rad}}.$$

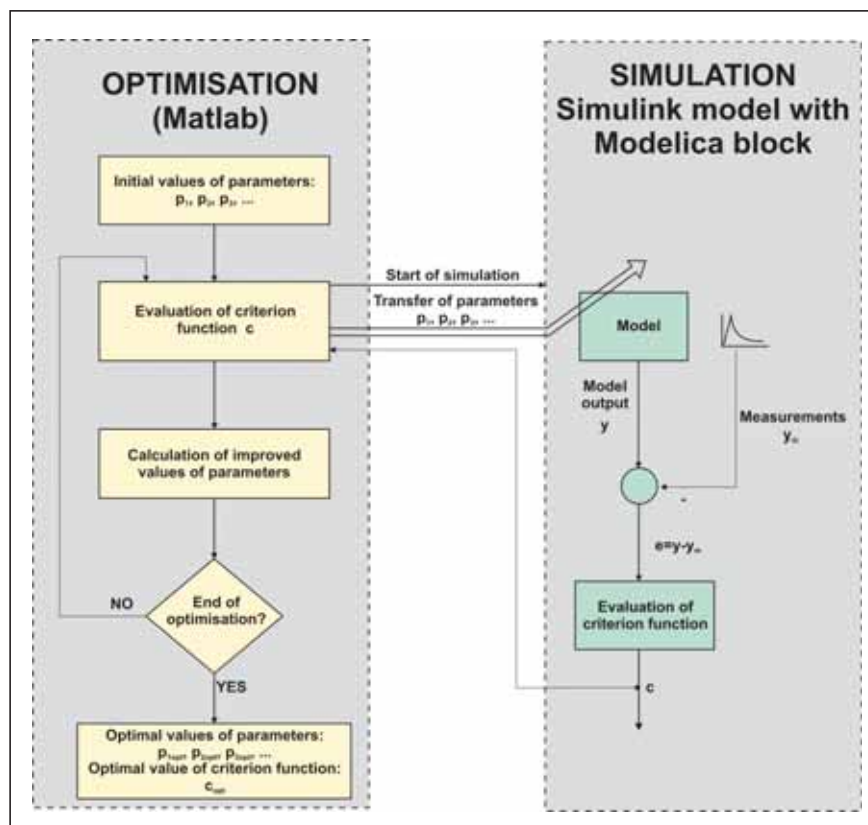


Figure 3. Modelling and optimisation environment

The constant K_{stat} is defined in such a context that it has no unit.

3.1.9 Results

The simulations of the impact model indicate good matching with the experiment results for different robot decelerations and different depths of the end-effector's stopping point. Figures 4-6 show the comparison

between the impact model and the experiment results with PMLA. The diagrams of various impact experiments are drawn with a solid line, while their corresponding impact model graphs are drawn with a dashed or dash-dotted line.

Prediction of the impact model shows a slightly increased time interval, during which the impact force effects. The value at which the force measured in real experiments stabilizes after the collision, does not always match the value of the signal of the model. These two observations are not very important in our study, because the impact model is going to be used in the 3D virtual

environment, in which the maximum value of

the force applied to the arm during the impact will be of greater importance. The model prediction of the maximum value, matches the maximum value of force measured in experiments with fairly high accuracy (Figure 4). The speed of PMLA is modeled with great precision (Figure 5). The maximum value of velocity, matches the measured value. In general, diagrams of the impact model, representing the PMLA velocity, show no significant discrepancies to the diagrams of impact experiments.

During the impact process PMLA rotates around the elbow joint. This brief movement is mostly shown in vertical translation of the arm. The model signals are a bit delayed and they stabilize at a slightly lower value in comparison with the ones measured in real experiments (Figure 6).

3.2 Modelling of impacts with real human arm

As it has been observed for the experiments with PMLA, impacts of the robot end-effector with the real human arm, also have no effect on the movement of the robot. This was also verified with the data assessed with the Optotrak measuring system. Therefore, this type of impact is also modeled as the forced movement of the arm under the influence of the movement of the robot.

3.2.1 Adjustment of the impact model for PMLA

The outputs of the impact model for PMLA, which was derived in subsection 3.1, have been compared to the results of the experiments with human subjects. New parameters were obtained with optimization and simulation, to fit the measured data as good as possible. Because of the movement of the human arm in the shoulder joint, during the impact process, the impact model's results were less accurate. Therefore, the impact model has been adjusted, considering the rotation in the shoulder joint, which was demonstrated in slightly better results.

Kinematics of the robot end-effector, during the impact of the robot with the real human arm, remain the same

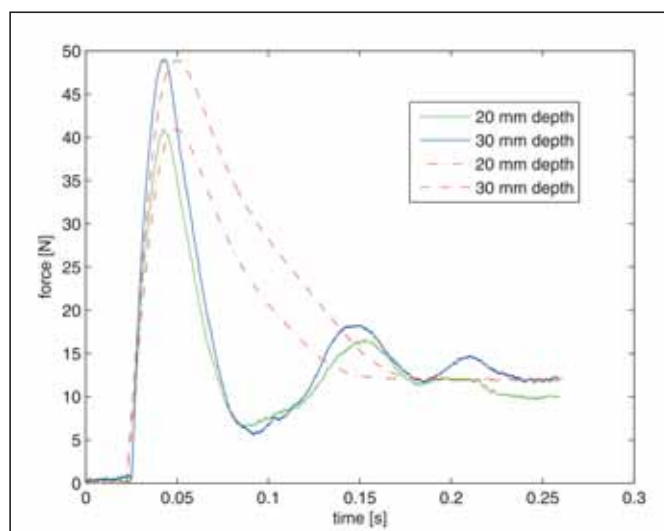


Figure 4. Impact force for the experiments with PMLA (solid line) and model (dashed and dash-dotted line) at robot deceleration 3 m/s^2 and at different depths of stopping point

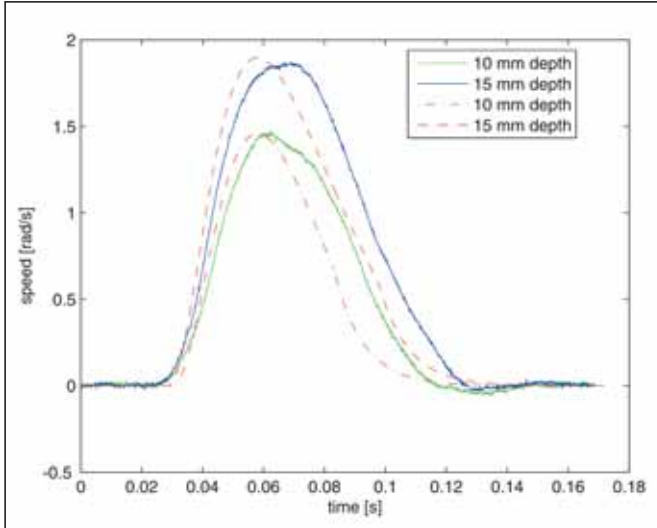


Figure 5. PMLA angular velocity for experiments (solid line) and model (dashed and dash-dotted line) at robot deceleration 4 m/s² and at different depths of stopping point

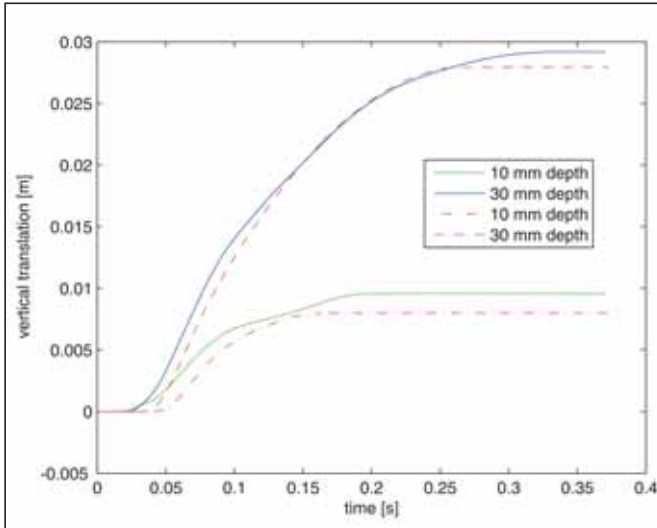


Figure 6. Vertical component of the PMLA movement for experiments (solid line) and model (dashed and dash-dotted line) at robot deceleration 1 m/s² and at different depths of stopping point

as in the previous model. Therefore, equations (1)-(6) remain valid in the new model. With a variable $\tilde{x}(t)$ we denote the depth to which the human tissue is immersed under the influence of the movement of the robot end-effector. Therefore, the force of the robot applied to the arm is again modeled with equation

$$F_{ROB}(t) = K_r \tilde{x}(t) + b_r \dot{\tilde{x}}(t) \quad (16)$$

where K_r and b_r are as in (9).

3.2.2 Kinematics of the human arm

The assumption has been made, that the movement of the arm is limited to

Figure 7 demonstrates the human arm in 3 different positions. The initial position is the topmost, underneath is the position, when the arm is rotated in the shoulder joint for the angle φ_1 and at the bottom, the rotation around the elbow joint for the angle φ_2 is added. Vector

a plane. The plane is defined by the straight line, along which the robot was moving before the impact and the tangent to the arm surface, pointing in the direction from the impact point to the elbow. With this assumption, the movement of the arm is described by two rotations. This is the rotation around the shoulder joint, denoted $\varphi_1(t)$ and the rotation around the elbow joint, denoted $\varphi_2(t)$. The angle between the lower arm and the upper arm in initial position is denoted φ_0 . The origin of the coordinate frame is positioned in the shoulder joint, while the x axis of the coordinate frame is parallel to the human lower arm.

R denotes the initial position of the elbow and vector $R+r$ the initial position of the impact point. Therefore, the value $|R|$ represents the length of the human upper arm, while the value $|r|$ represents the distance from the impact point to the elbow. For simplicity, human upper and lower arm are represented with line segments.

Rotations around the shoulder and elbow joint are time dependent and are running in the clockwise direction, which can be mathematically described as

$$\mathbf{R}_1(t) := \begin{bmatrix} \cos \varphi_1(t) & \sin \varphi_1(t) \\ -\sin \varphi_1(t) & \cos \varphi_1(t) \end{bmatrix} \text{ and } \mathbf{R}_2(t) := \begin{bmatrix} \cos \varphi_2(t) & \sin \varphi_2(t) \\ -\sin \varphi_2(t) & \cos \varphi_2(t) \end{bmatrix} \quad (17)$$

We denote the components of the above mentioned vectors with $\mathbf{R}=[R_x, R_y]^T$ and $\mathbf{r}=[r, 0]^T$. It is assumed, that the distance of the impact point from the elbow joint remains constant during the impact process. Therefore, the position of the impact point can be described with the equation

$$\begin{bmatrix} x(t) \\ y(t) \end{bmatrix} = \mathbf{R}_1(t)(\mathbf{R} + \mathbf{R}_2(t)\mathbf{r}). \quad (18)$$

The movement of the arm is mostly perceived in the vertical direction. By expanding the upper equation, one can derive

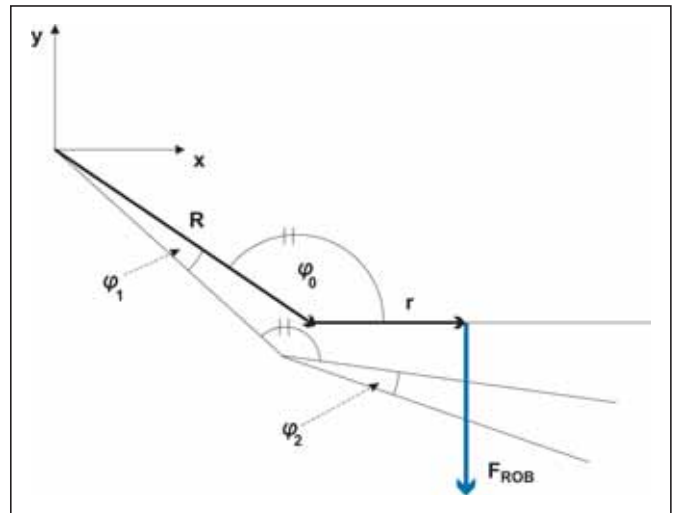


Figure 7. Human arm in 3 different positions, represented with line segments

$$y(t) = -\sin\varphi_1(t)(R_x + r\cos\varphi_2(t)) + \cos\varphi_1(t)(R_y - r\sin\varphi_2(t)). \quad (19)$$

3.2.3 Joined movement of the robot end-effector and the human arm

The end-effector's and arm's joined movement is ascertained in the same way as in the experiments with PMLA. The position of the coordinate frame now dictates the equation

$$y(t) = R_y - s(t) + \tilde{x}(t) \quad (20)$$

3.2.4 Equations of rotation

The moment of inertia for rotation of the human arm around the shoulder joint is a function of $\varphi_2(t)$, because the shape of the arm changes with the rotation of the lower arm around the elbow joint. The approximation for the moment of inertia is calculated with the use of Steiner's theorem.

The human upper arm is approximated with a cylinder of mass m_1 , length $l_1 = |\mathbf{R}|$ and radius r_1 . Similarly, the human lower arm is approximated with a cylinder of mass m_2 , length l_2 and radius r_2 . The moment of inertia is therefore of the form $J = J_1 + J_2$, where $J_1 = \frac{1}{4}m_1r_1^2 + \frac{1}{3}m_1l_1^2$ is the inertia of the cylinder, representing the human upper arm and J_2 is the inertia of the cylinder representing the human lower arm, both rotating around the shoulder joint. With the use of Steiner's theorem we can derive $J_2 = J_2^* + m_2d(\varphi_2(t))^2$, where $J_2^* = \frac{1}{4}m_2r_2^2 + \frac{1}{2}m_2l_2^2$ is the inertia of the cylinder rotating around the axis through the centre of mass of the lower arm and $d(\varphi_2(t))$ is the distance from the shoulder joint to the centre of mass of the lower arm. With the assumption that the distance from the centre of mass of the lower arm to the elbow joint is $l_2/2$ and using the cosine formula of the triangle, the equation $d(\varphi_2(t))^2 = l_1^2 + (l_2/2)^2 - 2l_1l_2/2\cos(\varphi_0 + \varphi_2(t))$ is derived. To summarize:

$$J(\varphi_2(t)) = \frac{1}{4}(m_1r_1^2 + m_2r_2^2) + \frac{1}{3}m_1l_1^2 + \frac{1}{2}m_2l_2^2 + m_2(l_1^2 + (l_2/2)^2 - l_1l_2\cos(\varphi_0 + \varphi_2(t))). \quad (21)$$

The Euler equation of rotation of the human arm around the shoulder joint has the form

$$J(\varphi_2(t))\ddot{\varphi}_1(t) = (|\mathbf{R}| + r\cos(\pi - \varphi_0 - \varphi_2(t)))F_{ROB}(t)\sin(\varphi_0 - \pi/2 + \varphi_2(t)) - b_1\dot{\varphi}_1(t) - M_{sho}(t) \quad (22)$$

On the left hand side there is the change of the angular momentum of the human arm. The first element on the right hand side represents the torque produced by the collision with the robot. The expression $L(t) = |\mathbf{R}| + r\cos(\pi - \varphi_0 - \varphi_2(t))$ represents the length of the lever arm, while the remaining part represents the component of the impact force, which is perpendicular to the lever arm. The second and the third element model the torque of the muscles of the shoulder joint. The second element represents damping, with b_1 being the damping coefficient. The third element represents the arm's resistance to initiate movement and a constant torque, opposing the torque produced by the end-effector, while the arm is moving. Concisely told,

$$M_{sho}(t) = \begin{cases} L(t)F_{ROB}(t)\sin(\varphi_0 - \pi/2 + \varphi_2(t)); & \dot{\varphi}_1(t) = 0 \text{ and } L(t)F_{ROB}(t)\sin(\varphi_0 - \pi/2 + \varphi_2(t)) < K_1, \\ K_1; & \text{otherwise} \end{cases} \quad (23)$$

for some unknown constant K_1 . The torque $M_{sho}(t)$ is analogous to the torque produced by the static and Coulomb friction force in the impact model for PMLA. The constants defining both types of friction in this analogy have the same value K_1 .

The Euler equation of rotation of the human lower arm around the elbow joint is of the form

$$\hat{J}\ddot{\varphi}_2(t) = rF_{ROB}(t)\cos(\varphi_1(t) + \varphi_2(t)) - b_2\dot{\varphi}_2(t) - M_{elb}(t) \quad (24)$$

The constant is the inertia of the cylinder representing human lower arm,

rotating around the elbow joint. The first element on the right hand side of the equation is the torque of the robot applied to the lower arm, where the expression $F_{ROB}(t)\cos(\varphi_1(t) + \varphi_2(t))$ represents the component of the force of the end-effector, perpendicular to the lever arm. The second and the third element on the right hand side of the equation represent the torque of the muscles of the elbow joint and are similar to those in equation (22). The constant b_2 is the damping coefficient for the elbow joint, while

$$M_{elb}(t) = \begin{cases} rF_{ROB}(t)\cos(\varphi_1(t) + \varphi_2(t)); & \dot{\varphi}_2(t) = 0 \\ K_2; & F_{ROB}(t)\cos(\varphi_1(t) + \varphi_2(t)) < K_2, \\ & \text{otherwise,} \end{cases} \quad (25)$$

for some unknown constant K_2 .

3.2.5 Initial conditions

Initial conditions are similar to the ones defined in the impact model for PMLA. The torque produced by the robot end-effector has to exceed the torque of the human muscles, which are holding the arm in the steady position, before the arm begins to move. Therefore $\tilde{x}(0) = 0$, $\tilde{\dot{x}}(0) = v_{init}$, $\varphi_1(0) = 0$, $\dot{\varphi}_1(0) = 0$, $\varphi_2(0) = 0$, $\dot{\varphi}_2(0) = 0$.

3.2.6 Model implementation and parameter estimation

The system of equations (3)-(6), (16) and (19)-(25), with initial conditions, form the impact model, which was again implemented in Modelica. There are 6 unknown parameters (K_1 , b_1 , b_2 , K_2 , K_3 and K_4) in the system, which were selected using the same procedure as with the model for PMLA.

The same criterion function as in (15) was used. The only difference is, that the values $v_m(i)$ and $v_e(i)$ of the model outputs and real experiment measurements, now represent the values of the arm's vertical component of the velocity. During the optimization process 547 iterations were performed, which used 966 simulation runs. In

this way, the following optimal parameters were obtained:

$$K_r = 2619.7 \frac{\text{kg}}{\text{s}^2}, \quad b_r = 0.094765 \frac{\text{kg}}{\text{s}},$$

$$b_1 = 15.928 \frac{\text{kgm}^2}{\text{rads}}, \quad b_2 = 1.939 \frac{\text{kgm}^2}{\text{rads}},$$

$$K_1 = 0.76315 \text{Nm}, \quad K_2 = 0.37375 \text{Nm}.$$

3.2.7 Results

Figures 8-10 show the simulation results for the model of collision of the robot with the human arm. The model predictions show good matching with the measured data for different robot decelerations and for different depths of the end-effector's stopping point.

As seen with the impact model for PMLA, the impact model for human arm also predicts a slightly increased time interval, on which the impact force effects. In the real impact experiments high oscillations of the impact force were accessed in the moments after the collision (Fig. 8). The value at which the force measured in real experiments stabilizes, differentiates from the value predicted by the model. As stated before, these observations are not very important in our study. The good prediction of the model for the maximum value of the force produced in the collision is important to us. This prediction is precise in most simulation results

and becomes a bit less accurate as the depth of the robot end-effector's stopping point increases.

The model prediction of the maximum value of the speed of the human arm during the collision, shows good matching with the value measured in the real experiments (Figure 9). No significant discre-

pancies are notable in the comparison of the modeled and the measured velocity.

The impact model prediction of the movement of the human arm matches the results of the experiments with good precision. Small oscillations of the arm's movement are notable in real experiment measurements, after the arm has reached the maximum deviation from the initial position (Figure 10). The signal of the model stabilizes at the value, which is slightly higher than the value, at which the measurements from the real experiments stabilize. The maximum deviation of the arm from the initial position measured in real experiments is a bit greater than the value predicted by the model.

4 Conclusion

With the purpose of investigating the human-robot impact, a passive mechanical lower arm has been developed. The impact experiments with the device and a small industrial robot have been carried out, with the intention of getting the preliminary results. Later experiments were carried out with human volunteers, during which the robot end-effector collided with their lower arm.

Mathematical models of the collision for both types of the experiments were developed. The differences be-

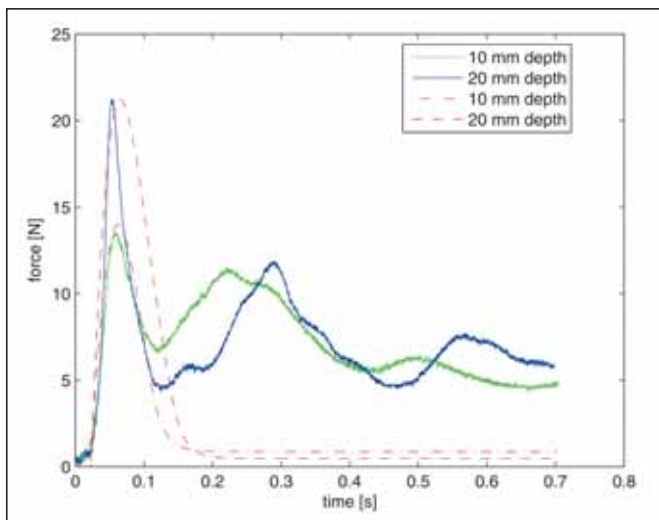


Figure 8. Impact force for the experiments with human arm (solid line) and model (dashed and dash-dotted line) at robot deceleration 3 m/s² and at different depths of stopping point

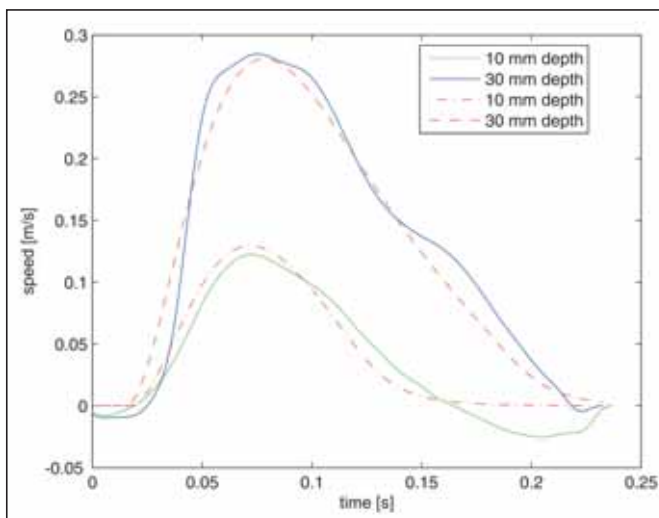


Figure 9. Vertical component of the human arm velocity for experiments (solid line) and model (dashed and dash-dotted line) at robot deceleration 2 m/s² and at different depths of stopping point

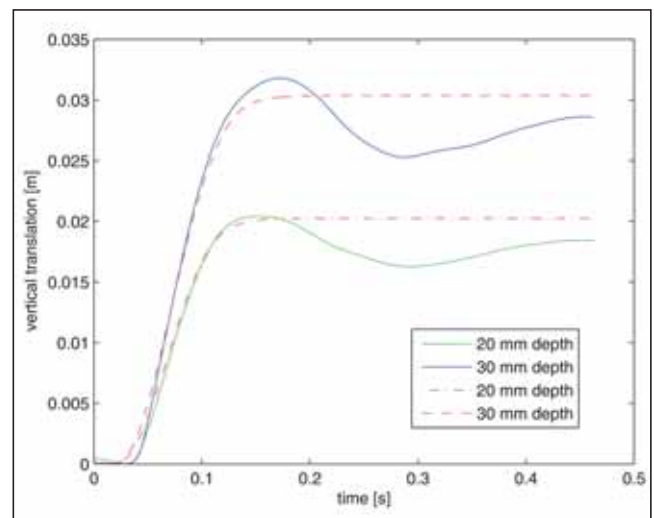


Figure 10. Vertical component of the human arm movement for experiments (solid line) and model (dashed and dash-dotted line) at robot deceleration 5 m/s² and at different depths of stopping point

tween the model outputs and the data measured in real experiments for impact force, speed and movement of the arm have been analyzed. Simulation results show good matching with the measured data. The model of the impact with passive mechanical lower arm is slightly more accurate than the model describing the impact with the real human arm.

Future work will be directed into the development of the application in the 3D virtual environment, in which the robot and the human arm will be displayed. The virtual robot and the user will be cooperating in the task of assembly, during which the impact could occur. The movement of the user's arm will be transmitted into the virtual environment in real time, using the kinematic measurement system Optotrak. The impact of the robot and the arm will be described with the use of the developed models. The force of the impact will be in the reduced extent transmitted to the user with the use of a haptic robot. In this way, extensive and quick experiments of the collision will be performed, without posing a threat to the human.

References

- [1] Khatib, O., Yokoi, K., Brock, O., Chang, K., Casal, A.: Robots in human environments: Basic autonomous capabilities. *The International Journal of Robotics Research*, Vol. 18, 684-696 (1999)
- [2] Kulić, D., Croft, E.: Safe planning for human robot interaction. *Proceedings of IEEE International Conference on Robotics and Automation*, Vol. 2, 1882-1887 (2004)
- [3] Hun-ok Lim, Kazuo Tanie: Human safety mechanisms of human-friendly robots: Passive viscoelastic trunk and passively movable base. *The International Journal of Robotics Research*, Vol. 19, 307-335 (2000)
- [4] Yamada, Y., Hirasawa, Y., Huang, S. Y., Umetani, Y.: Fail-safe human/robot contact in the safety space. *IEEE International Workshop on Robot and Human Communication*, 59-64 (1996)
- [5] Haddadin, S., Albu-Schäffer, A., Hirzinger, G.: Safety evaluation of physical human-robot interaction via crash-testing. *Robotics: Science and Systems Online Proceedings*. <http://www.roboticsproceedings.org/rss03/p28.pdf> (2007) Accessed 19 April 2009
- [6] Haddadin, S., Albu-Schäffer, A., Hirzinger, G.: The role of the robot mass and velocity in physical human-robot interaction - Part I: Non-constrained blunt impacts. *IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2008)*, 1331-1338 (2008)
- [7] Haddadin, S., Albu-Schäffer, A., Frommberger, M., Hirzinger, G.: The role of the robot mass and velocity in physical human-robot interaction - Part II: Constrained blunt impacts. *IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2008)*, 1339-1345 (2008)
- [8] Oberer, S., Malosio, M., Schraft, R. D.: Investigation of robot-human impact. *Scientific Communications*. http://www.smerobot.org/08_scientific_papers/papers/Oberer_et_al_ISR-Robotik06.pdf (2008). Accessed 23 May 2009
- [9] Povse, B., Koritnik, D., Maver, T., Kamnik, R., Bajd, T., Munih, M.: Cooperation of small industrial robot and human operator. *Proceedings of the RAAD, 18th International Workshop on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region* (2009)
- [10] Music, J., Kamnik, R., Munih, M.: Model based inertial sensing of human body motion kinematics in sit-to-stand movement. *Simulation Modelling Practice and Theory*, Vol. 16, 933-944 (2008)
- [11] Marton, L., Lantos, B.: Identification and model-based compensation of Striebeck friction. *Acta Polytechnica Hungarica*, Vol. 3, 45-58 (2006)
- [12] Cellier, F.E.: *Continuous system modeling*. Springer Verlag, New York (1991)
- [13] Dymola, Multi-engineering modelling and simulation, Users manual, Ver. 7.0, Densault System. Dynasim AB, Sweden (2008)
- [14] Fritzson, P.: *Principles of object oriented modelling and simulation with Modelica 2.1*. IEEE Press, John Wiley & Sons Inc., Publication, USA (2004)
- [15] Modelica - A unified object-oriented language for physical system modelling, Language specification, Ver. 2.2. Modelica Association. <http://www.modelica.org/documents/ModelicaSpec22.pdf> (2005) Accessed 21 April 2009

Modeliranje trka med robotom in človekom

Razširjeni povzetek

V industrijski proizvodnji so opravljanje monotoni nalog človeka že skoraj povsod nadomestili roboti. Ker pa ti ne zmorejo opravljati kompleksnejših del, človek še zmeraj sodeluje v proizvodni liniji. Delavec in robot sta ločena z zaščitnimi ogradami in svoje naloge opravljata ločeno. V naši raziskavi smo se osredotočili na sodelovanje majhnega industrijskega robota in delavca, ki opravlja naloge v skupnem delovnem prostoru, kar omogoča večjo industrijsko učinkovitost. Primer takšnega sodelovanja je kompleksno sestavljanje, kjer robot opravlja natančna dela s togimi predmeti, človek pa opravlja z bolj elastičnimi elementi. Kljub vsem varnostnim sistemom, ki jih lahko vgradimo v robotsko celico, kot so razni senzorji in strojni vid, se trkom med robotom in človekom ni vedno mogoče izogniti.

Za preučevanje takšnega trka je bil narejen pasivni model spodnjega dela človeške roke, s katerim so bili izvedeni eksperimenti trkov. Kasneje so bili izvedeni tudi eksperimenti trkov robota s prostovoljci, torej s pravo človeško roko. Za obe vrsti eksperimentov sta bila razvita matematična modela trka, sestavljena iz sistemov algebrائيh in diferencialnih enačb. Modela sta bila preizkušena s pomočjo računalniške simulacije, rezultati pa primerjani z rezultati eksperimentov. Simulacija modelov trka omogoča lažje in mnogo hitrejšo eksperimentiranje, kot pa ga lahko dosežemo s pasivnim modelom roke oz. s prostovoljci. V prihodnje bomo razvili aplikacijo v 3D navideznem okolju, kjer bosta v nalogi sestavljanja sodelovala uporabnik in navidezni robot. Za prikaz trka med njima bosta uporabljena razvita modela, sila trka pa bo v zmanjšani meri prenesena na uporabnika preko tipnega robota.

Ključne besede: trk robot-človek, model trka, računalniška simulacija, sodelovanje robota in človeka

Dnevi industrijske robotike 2010, 22.-26. marec 2010

Študentje robotike na Fakulteti za elektrotehniko, Univerze v Ljubljani tudi v letošnjem letu organiziramo projekt delavnic Dnevi industrijske robotike 2010.

Otvoritev dogajanja bo v ponedeljek, 22. marca, ob 12. uri v diplomski sobi Fakultete za elektrotehniko. Na sporedu bodo kratke predstavitve in predavanja o osnovah robotike (prof. Tadej Bajd) in robotiki v industriji (Darko Koritnik, DAX, Epson), o servisni robotiki pa bo predaval dr. Leon Žlajpah z Instituta Jožef Stefan. Proti koncu pa vam bo prof. Roman Kamnik predstavil tudi nekaj osnov iz varstva pri delu z roboti. Na spletni strani www.DIR2010.si si lahko ogledate urnik delavnice, podroben časovni pregled programa in podroben opis vseh aplikacij ter predavanj.



Udeležba na delavnicah je brezplačna, študentje pa boste lahko sodelovali pri razvoju aplikacij za industrijske robotske manipulatorje in jih tudi preizkusili na realnih robotih različnih proizvajalcev, kot so Motoman, ABB, Epson, FDS Research,

Staubli, Fanuc. Delavnice bodo potekale od torka, 23. 3., pa vse do četrta, 25. 3., v treh ciklih dnevno. Zaradi omejenega števila prostih mest in velikega zanimanja se je na vsak termin delavnice potrebno prijaviti. Svojo prijavo lahko izpolnite in oddate na uradni spletni strani delavnice www.DIR2010.si.

Za zaključek pestrega tedna pa vsem zainteresiranim udeležencem pripravljamo tudi zelo zanimivo in poučno ekskurzijo, ki jo bomo organizirali v petek, 26. marca 2010. Ogledali si bomo proizvodnjo dveh zelo uspešnih slovenskih podjetij. Za vse doda-



tne informacije nas večkrat obiščite na spletni strani www.DIR2010.si.

Kot udeleženci so vabljeni vsi študentje tehniških fakultet Univerze v Ljubljani in drugih slovenskih univerz, kot obiskovalci pa vsi mlajši in starejši radovedneži.

K sodelovanju vabimo tudi slovenska podjetja.

www.DIR2010.si



DRUŠTVO
VZDRŽEVALCEV
SLOVENIJE

DVS

Najavljamo
20. Tehniško
posvetovanje
vzdrževalcev
Slovenije

Rogla,
14. in 15. oktobra 2010!

Supervisory Control of Semiautonomous Mobile Sensor Networks: A Petri Net Design Approach

Florin MOLDOVEANU, Dan FLOROIAN, Dan PUIU

Abstract: In semiautonomous mobile sensor networks, since human operators may be involved in the control loop, particular improper actions may cause accidents and result in catastrophes. For such systems, this paper proposes a command filtering framework to accept or reject the human-issued commands so that undesirable executions are never performed. In the present approach, Petri nets are used to model the operated behaviors and to synthesize the command filters for supervision. Also the command filter could be implemented using agent technology by associating an filter agent for every robot. An application to a mobile wireless surveillance system is provided to show the feasibility of the developed approach. It is believed that the technique presented in this paper could be further applied to large-scale wireless mobile sensor networks.

Key words: agent, command filters, mobile robots, mobile sensor networks, Petri nets, supervisory control, wireless sensor networks

1 Introduction

Sensor networks (SNs) have recently received significant attention in the areas of networking, embedded systems, pervasive computing, and multiagent systems due to its wide array of real-world applications (e.g. disaster relief, environment monitoring) [10]. In the last few years, there has been an increasing emphasis on a developing wide-area distributed wireless sensor networks (WSNs) with self-organization capabilities to cope with sensor failures, changing environmental conditions, and different environmental sensing applications [1, 7, 16]. In particular, mobile sensor networks (MSNs) hold out the hope

to support self-configuration mechanisms, guaranteeing adaptability, scalability, and optimal performance, since the best network configuration is usually time varying and context dependent. Mobile sensors can physically change the network topology, reacting to the events of the environment or to changes in the mission planning. References [3, 10] points out the advantages of sensor mobility and several algorithms for network self-organization after the occurrence of predetermined events are also proposed. Petriu et al. [13] have studied the networks of autonomous robotic sensor agents for active investigation of complex environments. However, most of the MSN literature focuses on a sensory system of fully-autonomous mobile robots without human intervention.

In real applications, human operators may use semiautonomous robots, as shown in *Figure 1 (a)* [9], to 1) further investigate conditions if several static

sensors launch an alert, 2) maintain network coverage for both sensing and communication, 3) charge the static sensors, or 4) repair, replace, or remove the static sensors. For such “human-in-the-loop” systems, human errors have a significant influence on system reliability, at times more than technological failures. Research results indicate that the vast majority of industrial accidents are attributed to human errors. However, the literature classifies human errors and provides few solutions for reducing or eliminating that possibility. Lee and Hsu [5] proposes (for the first time using Petri nets (PNs)) a technique to design supervisory agents for preventing abnormal human operations from being carried out. This supervisory approach was also applied to human-computer interactive systems [6]. PN has been developed into a powerful tool for modeling, analysis, control, optimization, and implementation of various engineering systems [8, 11, 18]. Lee and Chung [4] proposed a

Dr. Florin Moldoveanu, dr. Dan Floroian, dr. Dan Puiu, all; Transilvania University of Brasov, Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, Department of Automation

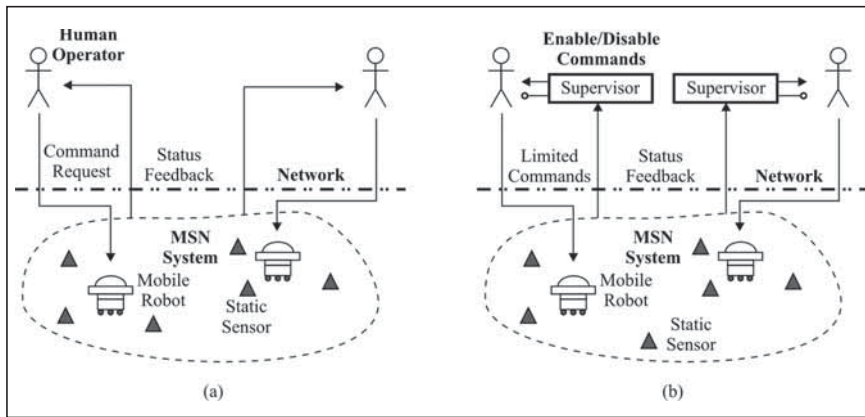


Figure 1. (a) Human-involved MSNs. (b) Applied supervisory framework for such MSN systems

PN-based localization scheme on a discrete event control framework for indoor service robots.

In practical applications, some requirements (typically for safety considerations) have to be obeyed for the overall system operations. Therefore, a supervisory framework is needed to facilitate the human control so as to guarantee that undesirable executions never occur.

From the high-level point of view, an human-in-the-loop system is inherently a discrete-event system (DES), i.e., a dynamic system with state changes driven by occurrences of individual events. Supervisory control theory provides a suitable framework for analyzing DES [14]. Figure 1(b) adopts the supervisory framework [5, 6], to an MSN system composed of several static sensors and semiautonomous mobile robots regulated by human operators through a wireless network. According to the status feedback from both the sensors and robots, the supervisors provide permitted commands for human operators by disabling the actions which violate specifications. The human operator can then trigger only limited commands based on the observed status. However, the supervision is from an active viewpoint to enable or disable the commands in advance and leads to limited human actions. In addition, the MSN system requires a fast sampling rate with low-latency communication to provide supervisors with an up-to-date status to make the decision. Furthermore, each supervisor and the MSN system is based upon a

client/server architecture with centralized communication, which is not an ideal topology for distributed sensor network systems.

In this paper, instead of using a client-server architecture, distributed peer-to-peer (P2P) communication between mobile robots is applied [9]. The advantages of P2P include increased scalability (capacity scales with popularity), robustness (no single point of failure), fault tolerance, resilience to attack, and better support and management in distributed cooperative environments. Moreover, from a passive point of view, a command filter [8] is proposed to avoid improper control actions from being carried out as the robot receives the human commands.

As shown in Figure 2 [9], the human operator sends command requests to the mobile robot through a wireless network. Inside the robotic computer, the command filter acquires the sy-

stem status via distributed P2P communication and makes the decision to accept or reject the commands so as to meet the specifications, e.g., the collision avoidance among robots. The role of a command filter is to interact with the human operator and the mobile robot so that the closed human-in-the-loop system satisfies the requirements and guarantees that undesirable executions never occur.

In such a scenario agents could be used for modeling both the robots and the sensors and could interact with others to obtain perfect behaviors. Also with an user interface program, agents could also interact with human operators. Human operator could influence the decision process of the agents. There are also special agents for network integration [15].

Supervisory (centralized) – control techniques have been studied to overcome the inherent limitations of decentralized approaches, including lack of the ability to provide fast and globally optimal solutions. Some significant results in a supervisory control have been obtained using PNs. In this paper, PNs are used in designing the command filters, yielding a compact and graphical model for the MSN. Basically, the PN design of the filters is identical to the design of the supervisors in [5] and [6], except for the implementation framework as shown in Figures 1(b) and 2. To demonstrate the feasibility of the proposed filtering framework, an application to a mobile wireless surveillance system is illustrated in this paper. Du-

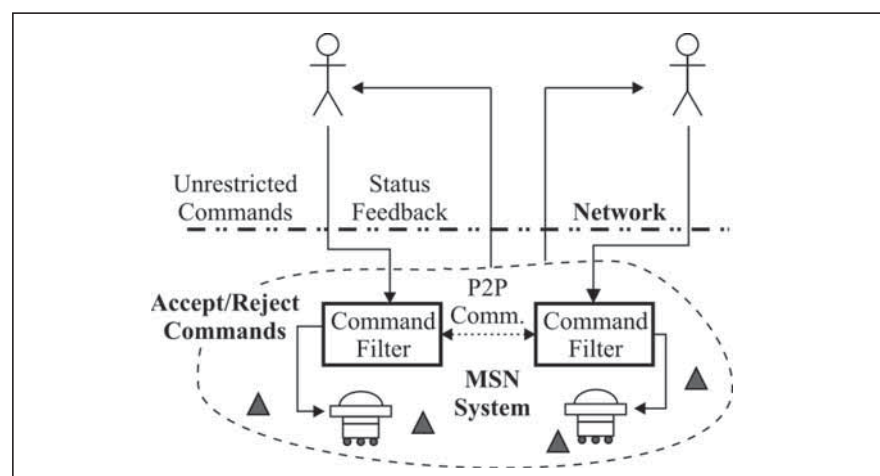


Figure 2. Command filtering framework for MSNs

ring system operation, our approach ensures that remote commands from the human operator meet the given collision-avoidance requirements. Note that the research work presented in this paper is conducted in an office-like environment.

The organization of the paper is as follows. Section 2 briefly introduces the PN-based modeling scheme. Next, a systematical design procedure of the command filter synthesis is described in Section 3. Then, in Section 4, an example of a mobile wireless surveillance system is illustrated to show the feasibility. Finally, Section 5 gives the conclusions.

■ 2 Petri Net – Based System Modeling

Most existing methods for supervisory control system design are based on automata models. However, these methods often involve exhaustive searches of overall system behavior and result in state-space explosion problems. One way of dealing with these problems is to model the DES with PNs. PN modeling normally has more compact syntactical representation than the automata approach. Also, from a semantic point of view, the effect of the state-space explosion problem can be reduced using the structural analysis to investigate the system properties. In addition, PN has an appealing graphical representation with a powerful algebraic formulation and is better suited for modeling systems with parallel and concurrent activities. This section first introduces the basic PN concept, and then shows the modeling of human-involved MSNs.

2.1 Basic Concepts of PN

A PN is identified as a particular kind of bipartite directed graph populated by three types of objects. They are places, transitions, and directed arcs connecting places and transitions. In order to study dynamic behavior of the modeled system, in terms of its states and their changes, each place may potentially hold either none or a positive number of tokens, pictured by small solid dots. The presence or

absence of a token in a place can indicate whether a condition associated with this place is true or false, for instance. For a place representing the availability of resources, the number of tokens in this place indicates the number of available resources. At any given time instance, the distribution of tokens on places, called PN marking, defines the current state of the modeled system. Formally, a PN can be defined as [12]:

$$G = (P, T, I, O, M_0), \quad (1)$$

where: $P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$ is a finite set of places, where $m > 0$; $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ is a finite set of transitions with $P \cup T \neq \emptyset$, and $P \cap T = \emptyset$, where $n > 0$; $I: (P \times T) \rightarrow N$ is an input function that defines a set of directed arcs from P to T , where $N = \{0, 1, 2, \dots\}$; $O: (T \times P) \rightarrow N$ is an output function which defines a set of directed arcs from T to P ; $M_0: P \rightarrow N$ is the initial marking.

By changing distribution of tokens on places, which may reflect the occurrence of events or execution of operations, for instance, one can study dynamic behavior of the modeled system. The following rules are used to govern the flow of tokens:

Enabling Rule: A transition t is said to be enabled if each input place p of t contains at least the number of tokens equal to the weight of the directed arc connecting p to t .

Firing Rule:

- An enabled t transition may or may not fire depending on the additional interpretation, and
- A firing of an enabled transition t removes from each input place p the number of tokens equal to the weight of the directed arc connecting p to t . It also deposits in each output place p the number of tokens equal to the weight of the directed arc connecting t to p .

As a mathematical tool, a PN model can be described by a set of linear algebraic equations, or other mathematical models reflecting the behavior of the system. This opens a possibility

for the formal analysis of the model. This allows one to perform a formal check of the properties related to the behavior of the underlying system, e.g., precedence relations amongst events, concurrent operations, appropriate synchronization, freedom from deadlock, repetitive activities, and mutual exclusion of shared resources, to mention some.

Some important PN properties include a boundedness (no capacity overflow), liveness (freedom from deadlock), conservativeness (conservation of nonconsumable resources), and reversibility (cyclic behavior). The concept of liveness is closely related to the complete absence of deadlocks. A PN is said to be live if, no matter what marking has been reached from the initial marking, it is possible to ultimately fire any transition of the net by progressing through further firing sequences. This means that a live PN guarantees deadlock-free operation regardless of the firing sequence. Validation methods of these properties include reachability analysis, invariant analysis, reduction method, siphons/traps-based approach, and simulation [12, 18].

2.2 Modeling of Semiautonomous MSNs

PNs have been used to model, analyze, and synthesize control laws for DES. Zhou and DiCesare [17], moreover, addressing the shared resource problem recognized that mutual exclusion theory plays a key role in synthesizing a bounded, live, and reversible PN. In mutual exclusion theory, parallel mutual exclusion consists of a place marked initially with one token to model a single shared resource, and a set of pairs of transitions. Each pair of transitions models a unique operation which requires the use of the shared resource. In this paper, we adopt mutual exclusion theory to build the PN specification model. Moreover, in semiautonomous MSNs, human behavior can be modeled using the command/response concept. As shown in Figure 3, each human operation is modeled as a task with a start transition, end transition, progressive place and completed pla-

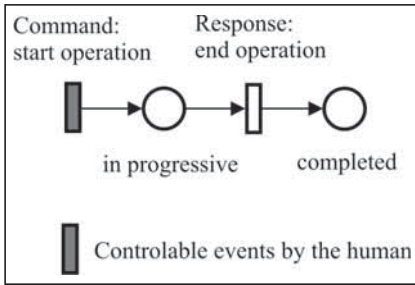


Figure 3. Modeling of human behavior using the command/response concept

ce. Transitions drawn with dark symbols are events controllable by the remotely located human through the network. Note that the start transition is a controllable event as “command” input, while the end transition is an uncontrollable event as “response” output. On the other hand, nonhuman actions can be simply modeled as a single event transition.

■ 3 Petri Net-Based Command Filter Design

3.1 Specification Types

The objective of a command filter is to ensure the reaction of human-issued commands contained within the set of admissible states, called the specification. In this paper, two main types of specifications are considered and described as follows:

1. *Collision-avoidance movements:* This specification presents the physical constraints of the limited resources, such as the rooms and hallways. Each room limits the number of mobile robots that enter or stay avoid collisions.
2. *Deadlock-free operations:* This specification ensures that a given command will not lead the system to a deadlock state at which no further action is possible. This specification can be preserved by deadlock avoidance policies.

The liveness of a PN is closely related to the complete absence of deadlocks. A PN is said to be live if, no matter what marking has been reached from the initial marking, it is possible to ultimately fire any transition of the net by progressing through further firing sequences. This means

that a live PN guarantees deadlock-free operation regardless of the firing sequence.

During the system operation, the proposed command filter enforces these specifications by accepting or rejecting human-issued commands.

3.2 Synthesis of Command Filters

Definition 3.1: Considering two Petri nets $G_1 = (P_1, T_1, I_1, O_1, M_{01})$ and $G_2 = (P_2, T_2, I_2, O_2, M_{02})$, the synchronous composition of two marked Petri nets G_1 and G_2 is a net $G = (P, T, I, O, M_0)$:

$$G = G_1 \otimes G_2, \quad (2)$$

where: $P = P_1 \cup P_2$; $T = T_1 \cup T_2$; $I(p, t) = I_i(p, t)$ if $(\exists i \in \{1, 2\})$, $[p \in P_i \wedge t \in T_i]$, else $I(p, t) = 0$; $O(p, t) = O_i(p, t)$; if $(\exists i \in \{1, 2\})$, $[p \in P_i \wedge t \in T_i]$, else $O(p, t) = 0$; $M_0(p) = M_{01}(p)$ if $p \in P_1$, else $M_0(p) = M_{02}(p)$.

In this paper, an agent that specifies which events are to be accepted or rejected when the system is in a given state is called a *command filter*. For a system with plant model G and specification model H , the filter can be obtained by synchronous composition of the plant and specification models:

$$F = G \otimes H, \quad (3)$$

where the transitions of H are a subset of the transitions of G , i.e., $T_H \subset T_G$. Note that F obtained through the above construction, in the general case, does not represent a proper filter, since it may contain deadlock states from which a final state cannot be reached. Thus, the behavior of F should be further refined and restricted by PN analysis. The design procedure of PN-based command filters consists of the following steps:

- Step 1) Construct the PN model of the human commands and system responses.
- Step 2) Model the required specifications.
- Step 3) Compose the system and specification models to syn-

thesize the preliminary command filter.

- Step 4) Analyze and verify the properties of the composed model.
- Step 5) Refine the model to obtain a deadlock-free, bounded, and reversible model according to the defined specifications.

3.3 Implementation Using Agent Technology

Agent technology is a new and important technique in recent novel researches of artificial intelligence. Using agent technology leads to a number of advantages such as scalability, event-driven actions, task-orientation, and adaptivity [2]. The concept of an agent as a computing entity is very dependent on the application domain in which it operates. As a result, there exist many definitions and theories on what actually constitutes an agent and the sufficient and necessary conditions for agency. Wooldridge and Jennings [15] depicts an agent as a computer system that is situated in some environment and is capable of autonomous actions in this environment to meet its design objectives. Agents are similar to software objects but they must run continuously and autonomously. The distributed multiagent coordination system is defined as the agents that share the desired tasks in a cooperative point of view and are autonomously executing at different sites. This properties confere intelligence to the agents and together they are able to execute tasks that individually they don't have skills. For command filtering this represent a very important quality that make agent technology very useful for desired task.

For our purposes, we have adopted the description of an agent as a software program with the capabilities of sensing, computing, and networking associated with the specific function of command filtering for the MSN systems. A filtering agent is implemented to aquire the system status by autonomously sensing and the P2P (peer to peer) networking abilities, after which computing is performed to

accept or reject the associated commands so that desired specifications are satisfied. This implementation is made in JADE [19] because this development tools is very versatile and could be very well integrated with others development tools (like Protégé-2000 and Java [20]). Also JADE is an open source FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents) compliant Java based software framework for the implementation of multiagent systems. It simplifies the implementation of agent communities by offering runtime and agent programming libraries, as well as tools to manage platform execution and monitoring and debugging activities. These supporting tools are themselves FIPA agents. JADE offers simultaneously middleware for FIPA compliant multi-agent systems, supporting application agents whenever they need to exploit some feature covered by the FIPA standard (message passing, agent life cycle, etc), and a Java framework for developing FIPA compliant agent applications, making FIPA standard assets available to the programmer through Java object-oriented abstractions. The general management console for a JADE agent platform (RMA), like in Figure 4, acquires the information about the platform and executes the GUI (Graphic User Interface) commands to modify the status of the platform (creating new agents, shutting down containers, etc) through the AMS (Agent Management System). The agent platform can be split between several hosts (provided that there is no firewall between them). Agents are implemented as one Java thread and Java events are used for effective and lightweight communication between agents on the same host. Parallel tasks can be still executed by one agent, and JADE schedules these tasks in a more efficient (and even simpler for the skilled programmer) way than the Java Virtual Machine does for threads. Several Java Virtual Machines (VM), called containers in JADE, can coexist in the same agent platform even though they are not running in the same host as the RMA agent. This means that a RMA can be used to manage a set of VMs distributed across various hosts. Each container provides a complete run time

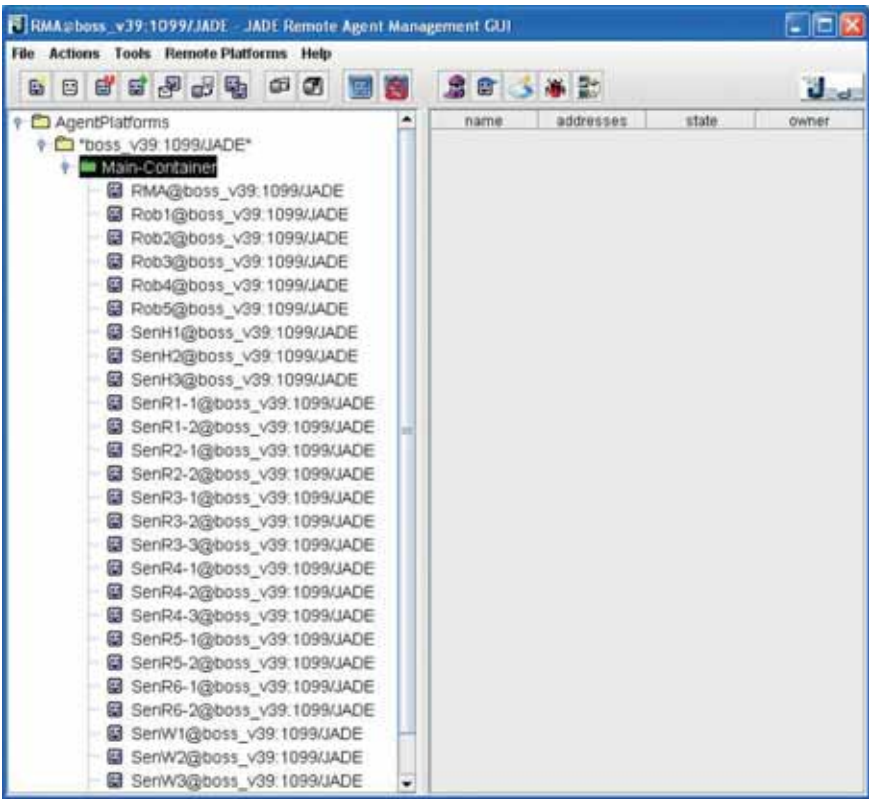


Figure 4. Graphic User Interface of JADE development tool, used for manage the agents

environment for agent execution and allows several agents to concurrently execute on the same host. The DF, AMS, and RMA agents coexist under

the same container (main-container) together with the filtering agents, as it is shown in Figure 4.

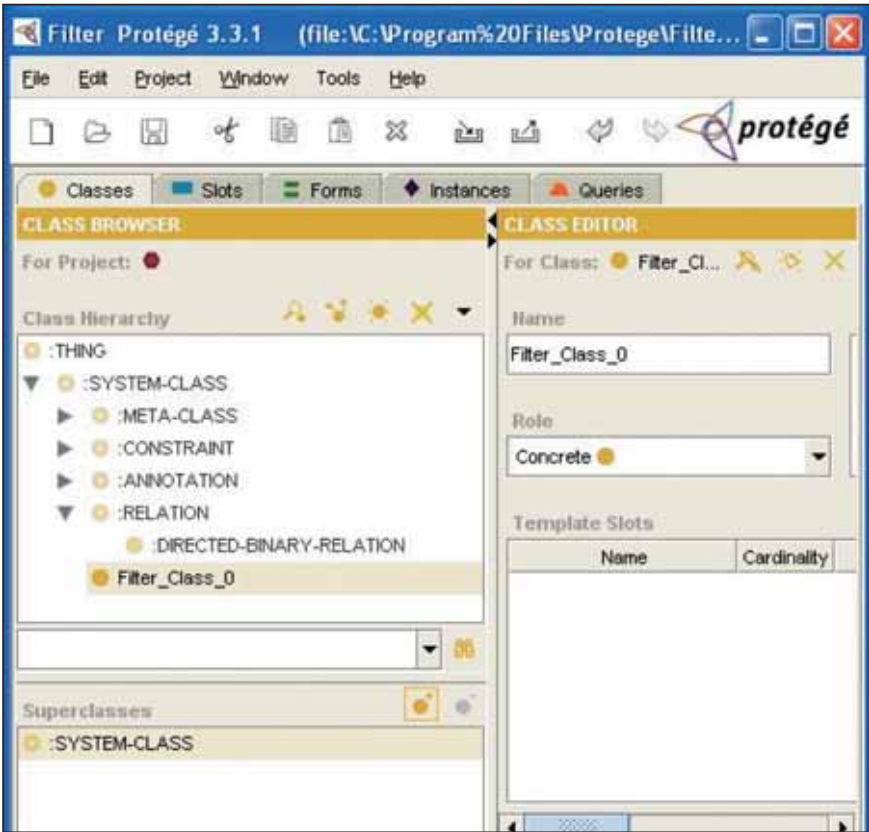


Figure 5. Defining ontologies for filtering class, using Protégé-2000

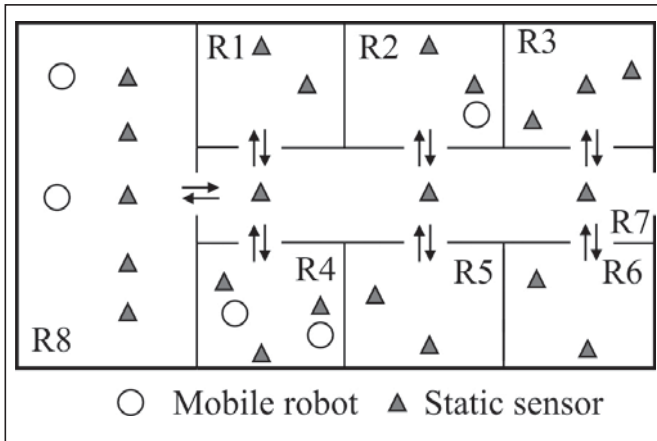


Figure 6. Mobile wireless surveillance system with five robots

To facilitate message reply, which, according to FIPA, must be formed taking into account a set of well formed rules such as setting the appropriate value for the attributes *in-reply-to*, using the same *conversation-id*, etc., the method *createReply()* is defined in the class that defines the ACL (Agent Communication Language) message. Different types of primitives are also included to facilitate the implementation of content languages other than SL, which is the default content language defined by FIPA for ACL messages. This facility is made with Protégé as depicted in Figure 5.

From JADE point of view, the filtering agent of each robot would run the developed PN model as a state machine and have capabilities with position location (room number in our case). Each room is equipped with a sensing and communication device, such as an RFID (Radio-Frequency IDentification) reader or a ZigBee module, to provide the vacancy information to the robot which would enter a particular room. On the other hand, as it mentioned before, the robot may also communicate with other robots to obtain their locations.

■ 4 Example: A Mobile Wireless Surveillance System

4.1 System Description

The semiautonomous MSN system in Figure 2 can be applied to a mobile wireless surveillance system, which is composed of many static sensors and several human-controlled mobi-

le robots. In this example, five mobile robots are placed on a floor with eight rooms, as shown in Figure 6. Each robot can move to each room according to indicated directions. To avoid possible collisions, the number of robots from each room is limited. So in the rooms

R1, R2, R5 and R6 can work only one robot; rooms R3 and R4 admits two robots during the surveillance period, and in the rooms R7 and R8 can stay three respectively five robots. Initially all the robots are in the room R8.

4.2 PN Modelling

By applying the command/response concept and based on the system description, the PN model of the human-controlled mobile robots is constructed as shown in Figure 7. It consists of 22 places and 28 transitions, respectively. Corresponding notation of the PN model is described in Table 1.

4.3 Command Filter Design

The eight rooms represent the resources shared by the five mobile robots. Since more than one robot may requi-

re access to the same room and each room has a limited number of robots collisions and deadlocks may occur. Hence, the objective is to design a command filter to ensure the whole system against these undesired situations. The required five specifications are formulated as follows:

- Spec-1) Robot moving to Room i is allowed only when Room i is empty, where $i = 1, 2, 5, 6$. Thus, we have four sub-specifications denoted as Spec-1.1 to Spec-1.4.
- Spec-2) Robot moving to Room i is allowed only when Room i has no more than one robot, where $i = 3, 4$. Thus, we have two sub-specifications denoted as Spec-2.1 to Spec-2.2.
- Spec-3) Robot moving to Room 7 is allowed only when Room 7 has no more than two robots. Thus, we have one sub-specification Spec-3.1.
- Spec-4) Robot moving to Room 8 is allowed only when Room 8 has no more than four robots. Thus, we have one sub-specification Spec-4.1.
- Spec-5) Liveness, i.e., no deadlock states, must be enforced throughout system operation.

In the specification model, Spec-1 to Spec-4 are enforced by using the mutual exclusion theory with limited tokens. The composed PN model of

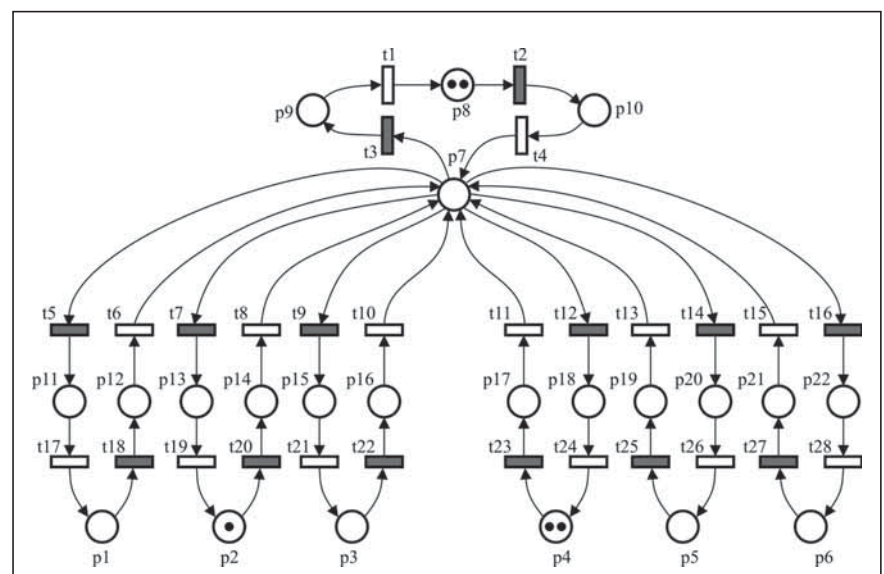


Figure 7. PN model of the human-controlled mobile robots

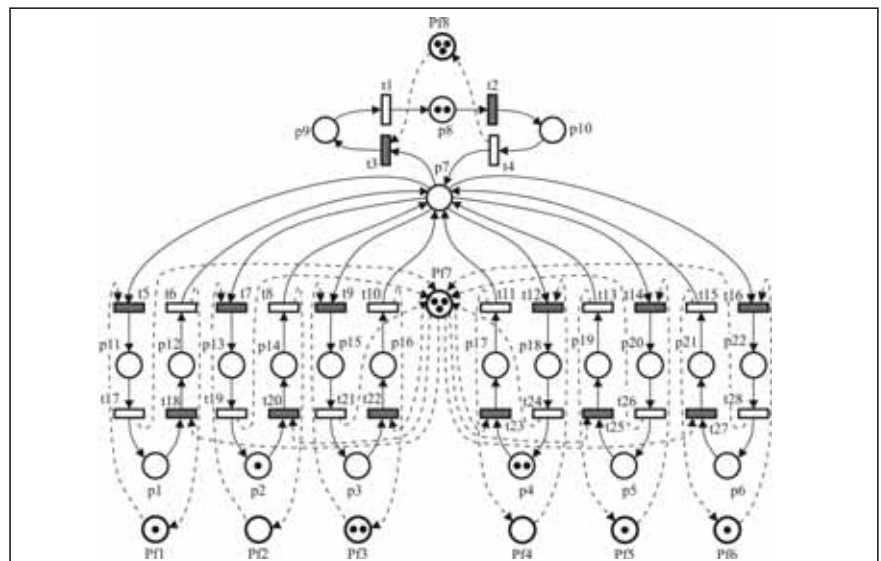
Table 1. Notation of the PN places and transitions in Figure 7

Place	Description	Place	Description
p1	Robot in R1	p12	Moving to R7
p2	Robot in R2	p13	Moving to R2
p3	Robot in R3	p14	Moving to R7
p4	Robot in R4	p15	Moving to R3
p5	Robot in R5	p16	Moving to R7
p6	Robot in R6	p17	Moving to R7
p7	Robot in R7	p18	Moving to R4
p8	Robot in R8	p19	Moving to R7
p9	Moving to R8	p20	Moving to R5
p10	Moving to R7	p21	Moving to R7
p11	Moving to R1	p22	Moving to R6
t1	Re: end moving to R8	t15	Re: end moving to R7
t2	Cmd: start moving to R7	t16	Cmd: start moving to R6
t3	Cmd: start moving to R8	t17	Re: end moving to R1
t4	Re: end moving to R7	t18	Cmd: start moving to R7
t5	Cmd: start moving to R1	t19	Re: end moving to R2
t6	Re: end moving to R7	t20	Cmd: start moving to R7
t7	Cmd: start moving to R2	t21	Re: end moving to R3
t8	Re: end moving to R7	t22	Cmd: start moving to R7
t9	Cmd: start moving to R3	t23	Cmd: start moving to R7
t10	Re: end moving to R7	t24	Re: end moving to R4
t11	Re: end moving to R7	t25	Cmd: start moving to R7
t12	Cmd: start moving to R4	t26	Re: end moving to R5
t13	Re: end moving to R7	t27	Cmd: start moving to R7
t14	Cmd: start moving to R5	t28	Re: end moving to R6

Table 2. Notation of the filtering places in Figure 8

Place	Description
Pf1	Spec-1.1: R1 admits one robot
Pf2	Spec-1.2: R2 admits one robot
Pf5	Spec-1.3: R5 admits one robot
Pf6	Spec-1.4: R6 admits one robot
Pf3 (2-bound)	Spec-2.1: R3 admits two robots
Pf4 (2-bound)	Spec-2.2: R4 admits two robots
Pf7 (3-bound)	Spec-3.1: R7 admits three robots
Pf8 (5-bound)	Spec-4.1: R8 admits five robots

both the systems are specifications is shown in Figure 8. The filtering places Pf1-Pf8 are drawn thicker and the filtering arcs are shown with dashed lines. A filtering place is modelled as an input place of the transitions that need such a resource, and as an output place of those transitions that release this resource. Take an example of Pf1 that physically means Room 1 being available. Because only one robot can work in Room 1 after the firing of the transition t5, it cannot be executed again until t6 is given to signal that Room 1 is available again. Thus, only one robot is allowed to be in Room 1 at any time, thereby avoiding any collision.

**Figure 8.** PN model with command filtering functions

The filtering places Pf1 to Pf8 (for Spec-1, Spec-2, Spec-3 and Spec-4) are used to prevent undesired human operations that lead to resource conflicts on the part of the system. The corresponding notation for the filtering places is described in Table 2.

4.4 Analysis and Verification

At this stage, due to its ease of manipulation, support for graphics import, and ability to perform structural and performance analysis, the software package MATLAB PN Toolbox [11] was chosen to verify the behavioral properties of the composed PN model using reachability analysis.

The validation results reveal that the present PN model is deadlock-free, bounded, and reversible. The deadlock-free property means that the system can be executed properly without deadlocks (Spec-5), boundedness indicates that the system can be executed with limited resources, and reversibility implies that the initial system configuration is always reachable.

For the human-controlled robot in the proposed command filtering framework, the human commands are accepted or rejected to satisfy the specifications so that collisions are avoided during the surveillance period. As shown in Table 3, without command filtering, the state space is 1540 with undesirable collision states. By using the filtering approach, the state space

Table 3. Comparison of the unfiltered and filtered frameworks

Petri net models	Places	Transitions	Arcs	State space
Unfiltered syst.	22	28	56	1540
Filtered syst.	30	28	82	413

is reduced to 413. Over 74% of states would be avoided during the surveillance period, i.e., improper actions that violate Spec-1 to Spec-5 and lead to these undesired states would be successfully filtered.

In this approach, the command filter consists only of places and arcs, and its size is proportional to the number of specifications that must be satisfied. Thus, it is believed that the presented technique could be further applied to large-scale wireless MSNs. However, the specifications designed in this paper lead to limitations for office-like structured environments. New specifications for applications to unstructured environments and large-scale networks should be investigated in the future.

■ 5 Conclusions

In this paper, a framework to develop a command filter for semiautonomous MSNs with the human-in-the-loop has been presented. The command filter is systematically designed and implemented using PN modeling and agent technology. Agents are implemented with JADE and ontologies are defined with Protégé 2000. To demonstrate the practicability of the proposed approach, an application to the mobile wireless surveillance system is illustrated. According to state acquisition via distributed P2P communication, the developed command filter ensures the specifications by accepting or rejecting human-issued commands.

Compared with previous work [5, 6] which, from an active viewpoint, sought to enable or disable actions leading to limited human commands, this paper has proposed another scheme, from a passive viewpoint, to accept or reject the actions as the robot receives the human commands. Hence, in the proposed filtering framework, human operators could request unrestricted commands, and the command filters would make real-time decisions based on an event-trigger and on-demand P2P network.

Future work will attempt to integrate both the active supervisor and passive filter into a single framework to provide a double protection scheme for semiautonomous MSNs.

Sources

- [1] Culler, D., Estrin, D., Srivastava, M.: Guest Editors's Introduction: Overview of Sensor Networks, *IEEE Computer*, Vol. 37, No. 8, Aug. 2004, pg.:41–49.
- [2] Floroian, D.: Multiagent Systems, Cluj-Napoca (Romania), Ed. Albastra (In Romanian), 2009.
- [3] Giordano, V., Ballal, P., Lewis, F., Turchiano, B., Zhang, J.B.: Supervisory Control of Mobile Sensor Networks: Math Formulation, Simulation and Implementation, *IEEE Trans. Syst., Man., Cybern. B, Cybern.*, Vol. 36, No.4, Aug. 2006, pg.:806–816.
- [4] Lee, D., Chung, W.: Discrete-status-based Localization for Indoor Service Robots, *IEEE Trans. Ind. Electron.* Vol. 53, No. 5, Oct. 2006, pg.:1737–1746.
- [5] Lee, J.S., Hsu, P.L.: Remote Supervisory Control of the Human-in-the-loop System by Using Petri Nets and Java, *IEEE Trans. Ind. Electron.* Vol. 50, No. 3, Jun. 2003, pg.:431–439.
- [6] Lee, J.S., Zhou, M.C., Hsu, P.L.: An Application of Petri Nets to Supervisory Control for Human-computer Interactive Systems, *IEEE Trans. Ind. Electron.* Vol. 52, No. 5, Oct. 2005, pg.:1220–1226.
- [7] Lee, J.S., Huang, Y.C.: ITRI ZB-node: A ZigBee/IEEE 802.15.4 Platform for Wireless Sensor Networks, *Proc. IEEE Int. Conf. Syst., Man, Cybern.*, Taipei (Taiwan), Oct. 2006, pg.:1462–1467.
- [8] Lee, J.S.: A Command Filtering Framework to Collision Avoidance for Mobile Sensory Robots, *Proc. IEEE Int. Symp. Ind. Electron.*, Vigo (Spain), Jun. 2007, pg.:136–141.
- [9] Lee, J.S.: A Petri Net Design

of Command Filters for Semi-autonomous Mobile Sensor Networks, *IEEE Trans. Ind. Electron.*, Vol. 55, No.4, April 2008, pg.:1835–1841.

- [10] Low, K.H., Leow, W.K., Ang, M.H.: Autonomic Mobile Sensor Network with Self-coordinated Task Allocation, *IEEE Trans. Syst., Man, Cybern., C, Appl. Rev.*, Vol. 36, No.3, May 2006, pg.:315–327.
- [11] Matlab, 2008. Petri Nets Toolbox.
- [12] Pastravanu, Oc., Matcovschi, M., Mahulea, C.: Applications of Petri Nets in Studying Discrete Event Systems, Iasi (Romania), Ed. Gh. Asachi (In Romanian), 2002.
- [13] Petriu, E., Whalen, T., Abielmona, R., Stewart, A.: Robotic Sensor Agents: A New Generation of Intelligent Agents for Complex Environment Monitoring, *IEEE Instrum. Meas. Mag.*, Vol. 7, No.3, Sep. 2004, pg.:46–51.
- [14] Ramadge, P.J., Wonham, W.M.: The Control of Discrete Event Systems, *Proc. IEEE*, Vol. 77, Jan. 1989, pg.:81–98.
- [15] Wooldridge, M., Jennings, N.R.: Agent Theories, Architectures, and Languages: A Survey, *Proc. ECAI-Workshop on Agent Theories, Architectures and Languages*, Amsterdam (The Netherlands), Aug. 1994, pg.:145–160.
- [16] Zheng, J., Lorenz, P., Dini, P.: Guest Editorial: Wireless Sensor Networking, *IEEE Netw.*, Vol. 20, No. 3, May/Jun. 2006, pg.:4–5.
- [17] Zhou, M.C., DiCesare, F.: Parallel and Sequential Mutual Exclusions for Petri Net Modeling for Manufacturing Systems, *IEEE Trans. Robot. Automat.*, Vol. 7, Aug. 1991, pg.:515–527.
- [18] Zhou, M.C., Jeng, M.D.: Modeling, Analysis, Simulation, Scheduling and Control of Semiconductor Manufacturing Systems: A Petri Net Approach, *IEEE Trans. Semicond. Manuf.*, Vol. 11, No. 3, Aug. 1998, pg.:333–357.
- [19] ***, Java Agent Development Framework – JADE, <http://jade.tilab.com/>
- [20] ***, Protégé 2000, <http://protege.stanford.edu/>

Nadzorno vodenje semiavtonomnih mobilnih senzorskih omrežij: pristop z načrtovanjem Petrijevih mrež

Razširjeni povzetek

Pri obravnavanih semiavtomatskih mobilnih senzorskih omrežjih se lahko pri posebno neugodnih akcijah zgodijo nesreče ali celo katastrofe, saj so v regulacijsko zanko lahko vključeni tudi operatorji. V prispevku za takšne sisteme predlagamo ustrezen način filtriranja, ki sprejme ali zavrne človeške ukaze, tako da nikoli ne pride do izvajanja neželenih oz. neprimernih ukazov. V predstavljenem pristopu smo uporabili Petrijeve mreže za modeliranje obnašanja operatorjev in za sintezo ukazov filtriranja za nadzor. Nadzorni filter je mogoče implementirati tudi ob uporabi agentne tehnologije za vsakega od robotov. Opisana je realizacija brezžičnega mobilnega sistema, da bi ilustrirali izvedljivostne možnosti razvitega pristopa. Verjamemo, da je predstavljeno tehniko mogoče uporabiti tudi na velikih brezžičnih mobilnih senzorskih omrežjih.

Ključne besede: agent, ukazni filtri, mobilni roboti, mobilna senzorska omrežja, Petrijeve mreže, nadzorno vodenje, brezžična senzorska omrežja



Hypex

FLUIDNA TEHNIKA - AVTOMATIZACIJA - INDUSTRIJSKA OPREMA

INDUSTRIJSKA PNEVMATIKA

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




MERILNA TEHNIKA IN SENZORIKA

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




PROCESNA TEHNIKA

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



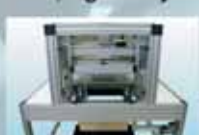

LINEARNA TEHNIKA

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

Naredite prostor za višjo produktivnost

Izdelek: snežni plug Rasco
Varjenje z roboti Motoman
Material: jeklo S235JR



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

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

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



MOTOMAN
www.motoman.si

Sistem za vodenje letala na osnovi prediktivne regulacije in kratkoročnih trajektorij

Gregor DOLANC, Satja LUMBAR, Stanko STRMČNIK, Darko VREČKO, Drago MATKO

Izvleček: V tem delu predstavljamo simulacijski prototip sistema za vodenje letala na osnovi prediktivne regulacije in kratkoročnih trajektorij. Sistem za vodenje, ki ga obravnavamo, je del širšega sistema za avtomatsko pristajanje letal, pri katerem ocena položaja letala in njegove orientacije poteka na osnovi sprotnega razpoznavanja in obdelave slik, posnetih iz letala med letom. Vodenje letala smo izvedli na osnovi prediktivne metode, ker je sposobna izboljšati kvaliteto vodenja na račun vnaprej dane referenčne trajektorije leta in do neke mere kompenzirati negativne vplive mrtvega časa in merilnega šuma, ki sta posledica numerične obdelave slike. Uvedli smo koncept kratkoročnih trajektorij, ki na osnovi trenutnega položaja letala in časovno neodvisne referenčne trajektorije leta tvori časovno sekvenco zelenih vrednosti za vodenje letala. Celoten sistem smo uspešno preizkusili v simulacijskem okolju.

Ključne besede: sistem za vodenje letala, prediktivno vodenje, kratkoročne trajektorije, vodenje na osnovi slikovnih značilk

■ 1 Uvod

V prispevku prikazujemo načrtovanje in preizkušanje simulacijskega prototipa za vodenje letala na osnovi prediktivne regulacijske metode, ki je bil razvit v okviru mednarodnega projekta PEGASE [1] iz 6. okvirnega programa. Projekt je koordiniralo podjetje Dassault Aviation. Sistem je del širšega sistema za avtomatsko pristajanje letala. Sistemi za avtomatsko pristajanje oziroma za pomoč pri pristajanju so v uporabi že relativno dolgo, vendar pa vsi slonijo na navigacijski opremi,

ki ni locirana le na letalu, pač pa tudi izven letala, najpogosteje na letališču. Navigacija poteka s signali, ki jih oddaja navigacijska oprema izven letala in sprejema oprema na letalu. V redni uporabi je nekaj tovrstnih sistemov, najbolj pogost je t. i. ILS (angl. Instrument Landing System), ki sloni na navigacijski opremi na letališčih. Odvisnost tovrstnih sistemov od opreme izven letala je lahko slaba lastnost v smislu varnosti. Navigacijska oprema izven letala je namreč lahko predmet naključnih ali namernih okvar, kar bistveno zmanjšuje varnost. Odtod izvira tudi glavna motivacija projekta PEGASE, to je razviti nov, popolnoma avtonomen sistem za avtomatsko pristajanje, ki ne bo odvisen od zunanje opreme, pač pa le od opreme, ki je locirana na letalu samem. Tak sistem je potencialno uporaben kot rezerva obstoječim sistemom za avtomatsko pristajanje ali pa kot primarni pristajalni sistem na letališčih brez ustre-

zne pristajalne navigacijske opreme. Ključna ideja projekta PEGASE je navigacija in vodenje letala s pomočjo strojnega vida, točneje s pomočjo sekvence slik, posnetih s slikovnimi senzorji, nameščenimi na letalu. Primerjava slik in modela okolja namreč omogoča oceno položaja in orientacije letala oziroma omogoča tudi neposredno vodenje letala brez neposredne ocene položaja in orientacije [2], [3], [4], [5]. Institut Jožef Stefan, Odsek za sisteme in vodenje, je bil eden od partnerjev projekta, zadolžen za razvoj regulacijskega sistema za sledenje trajektoriji leta.

Razvoj celotnega sistema je potekal v simulacijskem okolju. Vsi podsistemi so bili izvedeni v obliki programske opreme, ki je bila nato preko predpisanih vmesnikov integrirana v skupno simulacijsko okolje, ki je omogočilo funkcionalno preizkušanje celotnega sistema.

Dr. Gregor Dolanc, univ. dipl. inž., Satja Lumbar, univ. dipl. inž., prof. dr. Stanko Strmčnik, univ. dipl. inž., dr. Darko Vrečko, univ. dipl. inž.; vsi Institut Jožef Stefan, Ljubljana; Prof. dr. Drago Matko, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za Elektrotehniko

Uvodu sledi drugo poglavje, v katerem opisujemo strukturo celotnega sistema, funkcije posameznih podsistemov in simulacijsko okolje. Tretje poglavje je posvečeno razvoju sistema za sledenje poti, ki je naš glavni prispevek. Delovanje celotnega sistema v okviru simulacijskega okolja pa je prikazano v četrtem poglavju.

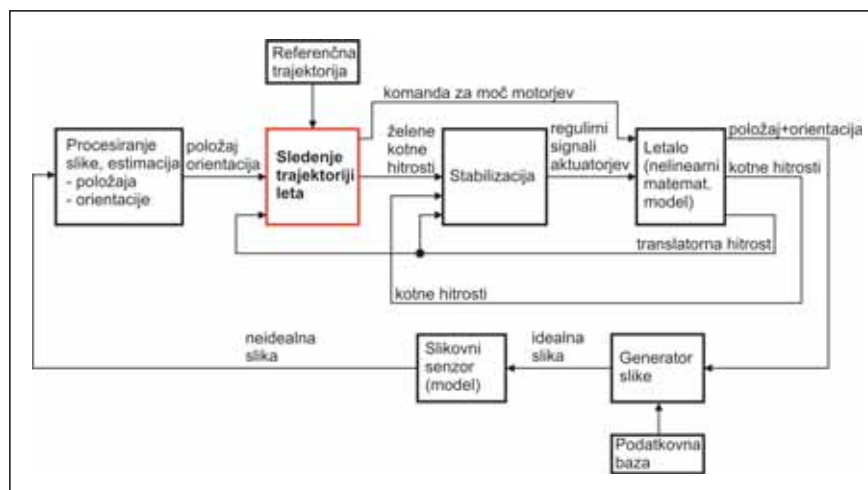
■ 2 Opis celotnega sistema in simulacijskega okolja

Slika 1 prikazuje sestavo celotnega sistema v simulacijskem okolju, kjer sta potekala ves razvoj in preizkušnje.

Simulacijsko okolje projekta PEGASE je omogočilo integracijo podsistemov, ki so jih s povsem različnimi programskimi orodji (Matlab, C++, itd.) razvili različni projektni partnerji. V simulacijskem okolju so bili izvedeni vsi elementi sistema: matematični model letala, generator slike, modeli slikovnih senzorjev, algoritmi za oceno pozicije in orientacije letala in algoritmi za vodenje trajektorije leta. Z rdečo barvo je označen del sistema, ki smo ga razvili avtorji tega prispevka. V nadaljevanju bomo na kratko opisali posamezne podsisteme.

2.1 Nelinearni matematični model letala

Nelinearni matematični model letala v okviru simulacijskega okolja nadomešča pravo letalo. Matematični model je množica nelinearnih dinamičnih in statičnih relacij, ki opisujejo dinamični odziv letala na spremembe vhodnih krmilnih signalov aktuatorjev in dinamični odziv na motnje, oboje v različnih obratovalnih pogojih. Glavni izhodi modela so položaj, orientacija, kotne ter translatorne hitrosti letala. Gre za izredno podroben in natančen matematični model, ki ga je v okolju Matlab Simulink razvil projektni partner Alenia Aeronautica. Notranja struktura modela (diferencialne enačbe, funkcijske odvisnosti in parametri) je bila sicer dostopna, vendar je pri načrtovanju sistema namenoma nismo uporabljali. Vsa interakcija z modelom je potekala podobno kot s pravim letalom, to je po principu



Slika 1. Sistem v simulacijskem okolju

"črne škatle", kar pomeni, da smo vse informacije za načrtovanje sistema pridobili eksperimentalno iz poteka vhodnih in izhodnih signalov modela. Vse načrtovalske postopke bi tako lahko izvedli tudi na osnovi krmilnih in merilnih signalov pravega letala.

2.2 Generator slike

Generator slike proizvaja sintetično sliko okolice, ki je v realnosti vidna z letala med letom oziroma med pristankom. Vhoda v generator slike sta položaj in orientacija letala, ki izvirata iz izhoda matematičnega modela letala. Generator slike vsebuje podatkovno bazo okolice, na podlagi katere se tvori sintetična slika, ki je idealna in nepopačena. Ta slika se nato uporablja kot vhod v modele slikovnih senzorjev.

2.3 Slikovni senzorji

Ena izmed ključnih komponent sistema so senzorji za zajem slike, ki morajo zagotoviti primerno kvaliteto slike v različnih vidljivostnih razmerah (dan, noč, sneg, dež, megla, okolica pokrita s snegom in podobno). V okviru projekta senzorjev nismo neposredno razvijali, pač pa smo skušali najti primerne obstoječe tehnološke rešitve. Na voljo je več obstoječih tehnologij, poleg klasičnih CCD-senzorjev, ki so uporabni bolj ali manj le v idealnih vremenskih razmerah, so na voljo magnetni senzorji, infrardeči senzorji, kot zelo obetavni pa so se izkazali zlasti laserski senzorji, ki delujejo v

širokem spektru vremenskih razmer. Za potrebe vključitve v simulacijsko okolje je bilo potrebno izdelati oziroma pridobiti matematične modele senzorjev. Matematični model slikovnega senzorja je matematična transformacija, ki idealno sliko okolice pretvori v realno, kakršno proizvaja realni senzor v določenih vidljivostnih razmerah.

2.4 Estimator položaja in orientacije letala

Ta podsistem služi za ocenjevanje položaja in orientacije letala na podlagi obdelave slike, ki jo tvori slikovni senzor. V našem primeru je slikovni senzor nameščen na letalu, slikovni objekt pa sta pristajalna steza in okolica. Estimacija položaja s slike je relativno kompleksen postopek s področja računalniškega vida in ga v tem članku ne bomo podrobneje obravnavali, razvili pa so ga drugi projektni partnerji. Rezultat postopka je bodisi položaj in orientacija letala glede na pristajalno stezo bodisi matematični opis značilk slike (robovi, oglišča, itd.) v koordinatnem sistemu kamere.

2.5 Sledenje trajektoriji leta

Podsistem za sledenje mora zagotoviti, da letalo sledi vnaprej predpisani referenčni trajektoriji leta in da je njegova hitrost enaka predpisani hitrosti. Na osnovi odstopanja dejanskega položaja letala in hitrosti sistem nastavi želene vrednosti kotnih hitrosti letala in moč motorjev. Ta sistem smo raz-

vili na Odseku za sisteme in vodenje na Institutu Jožef Stefan in ga bomo podrobneje opisali v nadaljevanju tega prispevka.

2.6 Stabilizacija letala

Podsistem za stabilizacijo je vmesni člen med sistemom za vodenje trajektorije in aktuatorji (smerno krmilo, višinsko krmilo, zakrilca). V splošnem tovrstni sistemi stabilizirajo nestabilna letala oziroma izboljšajo stabilnost stabilnih letal. Poleg tega odpravijo (linearizirajo) nelinearno učinkovanje aktuatorjev, tj. smernega in višinskega krmila ter zakrilc. S tem je olajšana izvedba sistema za vodenje trajektorije. Sistem za stabilizacijo v tem članku ne bo podrobneje obravnavan, saj so ga razvili drugi projektni partnerji.

■ 3 Sistem za sledenje trajektoriji leta

Sistem za slednje trajektoriji leta mora zagotoviti, da letalo sledi referenčni trajektoriji in da je njegova hitrost enaka predpisani. Vhod v sistem je referenčna trajektorija leta in dejanski položaj ter orientacija letala. Izhod iz sistema pa so zelene vrednosti (reference) za kotne hitrosti letala in pa krmilni signal za moč motorjev. Zelene vrednosti kotnih hitrosti predstavljajo vhodne signale v sistem za stabilizacijo letala (razdelek 2.6), krmilni signal moči motorjev pa učinkuje direktno na motorje, to je na model letala.

Referenčna trajektorija leta (*RT*) je vnaprej definirana z nizom točk:

$$RT = (WP(1), WP(2), \dots, WP(m)) \quad (1)$$

Pri tem so $WP(k)$ točke poti (angl. waypoints), opisane s prostorskimi koordinatami:

$$WP(k) = (x_k, y_k, z_k) \quad (2)$$

Sosednje točke so medsebojno povezane z ravnimi segmenti ter tako tvorijo predpisano pot. Za vsak segment med dvema sosednjima točkama $WP(k)$ in $WP(k+1)$ je predpisana hitrost $v(k)$ ter konfiguracija letala (položaj sekundarnih krmilnih površin ter podvozja).

Trenutni položaj in orientacija letala (angl. Pose) sta rezultat obdelave slike in predstavlja(ta) vhod (merjeno veličino) v sistem za vodenje trajektorije.

$$Pose = (P_A, O_A), P_A = (x_A, y_A, z_A), O_A = (Phi, Theta, Psi) \quad (3)$$

Pri tem pomenijo x_A, y_A, z_A koordinate položaja letala (P_A) v zemeljskem koordinatnem sistemu (x v smeri sever, y v smeri vzhod in z navpično). Za koordinatno izhodišče predpostavimo, da se nahaja na začetku pristajalne steze. $Phi, Theta, Psi$ pa so Eulerjevi koti, ki podajajo orientacijo letala (O_A) in so podrobneje definirani v nadaljevanju v tabeli 1.

Pri izvedbi sistema za sledenje trajektorije leta smo kot osnovo uporabili prediktivno regulacijsko metodo na osnovi modelov (MPC, angl. model based predictive control). Obstajajo trije razlogi za uporabo te metode. Prvi razlog je v dejstvu, da je referenčna trajektorija leta (*RT*) vnaprej znana. Prediktivna regulacijska metoda je sposobna upoštevati informacijo o prihodnjih zelenih vrednostih procesnih veličin in na ta račun izboljšati kvaliteto regulacije. Drugi razlog izhaja iz dejstva, da se položaj in orientacija letala ocenjujeta s slik, posnetih iz letala med samim letom. Sprotna računalniška obdelava slik lahko v merilne signale vnese zakasnitev (mrtvi čas) in različne tipe merilnega šuma. Oba pojava imata na regulacijo negativen vpliv, prediktivna metoda pa jih lahko do neke mere kompenzira. Tretji razlog pa predstavlja zmožnost prediktivne regulacije, da lahko pri iskanju optimalnih krmilnih signalov upošteva različne omejitve, ki lahko nastopijo pri vodenju letala.

3.1 Splošno o prediktivni metodi vodenja

Prediktivne metode uporabljajo optimizacijo za določitev trenutne in prihodnjih vrednosti reguliranih signalov (u_i). Cilj optimizacije je minimiziranje kriterijske funkcije (J), opisane z enačbo (4), upoštevajoč trenutno in prihodnje predpisane vrednosti izhodov procesa (r_i) in trenutno ter prihodnje dejanske vrednosti izhoda

procesa (y_i). Pri tem se prihodnje vrednosti izhoda procesa ocenijo z modelom procesa. Ostali parametri so: w_i – uteži regulacijske napake, w_{ui} – uteži spremembe krmilnih signalov, P – prediktivni horizont regulatorja in C – kontrolni horizont regulatorja. Podrobnejši opis metode najdemo v literaturi, npr. v [6]. Ker matematični model ni nikoli povsem enak procesu, dobimo pri opisanem prediktivnem vodenju napako v ustaljenem stanju. To napako običajno kompenziramo z dodajanjem razlike med izmerjeno vrednostjo in vrednostjo modela na izhod modela.

$$J = \sum_{i=1}^P w_i (r_i - y_i)^2 + \sum_{i=1}^C w_{ui} (\Delta u_i)^2 \quad (4)$$

3.2 Generator kratkoročnih trajektorij

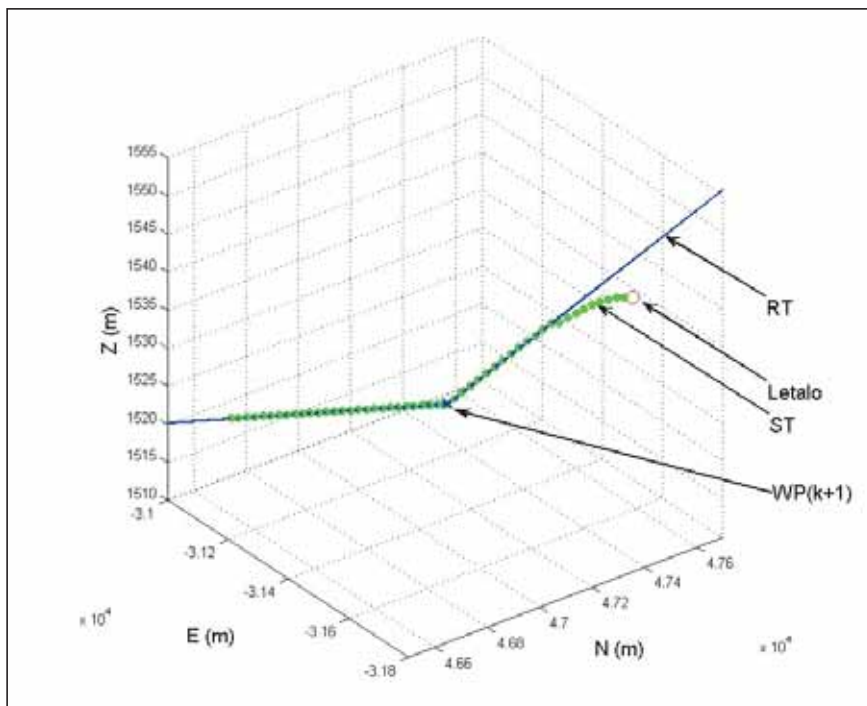
Prediktivna metoda vodenja sloni na ekvidistančnem časovnem zaporedju signalov. To pomeni, da so signali podani v obliki časovnega zaporedja preteklih, trenutnih in prihodnjih vrednosti. Ta način pa ni skladen z načinom opisa referenčne trajektorije leta (*RT*), ki je podana v obliki prostorske krivulje, ki v splošnem ni funkcija časa. Da bi lahko povezali časovni koncept prediktivne metode vodenja in prostorski koncept referenčne trajektorije leta, smo uvedli "generator kratkoročnih trajektorij". Kratkoročna trajektorija (*ST*) je definirana kot časovno ekvidistančno zaporedje prostorskih točk:

$$ST = (P(1), P(2), \dots, P(n)) \quad (5)$$

Število točk n mora biti enako prediktivnemu horizontu regulatorja (v našem primeru 50). Kratkoročna trajektorija se na novo izračuna pred vsakim računskim korakom regulatorja. Začetek oziroma prva točka kratkoročne trajektorije je v točki trenutnega položaja letala P_A .

$$P(1) = P_A \quad (6)$$

Ostale točke pa se določijo tako, da kratkoročna trajektorija (*ST*) mehko konvergira k referenčni trajektoriji leta (*RT*). Razmere pojasnjuje *slika 2*. Modra polna črta je referenčna trajektorija leta (*RT*), rdeči krog je tre-



Slika2. Referenčna trajektorija (RT) in kratkoročna trajektorija (ST)

nutni položaj letala (P_A), zelene pike pa predstavljajo zaporedje časovno ekvidistančnih točk kratkoročne trajektorije (ST).

Zaporedje točk trajektorije se tvori iterativno. Predpostavimo, da se letalo nahaja vzdolž segmenta $[WP(k), WP(k+1)]$ referenčne trajektorije. Nova točka je izražena kot vsota predhodne točke in vektorja inkrementa Inc :

$$P(i+1) = P(i) + Inc \quad (7)$$

Da bi bile točke trajektorije časovno ekvidistančne, mora biti dolžina vektorja Inc enaka produktu prihodnje hitrosti letala v in intervalu dt med dvema računskima korakoma regulatorja. Prihodnja hitrost je neznana, zato jo aproksimiramo s prihodnjo zeleno hitrostjo $v(k)$, ki pa je predpisana za vsak segment referenčne trajektorije:

$$\|Inc\| = v(k) \cdot dt \quad (8)$$

V enačbi oznaka $\|\cdot\|$ pomeni kvadratično normo. Nato uvedemo lokalni kartezični koordinatni sistem z naslednjimi enotnimi vektorji:

P – enotni vektor, vzporeden z aktualnim segmentom referenčne trajektorije leta,

L – enotni vektor, pravokoten na P in hkrati vzporeden z ravnino X-Y,
 D – enotni vektor, pravokoten na P in L ,

Vektor Inc izrazimo kot vsoto treh komponent, ki so vzporedne z enotnimi vektorji P, L in D :

$$Inc = Inc_P + Inc_L + Inc_D \quad (9)$$

Komponente vektorja Inc izračunamo na podlagi vektorja Dev , ki poteka od zadnje generirane točke na kratkoročni trajektoriji $P(i)$ do najbližje točke na referenčni trajektoriji leta, ki jo označimo kot P_C . Vektor Dev je torej pravokoten na trenutno aktualni segment $[WP(k), WP(k+1)]$ referenčne trajektorije RT. Najbližjo točko P_C na referenčni trajektoriji izračunamo z naslednjo enačbo:

$$P_C = WP(k) + (WP(k+1) - WP(k)) \cdot s$$

$$s = -\frac{(WP(k) - P(i)) \cdot (WP(k+1) - WP(k))^T}{(WP(k+1) - WP(k)) \cdot (WP(k+1) - WP(k))^T} \quad (10)$$

Nato izračunamo vektor Dev :

$$Dev = P_C - P(i) \quad (11)$$

Tudi ta vektor razstavimo v tri komponente, ki so vzporedne z enotnimi vektorji P, L in D :

$$Dev = Dev_P + Dev_L + Dev_D \quad (12)$$

Zaradi pravokotnosti vektorja Dev na referenčno trajektorijo je komponenta Dev_P enaka 0. Sedaj določimo komponente vektorja Inc tako, da bo zagotovljeno pojemajoče (tj. mehko) približevanje referenčni trajektoriji. Najprej se posvetimo komponenti Inc_L . Hitrost približevanja v smeri vektorja L naj bo odvisna od oddaljenosti od referenčne trajektorije, funkcijsko odvisnost definiramo za tri cone oddaljenosti, veliko, srednjo in majhno:

- v primeru velike oddaljenosti (norma od Dev_L večja od d_{L2}) je vpadni gradient približevanja konstanten in enak vrednosti g_L
- v primeru srednje oddaljenosti (norma od Dev_L manjša od d_{L2} in hkrati večja od d_{L1}) vpadni gradient pada linearno z zmanjševanjem razdalje od vrednosti g_L navzdol
- v primeru zelo majhne oddaljenosti (norma od Dev_L manjša od d_{L1}) se nova točka (in posledično vse sledeče točke) postavi na referenčno trajektorijo.

Režim formalno opišemo takole:

$$\|Dev_L\| > d_{L2} : Inc_L = g_L \cdot ds \cdot \frac{Dev_L}{\|Dev_L\|}$$

$$d_{L1} \leq \|Dev_L\| \leq d_{L2} : Inc_L = g_L \cdot ds \cdot \frac{Dev_L}{d_{L2}}$$

$$\|Dev_L\| < d_{L1} : Inc_L = Dev_L \quad (13)$$

V enačbi (13) nastopajo naslednji parametri:

d_{L2}, d_{L1} – razdalji, ki definirata tri cone oddaljenosti v ravnini $L \times P$,
 g_L – začetni vpadni gradient približevanja v ravnini $L \times P$.

Po enakem principu izračunamo še komponento Inc_D . Parametri so v tem primeru naslednji:

d_{D2}, d_{D1} – razdalji, ki definirata tri cone oddaljenosti v ravnini $D \times P$,
 g_D – začetni vpadni gradient približevanja v ravnini $D \times P$.

Končno izračunamo še komponento Inc_P , pri izračunu pa uporabimo pogoj, da mora skupna dolžina vektorja ustrezati enačbi (8):

$$Inc_p = P \cdot \sqrt{ds^2 - \|Inc_L\|^2 - \|Inc_D\|^2} \quad (14)$$

Enačba (14) zahteva še izpolnjenost naslednjega pogoja:

$$\|Inc_L\|^2 + \|Inc_D\|^2 < ds^2 \quad (15)$$

Da bi bil ta pogoj izpolnjen v vseh treh conah, mora veljati:

$$g_L^2 + g_D^2 < 1 \quad (16)$$

V praksi smo izbrali $g_L = g_D = 0,4$. V vsaki iteraciji izračunamo še geometrijski kot $Ang_{xz}(i)$ vektorja Inc glede na ravnino X-Z, ki je tudi potreben za vodenje letala:

$$Ang_{xz}(i) = \tan^{-1} \frac{Inc_y}{Inc_x} \quad (17)$$

Zgornje enačbe predpostavljajo, da kratkoročna trajektorija poteka vzdolž enega samega segmenta referenčne trajektorije $[WP(k), WP(k+1)]$. Vendar pa vedno pride do situacije, ko trajektorija poteka vzdolž dveh ali več segmentov, kot prikazuje slika 2. Matematični kriterij, ki sproži preklon na naslednji segment, je določen z naslednjim skalarnim produktom:

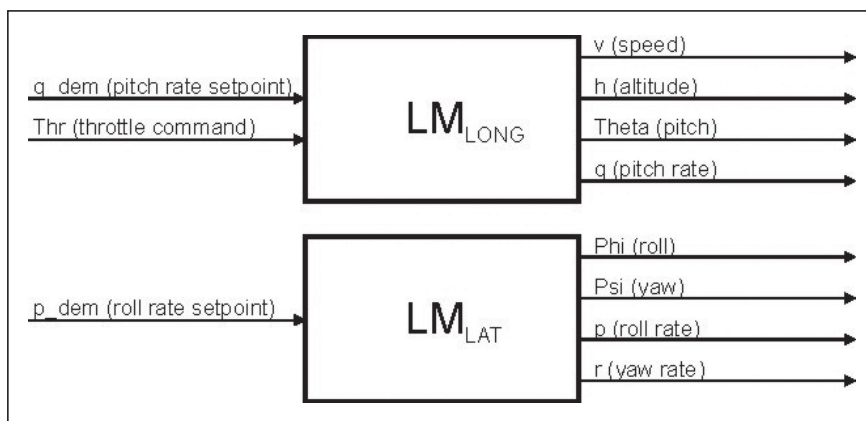
$$Sw = (WP(k+1) - WP(k)) \cdot (WP(k+1) - P(i))^T$$

if $(Sw < 0)$ then $k = k + 1$ (18)

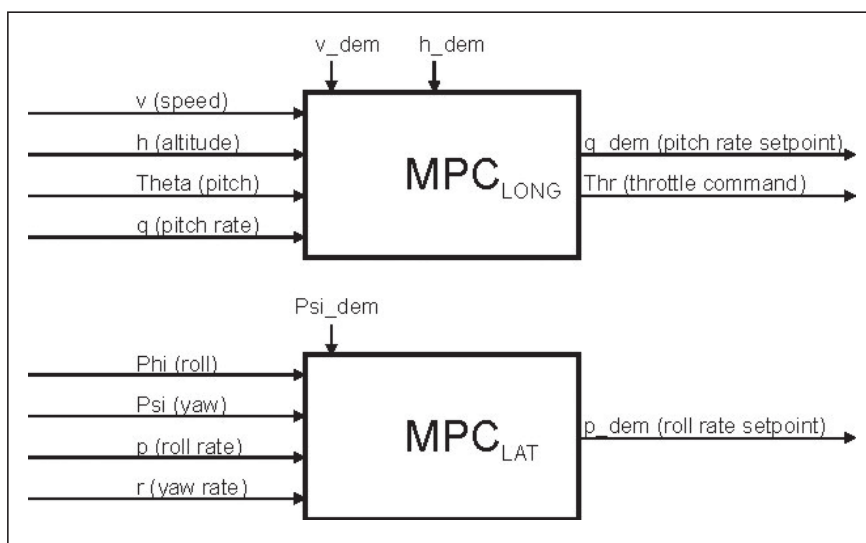
Po preklopu segmenta je potrebno v enačbah (8) in (10) upoštevati novo vrednost za k , to je $k = k + 1$.

3.3 Implementacija prediktivnega vodenja

Kot je bilo omenjeno, smo za izvedbo sistema za sledenje trajektoriji izbrali prediktivno metodo vodenja (MPC). Za realizacijo smo uporabili knjižnico MPC, ki je del programskega paketa Matlab. Prediktivna metoda potrebuje za načrtovanje in delovanje linearni dinamični model procesa (LM). Linearni model v splošnem lahko dobimo eksperimentalno iz vhodnih in izhodnih signalov procesa. V našem primeru proces predstavlja letalo skupaj z regulacijskim sistemom za stabilizacijo, ki je opisan v razdelku 2.6.



Slika3. Linearni model, longitudinalni in lateralni del (prevodi v tabeli 1)



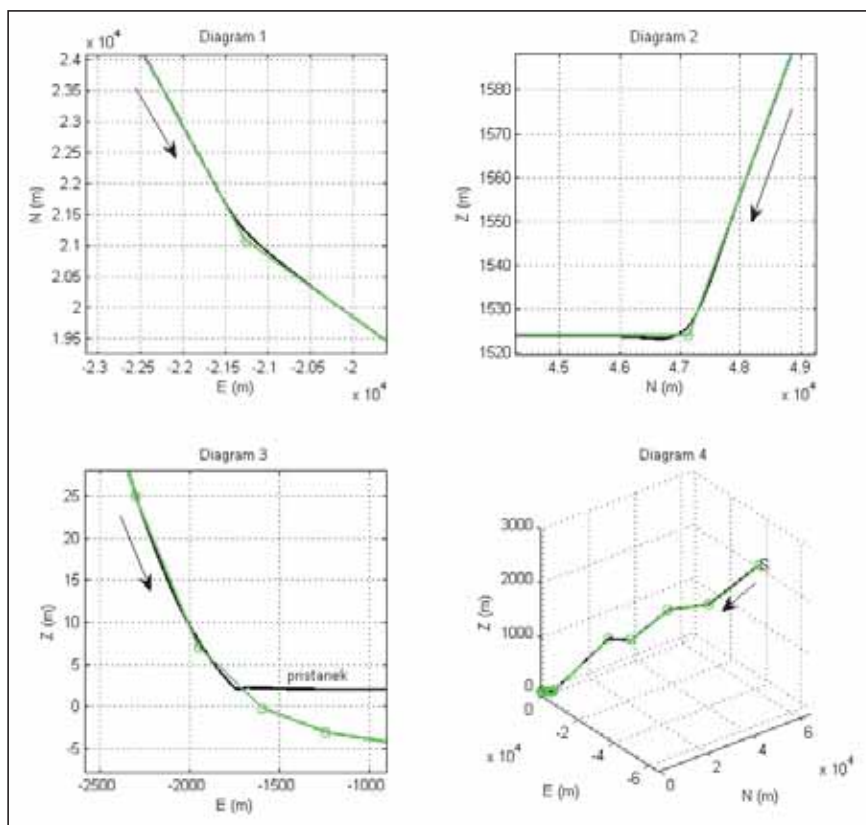
Slika4. Regulator MPC, longitudinalni in lateralni del (prevodi v tabeli 1)

V simulacijskem okolju smo namesto pravega letala uporabili njegov nelinearni matematični model, opisan v razdelku 2.1. Linearni model pa smo dobili po naslednjem postopku. Z uporabo začasnih PID-regulatorjev smo nelinearni model letala pripeljali v želeno delovno točko in počakali, da so se vsi izhodni signali ustalili (angl. trimmed condition). Nato smo

vrednost enega od vhodnih krmilnih signalov malo spremenili ($u \rightarrow u + \varphi u$) in izmerili odzive vseh izhodnih signalov. Iz odzivov smo z identifikacijo izračunali pripadajoče prenosne funkcije linearnega modela. Postopek smo ponovili za vse tri vhodne regulirne signale (p_dem , q_dem in Thr). Prenosne funkcije so pokazale, da je možno linearni model (LM) ločiti v

Tabela1. Pomeni spremenljivk

Sprem.	Pomen
v	hitrost
h	višina
Φ	kot med prečno (y) osjo letala in horizontom (angl. roll)
Θ	kot med vzdolžno (x) osjo letala in horizontom (angl. pitch)
Ψ	kot med vzdolžno (x) osjo letala in severom (angl. yaw)
p	kotna hitrost okoli vzdolžne osi letala (angl. roll rate)
q	kotna hitrost okoli prečne osi letala (angl. pitch rate)
r	kotna hitrost okoli navpične osi letala (angl. yaw rate)
v_dem	želena vrednost hitrosti; vektor: $v_dem(i)=v$; $i=1 \dots n$
h_dem	želena vrednost višine; vektor: $h_dem(i)=PZ(i)$; $i=1 \dots n$
Ψ_dem	želena vrednost kota Ψ ; vektor: $\Psi_dem(i)=Ang_{yz}(i)$; $i=1 \dots n$
p_dem	želena vrednost kotne hitrosti p
q_dem	želena vrednost kotna hitrosti q
Thr	komanda za moč motorjev



Slika 5. Sledenje referenčni trajektoriji in pristank

dva neodvisna linearna modela, enega za longitudinalni del (LM_{LONG}) in drugega za lateralni del (LM_{LAT}). Vhodi in izhodi obeh modelov so razvidni s slike 3 in dodatno pojasnjeni v okviru tabele 1.

Ker smo linearni model razdelili na dva dela, smo tudi prediktivni regulator (MPC) razdelili na dva dela, to je na longitudinalni regulator MPC_{LONG} (regulacija višine in hitrosti leta) ter lateralni regulator MPC_{LAT} (regulacija smeri leta). Takšen način razdelitve problema je v tehnologiji sistemov za vodenje letal precej pogost. Vhodi in izhodi obeh regulatorjev so prikazani na sliki 4 in pojasnjeni v tabeli 1. Spremenljivke na slikah 3 in 4 imajo naslednje pomene:

4 Rezultati

V okviru simulacijskega okolja je bila definirana množica testnih scenarijev, ki predpisujejo referenčno trajektorijo ter zunanje vplive (veter, turbulence). Rezultati delovanja so bili dobri in so v glavnem potrdili pričakovane prednosti sistema. Slika 5 prikazuje primer sledenja trajektoriji in pristanka. Zelena črta predstavlja referenčno

trajektorijo RT, zeleni krogi so točke poti $WP(k)$, črna črta pa je dejansko pot letala. E, N in Z pomenijo koordinate vzhod, sever in višino. Diagram 4 prikazuje slednje vzdolž celotne referenčne trajektorije v treh dimenzijah. Diagram 1 prikazuje panoramski pogled v območju spremembe lateralne smeri referenčne trajektorije. Diagram 2 prikazuje stranski pogled v območju spremembe naklona referenčne trajektorije. Diagram 3 pa prikazuje stranski pogled v območju pristanka. Po pristanku letalo ne sledi več višinski komponenti trajektorije, saj je ta definirana nekoliko pod nivojem steze.

5 Zaključek

Prispevek opisuje načrtovanje in izvedbo sistema za vodenje letala na osnovi prediktivne regulacije in

kratkoročnih trajektorij, ki je del širšega sistema za avtomatsko pristajanje letal na osnovi strojnega vida. Sistem za vodenje letala je bil preizkušen v simulacijskem okolju v idealnih razmerah (položaj in orientacija letala merjena brez napake) in v razmerah, ki so bolj podobne realnim (položaj in orientacija izračunana s slike). V obeh primerih je bilo delovanje dobro, potrdile so se pričakovane prednosti prediktivne regulacije v primerjavi s klasičnimi metodami, predvsem zaradi zmožnosti upoštevanja vnaprej predpisane referenčne trajektorije leta.

Literatura

- [1] Information about the project PEGASE on the internet: <http://dassault.ddo.net/pegase/>.
- [2] L. Vacchetti, V. Lepetit, P. Fua. Stable real-time 3d tracking using online and offline information. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 26(10): 1385–1391, 2004.
- [3] S. Fürst, E. D. Dickmanns: "A Vision Based Navigation System for Autonomous Aircraft", 5th Int. Conf. on Intelligent Autonomous Vehicles 'IAS-5', Sapporo, JP, June 1998, 765–774.
- [4] B. Espiau, F. Chaumette, P. Rives: A New Approach to Visual Servoing in Robotics, IEEE Transactions on Robotics and Automation, Vol.8, N.3, June 1992.
- [5] P. Rives, J. R., Azinheira: Line-ar Structures Following by an Airship using Vanishing Point and Horizon Line in a Visual Servoing Scheme, Int. Conf. On Robotics and Automation, ICRA04, New Orleans, USA, April 2004.
- [6] J. M. Maciejowski, Predictive Control with Constraints, Prentice Hall, 36–70, 2002.

Aircraft flight control system based on the predictive control method and short-term reference trajectories

Abstract: In this paper we present a simulation prototype of a flight control system based on the predictive control method and short-term reference trajectory generation. This system is a part of a system for automatic landing of aircrafts, where aircraft position and orientation are estimated on-line from images, acquired from the aircraft during flight. The advantage of the predictive control method is in its ability to improve the control performance by considering the predefined reference flight trajectory. In addition, it can also compensate the time delay and measurement noise, which are both consequences of image processing. We introduced a concept of short-term trajectories, which generates a time sequence of reference signals on the basis of aircraft current position and predefined reference trajectory. The entire system was successfully tested in the simulation environment.

Keywords: flight control system, predictive control, short-term reference trajectories, visual servoing.

Zahvala

Zahvaljujemo se Evropski komisiji za finančno podporo v okviru pogodbe AST5-CT-2006-030839 in Agenciji za raziskovalno dejavnost RS za finančno podporo v okviru programa PR-0001 in projekta PR00215.

Spoštovani poslovni partnerji

Družba Kladivar d.o.o. je v letu 2007 postala del skupine Poclain Hydraulics Group. S prihodom v skupino je Kladivar postal **kompetentni center skupine Poclain Hydraulic Group za razvoj, proizvodnjo in strokovno podporo prodaje hidravličnih ventilov in naprav**, prevzel je standarde poslovanja skupine in njen sistem vodenja.

Da bi družbo Kladivar integrirali v skupino Poclain Hydraulics Group in poenotili razmerja med našimi partnerji in skupino, smo se odločili, da

Kladivar d.o.o., s 1. novembrom 2009 uvede celotno podobo skupine Poclain Hydraulics Group.



Spremembe podobe bodo vidne predvsem na:

- **dokumentih**, kot so ponudbe, naročila, računi, navodila za uporabo, izjave o skladnosti ter drugi splošni dopisi
- **proizvodih**: sprememba logotipa na napisni tablici in kosovni embalaži
- **promocijskih sredstvih in tehnični dokumentaciji**, kot so prospekti o družbi in proizvodih, tehnični katalogi ter risbe
- **komunikacijskih sredstvih in medijih**, kot so poslovne vizitke, internetni naslov, naslovi elektronske pošte in podobno.

Ime družbe ostaja še naprej:

Kladivar, tovarna elementov za fluidno tehniko Žiri, d.o.o

Kladivar d.o.o
Poclain Hydraulics Group
Milan Kopač, direktor



Industrijski forum Inovacije, razvoj, tehnologije

2010

Forum znanja in izkušenj

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

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

Osrednje teme IFIRT

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

Portorož, 7. in 8. junij 2010

Pokrovitelji dogodka:

Power and productivity
for a better world™

ABB

*Maxima
za prihodnost*
LOTRIČ

MOTOMAN

Organizatorja dogodka: PROFIDTP, d. o. o., Gradišče nad Pijavo Gorico 204, 1291 Škofljica; ECETERA, d. o. o., Motnica 7 A, 1236 Trzin

Partner dogodka: Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije

Organizacijski vodja dogodka: Darko Svetak, darko.svetak@forum-irt.si

Programski vodja dogodka: dr. Tomaž Perme, tomaz.perme@forum-irt.si

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

www.forum-irt.si

Dinamika svetovne industrije maziv – vpliv tehnoloških sprememb na tržne trende, regije in skupine izdelkov

Lutz LINDEMANN, Apu GOSALIA

■ Uvod

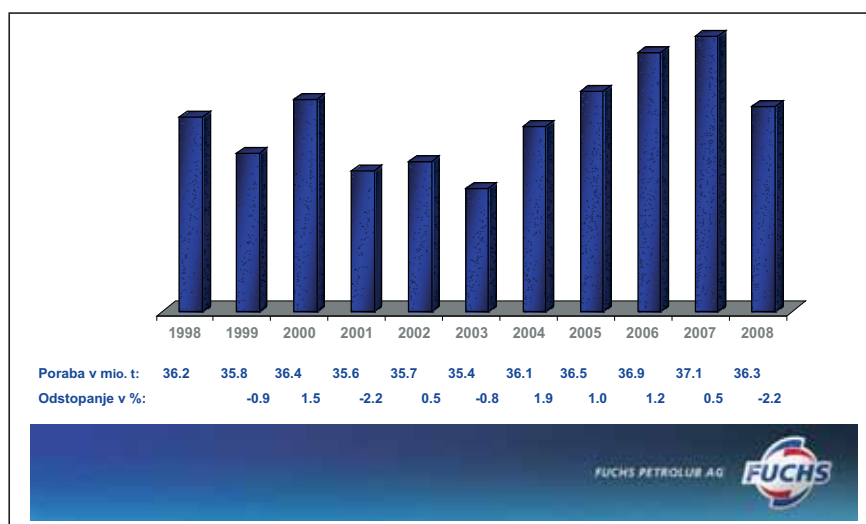
Svetovna industrija maziv se je v zadnjem desetletju glede velikosti tržišča, trendov količine in kvalitete glavnih skupin izdelkov in značilnih regionalnih vzorcev porabe izredno spremenila.

Regionalni razvoj tržišča je odvisen od številnih faktorjev, kot so motorizacija, prevoženi kilometri, konstrukcijski podatki, industrijska proizvodnja, vendar tudi splošna ekonomska aktivnost ter tehnični napredek in vedenje potrošnikov.

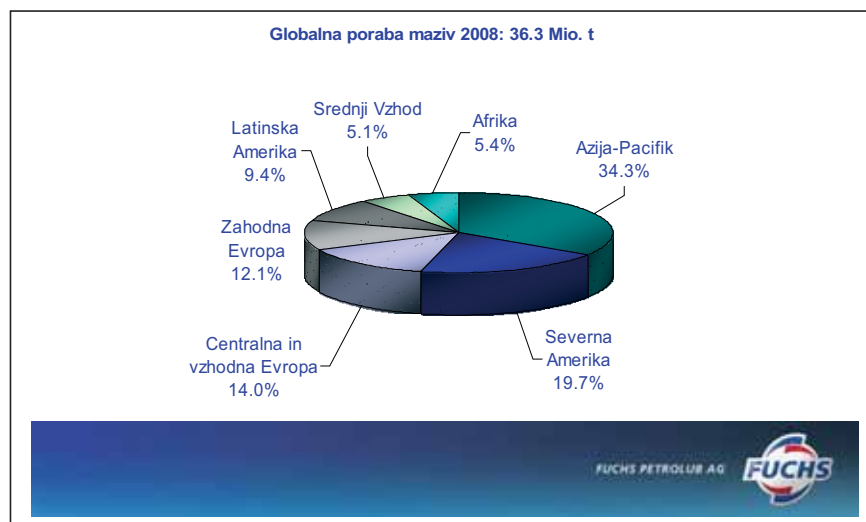
Učinkovitost maziva bo tudi naprej imela velik vpliv. Vse vrste naprednih kvalitetnih maziv bodo v prihodnosti spremenile svetovno porabo maziv – s pomembnimi razlikami med regijami in specifičnimi izdelki.

Glavni namen prispevka je podrobnejši pregled razvoja porabe maziv na svetovnem in regionalnem tržišču v zadnjem desetletju. Poudarjen bo dosednji in prihodnji vpliv tehnoloških sprememb in spremenjenega vedenja potrošnikov na smer in obseg

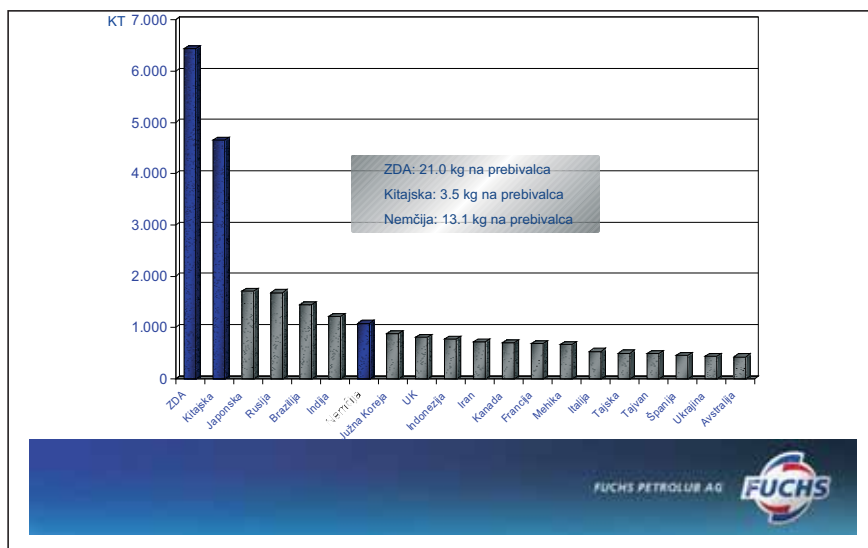
Dr. Lutz Lindemann, Apu Gosalia, FUCHS PETROLUB AG, Mannheim, Nemčija



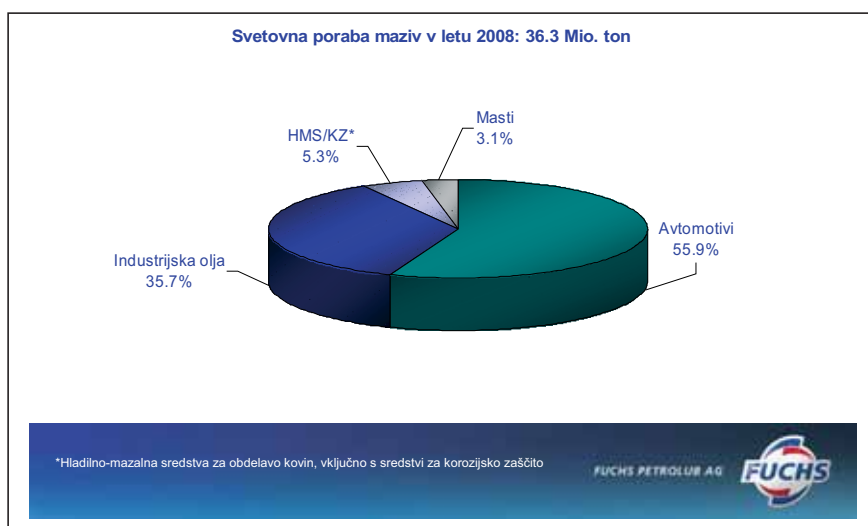
Slika 1. Razvoj svetovne porabe maziv (brez olj za ladje)



Slika 2. Globalna poraba maziv po regijah



Slika 3. Vodilnih 20 porabnikov maziv



Slika 4. Svetovna poraba maziv po skupinah izdelkov

porabe glavnih skupin izdelkov, na primer olj in tekočin za motorna vozila, industrijskih maziv, tekočin za obdelavo kovin (vključno s sredstvi za korozijsko zaščito) in masti.

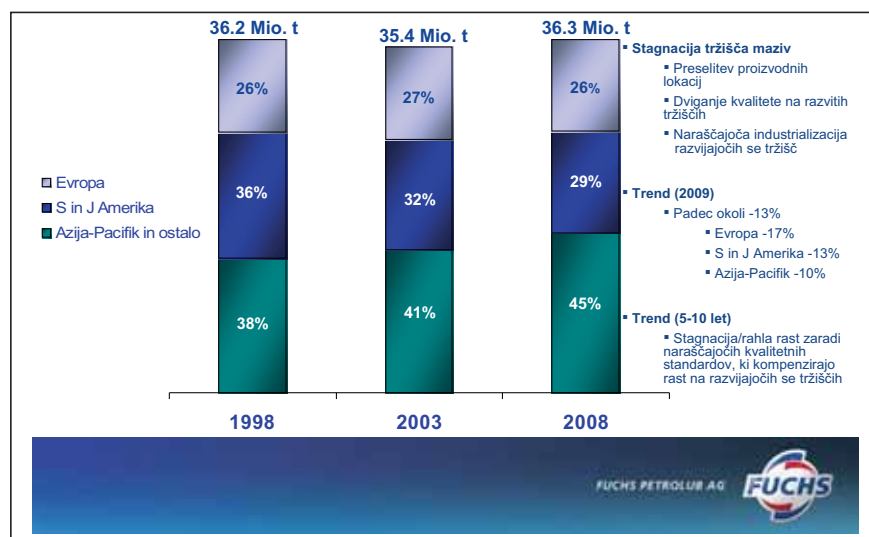
■ Svetovno tržišče maziv

Razvoj svetovne porabe maziv, ne upoštevajoč olj za ladje, priča o jasnem kontinuiranem okrevanju med leti 2003 in 2007.

Zanimivo je, da je bilo leta 2008 zmanjšanje porabe za 2,2 %, enako kot tudi ob zadnji svetovni ekonomski recesiji leta 2001 (po napadih 11. septembra).

Regionalna razčlenitev povpraševanja po mazivih v letu 2008 kaže, da je Azija - Pacifik največji regionalni

trg in že zdaj predstavlja 1/3 svetovnih količin, sledi pa Severna Amerika.



Slika 5. Regionalni razvoj svetovnega tržišča maziv

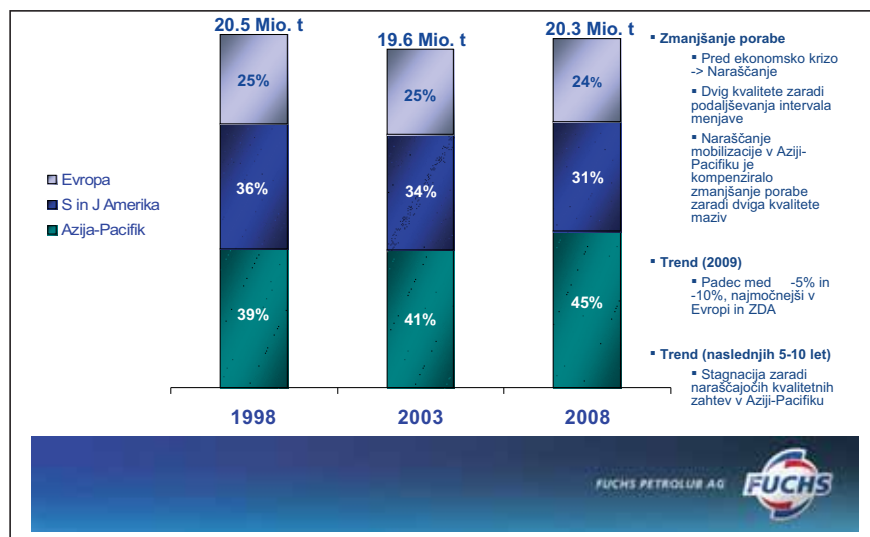
V svetovni razvrstitvi držav so ZDA še vedno največje svetovno tržišče maziv, ki mu sledita Kitajska in Japonska, vodilnih 20 držav pa je v letu 2008 zabeležilo blizu 75 % svetovne porabe maziv.

Če bi porabnike maziv razvrstili po porabi na prebivalca, bi samo za ZDA veljalo, da imajo kot največji porabnik tudi največjo porabo maziv na prebivalca. Zanimivo, druga največja porabnica maziv na svetu, to je Kitajska, ima s 3,5 kg med vodilnimi 20 državami drugo najnižjo porabo maziv na prebivalca, tako da je jasno, kaj to pomeni glede potenciala rasti v prihodnosti.

Pri razčlenitvi svetovne porabe maziv glede na skupine izdelkov prevladujejo avtomotivi, ki predstavljajo kar 56-odstotni delež v skupni porabi. Industrijska olja (vključno s procesnimi olji), hladilno-mazalna sredstva za obdelavo kovin (vključno s sredstvi za korozijsko zaščito) in masti predstavljajo preostalih 44 % svetovne porabe maziv. Seveda se navedeni deleži med posameznimi regijami močno razlikujejo. Najnižji delež avtomotivov je s 43 % v Zahodni Evropi, medtem ko je najvišji na Bližnjem vzhodu, kjer predstavlja približno 73 % celotne porabe maziv.

■ Razvoj po regijah in skupinah izdelkov

Svetovna poraba maziv med letoma 1998 in 2008 miruje na ravni 36



Slika 6. Regionalni razvoj avtomotivov

milijonov ton. Vendar podrobnejši pregled dinamike porabe maziv na regionalnih tržiščih v zadnjem desetletju kaže, da količinsko Evropa in obe Ameriki izgubljajo, področja Azije in Pacifika ter preostanka sveta pa pridobivajo in imajo danes 45-odstotni delež svetovne porabe.

Glavni poudarki razvoja svetovne porabe maziv v zadnjem desetletju so premestitev proizvodnih lokacij, dvig kvalitete maziv na razvitih tržiščih in naraščanje industrializacije na nastajajočih tržiščih.

Za leto 2009 predvidevamo znižanje svetovne porabe maziv za 12 do 13 %, pri čemer naj bi bil padec v Evropi 17 %, v obeh Amerikah 10 % in v Aziji in Pacifiku 10 %.

Dolgoročno, to je v naslednjih 5–10 letih, bo na svetovni ravni poraba maziv še naprej stagnirala ali pa le minimalno naraščala, kar bo posledica naraščajočih kvaliteten zahtev, ki bodo bolj ali manj izravnale naraščanje količin na nastajajočih tržiščih.

Podobno kot skupni razvoj porabe v zadnjih desetih letih je tudi količina avtomotivov med leti 2003–2007 naraščala (in se zmanjšala le leta 2008), saj je bila manjša poraba kot posledica podaljšanih intervalov menjave olja (predvsem v Evropi) nadomeščena z naraščajočo mobilizacijo in motorizacijo (predvsem v Aziji in Pacifiku).

Zaradi tega v letu 2009 pričakujemo neproporcionalno zmanjšanje svetovne porabe avtomotivov med 5 in 10 % (večinoma v Evropi in ZDA).

Dolgoročno bo tržišče avtomotivov stagniralo zaradi počasi naraščajočih kvaliteten zahtev tudi v Aziji in Pacifiku ter preostanku sveta.

Industrijska olja so edina skupina, kjer se je poraba v zadnjih desetih letih povečala, večinoma zaradi tehnologije pogonskih koles (na primer energija vetra), potreb po hidravličnih sistemih (na primer v rudarstvu) in hladilnih sistemov (na primer klimatizacija).

Zato bo v letu 2009 prav v tej skupini izdelkov največji padec porabe, in

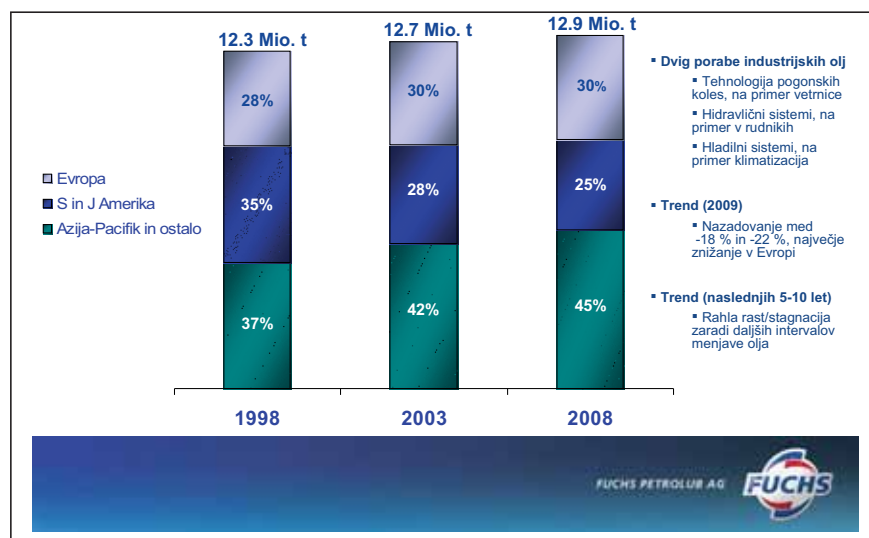
sicer med 18 in 22 %, zlasti zaradi velikega zmanjšanja v Evropi.

Na svetovnem tržišču industrijskih maziv se bodo količine v naslednjih 5–10 letih le zmerno povečale, morja zaradi podaljšanih intervalov menjave olja celo nekoliko zmanjšale.

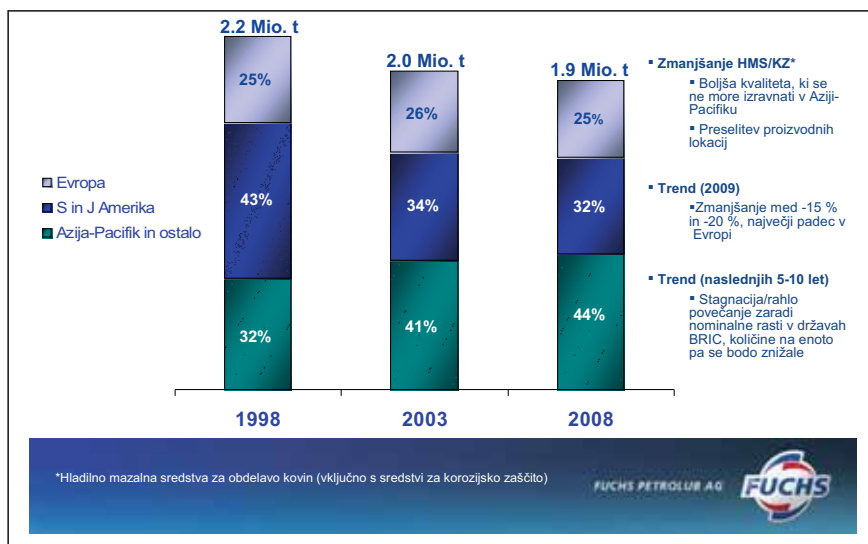
Na svetovnem tržišču hladilno-mazalnih sredstev za obdelavo kovin in sredstev za korozijsko zaščito so se količine v zadnjih desetih letih najbolj zmanjšale. To je večinoma posledica velikega napredka v kvaliteti, iz tega izhajajočih manjših količin pa niso mogle nadomestiti niti naraščajoče potrebe v Aziji in Pacifiku.

V letu 2009 je pričakovan padec med 15 do 20 %, večinoma zaradi Evrope, pri čemer je padec večji pri hladilno-mazalnih sredstvih za obdelavo kovin (močna povezava z avtomobilsko industrijo) kot pri sredstvih za korozijsko zaščito (ekonomska kriza se odraža v podaljšanju časa skladiščenja izdelkov, to pa pomeni večjo potrebo po sredstvih za korozijsko zaščito).

Dolgoročno bo poraba hladilno-mazalnih sredstev za obdelavo kovin in sredstev za korozijsko zaščito na svetovnem tržišču stagnirala ali se bo v najboljšem primeru celo zmerno povečala zaradi nominalne rasti v državah BRIC, kar pa bo potekalo v manjši razsežnosti kot v preteklosti, kajti količina maziv na enoto se bo zaradi vpliva kvalitete zmanjševala.



Slika 7. Regionalni razvoj industrijskih olj

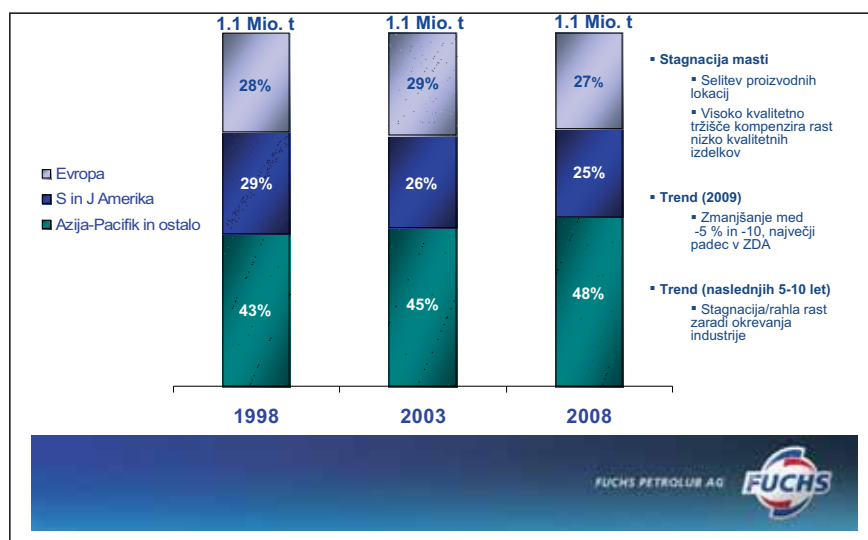


Slika 8. Regionalni razvoj sredstev za obdelavo kovin (vključno s korozijsko zaščito)

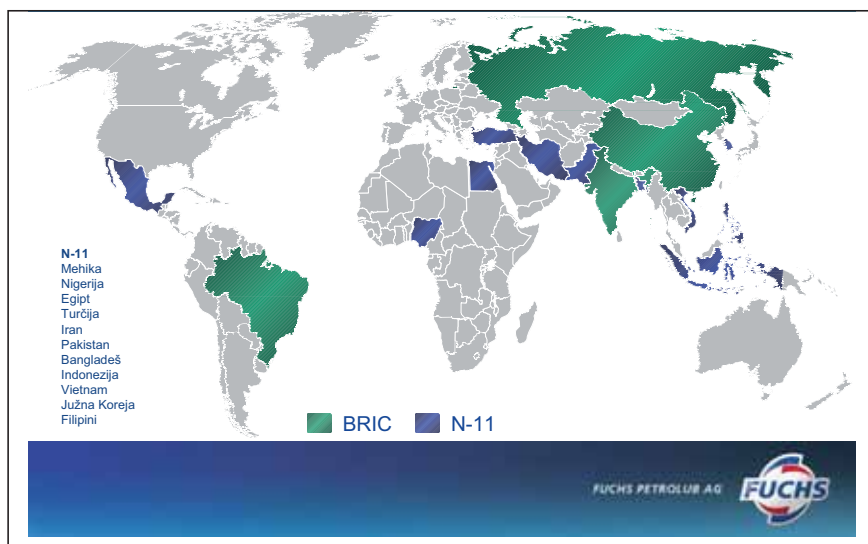
Poraba masti na svetovnem tržišču je ostala na točno enakem količinskem nivoju, začeniši z letom 1998, preko leta 2003 do leta 2008, zlasti ker je poraba na visoko kvalitetnih tržiščih (kar pomeni nižje količine) na eni strani popolnoma kompenzirala naraščanje količin masti nižje kvalitete.

Za leto 2009 je na svetovnem tržišču pričakovano zmanjšanje porabe masti med 5 % in 10 %, pri čemer bo največji padec v ZDA.

V naslednjih 5–10 letih se bomo morda soočili z nadaljnjo stagnacijo, morda z rahlim naraščanjem količin, ko se bo industrija rešila iz krize.



Slika 9. Regionalni razvoj masti



Slika 10. Nastajajoča tržišča, BRIC in Next- 11 (naslednjih 11)

Trendi na tržišču BRIC in N-11 (= Next-11, naslednjih 11)

BRIC je danes dobro poznana okrajšava, ki se nanaša na štiri države: Brazilijo, Rusijo, Indijo in Kitajsko, in je bila prvič vidno uporabljena v investicijskih tezah Goldman Sachs (GS) leta 2003. Države BRIC so bile imenovane kot najbolj hitro razvijajoče se države z največjim ekonomskim potencialom do leta 2050.

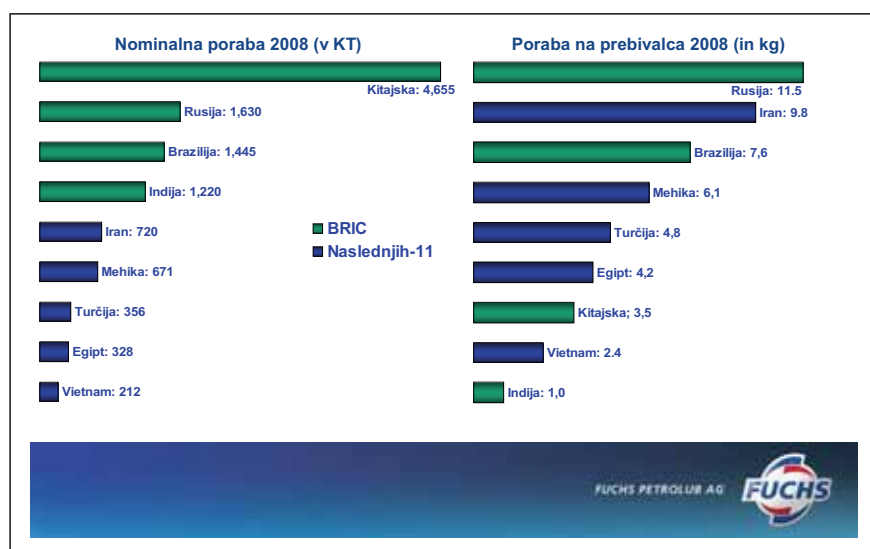
Celo v letu 2008 se je predpostavka izkazala za pravilno, saj so vse države BRIC kljub svetovni ekonomski recesiji objavile ekonomsko rast, podobno kot leta 2001/2002.

V letu 2005 je GS razpravljal o naslednjih državah BRIC, poznanih tudi

kot N-11. Čeprav se razlikujejo tako geografsko kot ekonomsko, ima teh 11 držav skupne odlike, ki pričajo o njihovem ekonomskem potencialu, saj združujejo značilnosti hitro naraščajočega prebivalstva s pomembno industrijsko kapaciteto.

Verjamemo, da so glede potenciala rasti prodaje maziv v prihodnosti še zlasti obetavne Mehika, Egipt, Turčija, Iran in Vietnam.

Če porabo maziv na izbranih nastajajočih tržiščih razvrstimo na osnovi nominalne porabe in porabe na prebivalca, je še veliko bolj očitno tisto, kar je bilo prej navedeno za svetovno tržišče: Kitajska je količinsko daleč



Slika 11. Razvrstitev potreb po mazivih – nastajajoča tržišča

največji porabnik maziv in ima trikrat večjo porabo kot druga na lestvici, to je Rusija. Vendar je Kitajska le na sredini spodnjega dela razvrstitve porabe maziv na prebivalca (s porabo 3,5 kg), kjer vodi Rusija (s porabo 11,5 kg na prebivalca). Največja razlika med obema razvrstitvama je pri Indiji, ki ima količinsko porabo 1,2 milijona ton, porabo na prebivalca pa le 1 kg. Lahko bi se odločili, da porabo 6 kg na prebivalca v Mehiki – novo industrializirani državi med N-11 – vzamemo kot referenčno točko im merilo za višino porabe. Turčija, Egipt, Kitajska, Vietnam in Indija – trenutno imajo vse nižjo porabo na prebivalca – lahko s časom dosežejo podobno porabo na prebivalca. V tem primeru bi bil njihov potencial rasti porabe maziv velikanski:

Turčija: + 30 %
 Egipt: + 50 %
 Kitajska: + 75 %
 Vietnam: +150 %
 Indija: +500 %

■ Pogled v prihodnost

V zadnjih nekaj letih so globalizacija, stalna koncentracija in konsolidacija spremenile globalno strukturo in naravo industrije maziv – tako kot celotna kemična industrija je še vedno precej razdrobljena – število proizvajalcev maziv se je z okoli 1.700 sredi 90-ih let znižalo na le nekaj več kot 720 konec leta 2005.

Če upoštevamo trenutne dogodke, bomo v prihodnosti nedvomno doživeli zaostreno konkurenco, več spre-

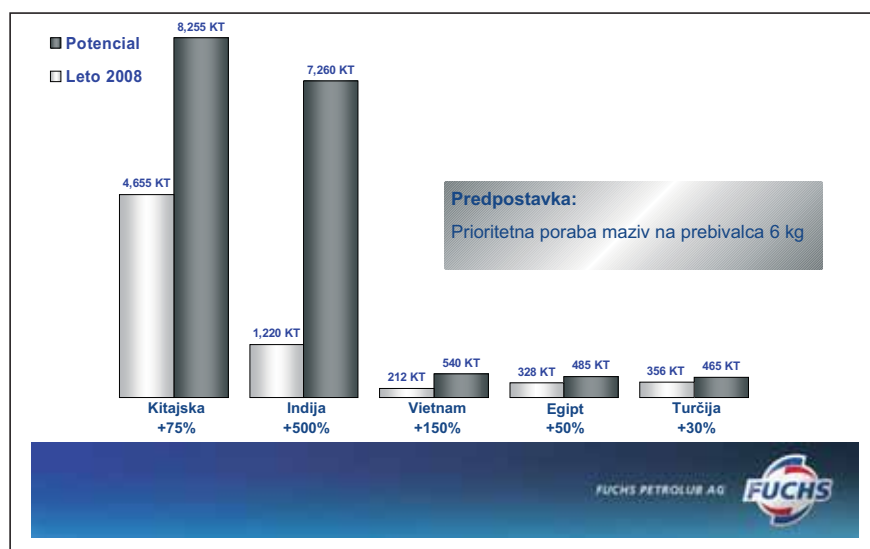
memb in bistveno manj igralcev.

V obetajočih N-11 in državah BRIC so v zadnjih letih dominantne lokalne multinacionalke v državni lasti začele pohod »na zahod« in delovati mednarodno (na primer PETROCHINA in SINOPEC vodita zelo agresivno strategijo M & A in odkupujeta pravice za izkoriščanje, naftna polja in pristanišča, zlasti na drugih manjših, razvijajočih se tržiščih). Po drugi strani so države BRIC in N-11 tudi same začele proces odpiranja svojih trgov za tujo mednarodno konkurenco.

Zato se bodo razvrstitve v prihodnosti zagotovo spremenile in večje vertikalno povezane naftne družbe, pa tudi neodvisni proizvajalci maziv, bodo imeli priložnost za povečanje svojega deleža, kar bo ponovno izzvalo nadaljnjo tekmo za količine in kvalitetna maziva, ki jih bodo uporabljali v teh regijah.

Literatura

- [1] Global Strategic Marketing, FUCHS PETROLUB AG, October 27, 2009.
- [2] "The N-11: More Than an Acronym" – Goldman Sachs study of N11 nations, Global Economics Paper No: 153, March 28, 2007.
- [3] "Dreaming with BRICs" / "How Solid Are the BRICs?" – Jim O'Neill, Head of Global Economic Research, Global Economics Paper No. 99, October 1, 2003 / Global Economics Paper 134, December 1, 2005
- [4] "The Impact of Recession on the Global Lubricants Industry" – KLINE & Company, August, 2009.



Slika 12. Potencial porabe maziv – nastajajoči trgi

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

»Uravnotežite naložbe, tveganja in razvoj za uspeh«

17. konferenca

**DNEVI
SLOVENSKE
INFORMATIKE**

Kongresni center
Grand hotel Bernardin
Portorož

14. - 16. april 2010

Več informacij poiščite na spletni strani

www.dsi2010.si

Prireditelj konference

 slovensko
društvo
informatika

Organizator konference

 **ipmit**

Pridružite se nam!

“največja neodvisna strokovna konferenca, ki v celoti pokriva področje informatike”

Zavarujte
svoje dragulje*

*zato na svojih strojih in opremi
uporabljajte le najboljša maziva.



FUCHS MAZIVA LSL d.o.o., Trdinova ulica 1, 8250 Brežice, Tel.: 07 499 10 30, Fax: 07 499 10 40, www.fuchs.si

17. mednarodni kolokvij – Solving Friction and Wear Problems

(Reševanje problemov trenja in obrabe)

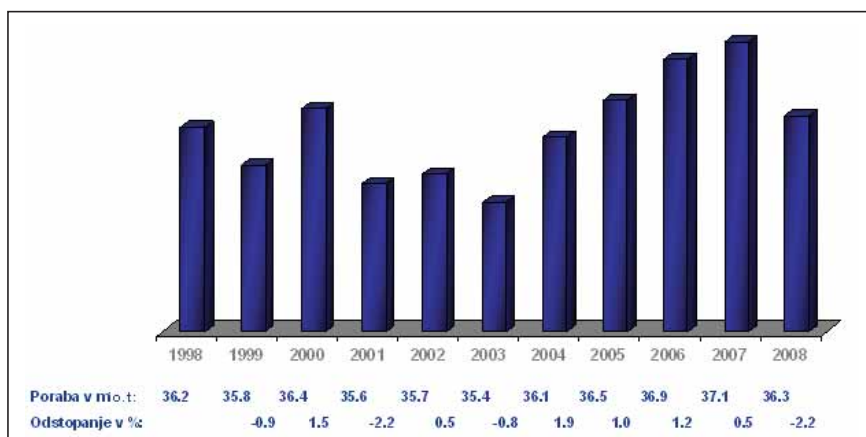
Milan KAMBIČ

Kolokvij, ki je potekal na Tehnični akademiji Esslingen (Ostfildern, Nemčija) od 19. do 21. januarja letos, predstavlja za WTC (World Tribology Congress) drugo največje srečanje s področja tribologije na svetu. Tokrat je bilo iz okoli 30 držav prisotnih približno 610 udeležencev (pred dvema letoma 750), od tega 4 iz Slovenije.

Predstavljenih je bilo približno 200 prispevkov v 23 različnih sekcijah (od tega jih je 10 potekalo vzporedno – razen začetnih plenarnih, ki jih je bilo letos veliko, saj je bilo vseh prispevkov manj kot pretekla leta). Naslovi sekcij so bili: trenje in obraba, tehnologija drsnih ležajev, osnove tribologije, spremljanje stanja, tehnologija aditivov, trda maziva, filtracija in sintetična maziva, ekološko sprejemljiva maziva, tribologija tesnil, sintetična maziva, mazanje motorjev, tribološke lastnosti materialov, sredstva za obdelavo kovin, specialni vidiki tribologije, nanotribologija, hidravlične tekočine, mazanje zobnikov, mazalne masti, tribologija kotalnih ležajev, ionske tekočine, mikrobiologija hladilno-mazalnih sredstev in tribometrija. V nadaljevanju navajam nekaj ugotovitev in povzetkov nekaterih prispevkov, ki so se mi zdeli zanimivi.

Dinamika globalne industrije maziv – vpliv tehnoloških sprememb na tržne trende, regije in skupine izdelkov (G. Lindeman, Gosalia, Fuchs Petrolub AG, Mannheim, Nemčija)

V letu 2008 je svetovna poraba maziv znašala 36,3 MIO ton (kar 55,9 %



Slika 1. Razvoj svetovne porabe maziv

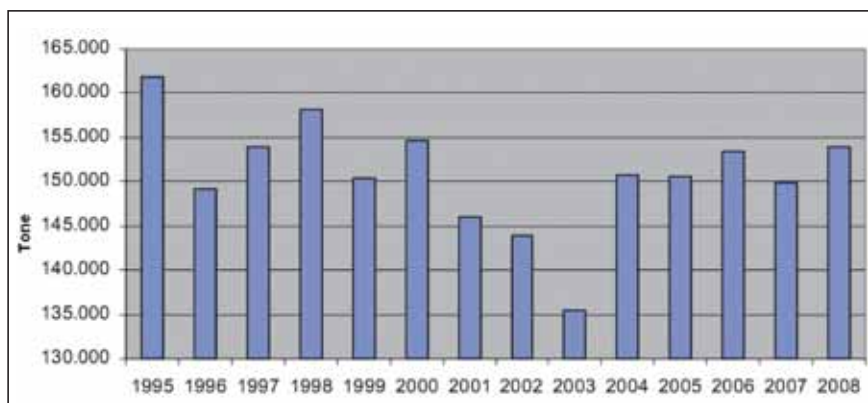
predstavljajo avtomotivi, 35,7 % industrijska olja, 5,3 % hladilno-mazalna sredstva in 3,1 % masti), kar je bilo 2,2 % manj kot leta 2007 in na nivoju porabe pred 10 leti. Podatkov za leto 2009 še ni, podana pa je bila projekcija, ki izkazuje, da je bila poraba v letu 2009 še 12–13 % nižja kot leta 2008 (Evropa – 17 %, Azija in Pacifik –10 %). Še vedno sta daleč največja porabnika maziv Azija in Pacifik (34,3 %), nato sledita Evropa (26,1 %) in Severna Amerika (19,7 %). Prvih 20 držav z največjo porabo (ZDA, Kitajska, Japonska, Rusija, Brazilija ...) predstavlja 75 % skupne svetovne porabe, zanimivo pa je, da je Kitajska kot drugi največji porabnik šele na devetnajstem mestu po porabi na prebivalca, kar nakazuje še velik potencial

rasti v naslednjih letih. Pričakovani trend v svetovni porabi maziv za naslednjih 5–10 let je stagnacija ali rahla rast, saj bo naraščanje kvalitete maziv kompenziralo naraščajoče potrebe na razvijajočih se trgih.

Poleg držav v BRIC (Brazilija, Rusija, Indija, Kitajska), ki so imele tudi v letu 2008 ekonomsko rast, so omenjene tudi države Next-11 (še zlasti Mehika, Egipt, Turčija, Iran, Vietnam ...), za katere sta značilni hitra rast prebivalstva in pomembna industrijska kapaciteta. Velik potencial ima Indija, kjer znaša trenutna letna poraba maziv na prebivalca le 1 kg (Rusija 11,5 kg).

V prihodnosti bo zaradi globalizacije, koncentracije in zaostrene konkuren-

Mag. Milan Kambič, univ. dipl. inž., OLMA, d. d., Ljubljana



Slika 2. Gibanje porabe hidravličnih tekočin v Nemčiji

ce na svetovnem trgu maziv vse več sprememb in bistveno manj igralcev.

Izboljšanje skupnega izkoristka hidravličnega sistema z uporabo inovativnih hidravličnih tekočin (W. Bock, H. Heinemann, Fuchs Petrolub AG, Mannheim, Nemčija)

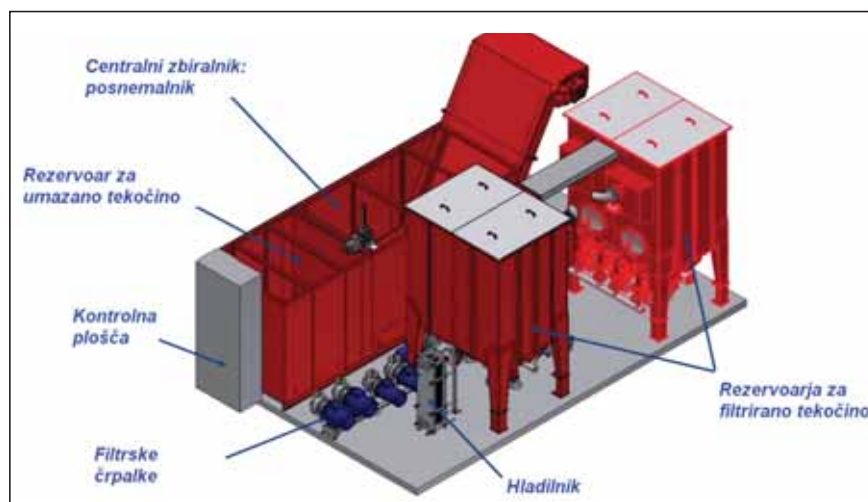
V Nemčiji so leta 2008 porabili 154.000 ton hidravličnih tekočin (v 10 mesecih leta 2009 pa –31 %). Pri približno tretjino jih uporabijo v mobilni, ostalo pa v industrijski opremi. Okrog 88 % hidravličnih tekočin je mineralne osnove (skupina I bo padala, skupini II in III bosta naraščali), okoli 12 % pa sintetične (okoli 80 % HEES-estrov in okoli 20 % PG). Prispevek obravnava izboljšanje viskoznostno-temperaturnih lastnosti z multigradnim oljem na osnovi pilsintetičnih baznih tekočin (hidrotretirana bazna olja skupine II/III). Ugotovili so visoko strižno stabilnost (manjši padec viskoznosti pri višjih temperaturah), izvrstno termično in oksidacijsko stabilnost, hitro izločanje zraka, dolgo življenjsko dobo in izboljšanje izkoristka glede na klasično olje (višji izkoristek je predvsem rezultat izboljšanja volumetričnega izkoristka kot posledica višje viskoznosti olja pri obratovalni temperaturi).

Filtracija Delta Force – inovativen postopek filtracije hladilnih sredstev pri brusilnih in superfinišnih procesih (K. Palz, Herding GmbH Filtertechnik, Amberg, Nemčija)

Predstavljen je bil vakuumski filtrirni sistem površinske filtracije, katerega značilnosti so:

- nima filtra, uporabljeno je porozno PE filtersko telo,

- omogoča ločevanje delcev velikosti 2–3 μm ,
- primeren za olja, emulzije in vodotopna sredstva,
- površinska filtracija brez blokade,
- avtomatsko povratno izpiranje filterne površine,
- primeren za posamezne stroje in centralne sisteme.



Slika 3. Shema Delta Force Filtration sistema

Našteti so vzroki za filtracijo hladilno-mazalnih sredstev (na primer preprečevanje površinskih raz, usedlin na stroju in brusnem kolutu, obrabe vretena – še zlasti v visokotlačnih sistemih). Ponujajo različne izvedbe filtrirnih agregatov, ki so primerni za postopke brušenja in superfiniša, honanja in lepanja, žične in potopne erozije, globinsko vrtanje. Trdijo, da je sistem Delta Force trenutno edini na trgu, ki omogoča filtriranje vodotopnih sredstev in rezalnih olj v mikrometrskem območju velikosti delcev.

Nadzor količine antioksidantov kot nov parameter spremljanja stanja olj

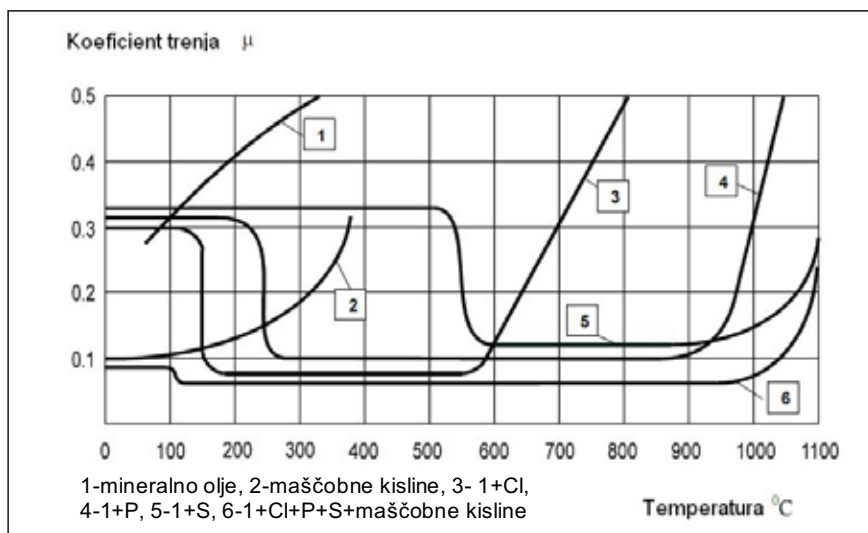
za plinske motorje (C. Heine, Oelcheck GmbH, Brannenburg, Nemčija)

Poudarjeni so bili plinski motorji na bioplin (naraščajoči trg: v Nemčiji okoli 1.000 motorjev na bioplin leta 1999, v letu 2009 pa že okrog 5.000). Predavatelj je omenil posebnosti plinskih motorjev in podal primerjavo bioplina in zemeljskega plina. Pri teh aplikacijah je bistven proces staranja olja, zato je njegova sestava zelo pomembna (olje je kot orkester – vsak instrument je pomemben). Naštel je posebnosti pri oljih za plinske motorje in spremembe v formulacijah olj za plinske motorje. Konvencionalne analize, s katerimi spremljamo stanje olja, zajemajo med drugim meritve baznega in kislinkega števila, ki pa ne morejo podati celotne slike. To naj bi omogočila meritev nivoja antioksidantov v olju, saj se ob njihovi razgradnji drastično povečata tvorjenje

usedlin in zgoščevanje olja. Naštel je vrste antioksidantov, ki so uporabljeni pri oljih za plinske motorje. Pri spremljanju nivoja antioksidantov v rabljenem olju je pomembno, da imamo vsaj še 25 % glavnega antioksidanta.

Mednarodni standardi za maziva v prehrabeni industriji (S. Krol, NSF International, Ann Arbor, ZDA)

Za marsikatero podjetje so maziva za prehrabeno industrijo tržna niša, čeprav je delež uporabe teh maziv nizek. V zadnjih letih pa je globalna prehrabena industrija v porastu.



Slika 4. Vpliv aditivov na koeficient trenja pri različnih temperaturah

Na nivoju mednarodnih smernic za prehrabeno industrijo obstajajo tri vladne agencije, ki so postavile standarde za maziva, in sicer Australian Quarantine Inspection Service (AQIS), Canadian Food Inspection Agency (CFIA) in United States Food and Drug Administration (FDA). V Evropi danes ne obstaja posebna smernica glede rabe maziv v prehrabeni industriji, zato se večina proizvajalcev maziv pri formuliranju opira na kriterije v Poglavju 21 US Code of Federal Regulations (21 CFR).

NSF je neprofitna organizacija, ustanovljena pred več kot 60 leti. Danes razvija standarde za hrano, vodo in varnost zraka. Doslej je certificirala več kot 250.000 izdelkov, od tega več kot 5.000 maziv, za več kot 12.000 podjetij v 100 državah. V Evropi ima podružnico v Belgiji in Veliki Britaniji. Skupine maziv po NSF-klasifikaciji so: H1, H2, H3, 3H, HT1, HT2 in M1. Poleg NSF-standardov je leta 2006 razvila in objavila nov standard ISO 21469 za maziva tudi organizacija ISO. Zajema higienske zahteve pri formulaciji, proizvodnji in uporabi maziv za prehrabeno industrijo.

Obdelovalne tekočine najnovejše generacije za obdelavo kovin: praktični rezultati z vodotopnimi polimernimi mazivi (H. Dwuletzki, Carl Bechem, Hagen, Nemčija)

Podana je bila definicija maziv in razdelitev sredstev za obdelavo kovin. Predavatelj je navedel prednosti in

slabosti obeh glavnih skupin. Prednosti nevodotopnih maziv so: mazalne lastnosti, zaščita pred korozijo, primerna viskoznost, ni težav z mikroorganizmi. Slabosti nevodotopnih maziv so: slabši odvod toplote (z znižanjem viskoznosti ga izboljšamo, a smo omejeni zaradi povečanega izparevanja, znižanja plamenišča, slabšega mazanja), slabše izpiranje, večje onesnaževanje okolja, večja nevarnost požara in eksplozije, dražje čiščenje izdelkov. Prednosti vodotopnih maziv so: veliko boljše hladilne lastnosti, boljši transport odrezkov, boljše čistilne lastnosti. Slabosti vodotopnih maziv so: višji stroški nege, nadzorovanja in vzdrževanja ter potreba pa višjem nivoju znanja uporabnikov.

Bistvo prispevka pa je bila predstavitev izdelkov serije Berufluid, ki jih sestavlja 50–80 % vode, ostalo pa polimer. Podani so tudi praktični primeri uporabe vodotopnih polimerov (brušenje, odvalno freziranje, honanje, globinsko vrtnanje, preoblikovanje).

Medsebojni vpliv aditivov in kovinskih površin – nov model (J. Schulz, Wisura Mineralölwerk Goldgrabe & Scheft GmbH & Co, Bremen, Nemčija)

Obdelava kovin (odrezavanje in preoblikovanje) zajema številne postopke, pri katerih se obdeluje veliko različnih legur. Za to pa imamo na razpolago relativno majhno izbiro snovi, ki so uporabljene kot aditivi za maziva. Število kombinacij je sicer praktično neskončno, a so se v praksi pri for-

muliranju maziv uveljavili nekateri osnovni principi, tako da se formulacije razlikujejo le zaradi različnih koncentracij in »specialnih aditivov« za posamezen postopek obdelave.

Pri uporabi maziv se je izkazalo, da so klorparafini učinkoviti pri obdelavi vseh materialov, tudi če jih na površino nanesemo tik pred obdelavo in so hitrosti obdelave visoke. Na delovanje aditivov imata zelo velik vpliv orientacija kristalov v strukturi materiala in čas (potrebno je ločevati med procesi obdelave, kjer se proces odrezavanja zgodi v nekaj milisekundah, in na primer mazanjem ležajev ali obtočnim mazanjem). Aditivi so velikokrat sicer učinkoviti, toda ne v času, ko se zgodi obdelava! Omenjen je vpliv temperature v procesu odrezavanja (tako pozitivni kot negativni učinki). Pri skladiščenju obdelanih, neočiščenih izdelkov obstaja možnost nadaljnjih reakcij.

Zeleni avtomobil – prispevek maziv v proizvodnji in uporabi – novi koncepti (O. Thordsen, Carl Bechem, Hagen, Nemčija)

Kaj je zeleni avtomobil? To je težko definirati, lažje pa ocenimo, kateri je bolj zelen. Predavatelj se je dotaknil vpliva vozila na okolje v obliki emisij (plini, delci, hrup), ki ga lahko zmanjšamo z mazivom (zmanjšanje trenja, obrabe, korozije, podaljšanje vgradne dobe maziva, izboljšana toksikologija, večja možnost recikliranja, boljša biološka razgradljivost, povečana uporaba obnovljivih surovin). Nov koncept v avtomobilski industriji:

- menjava rezalnih olj z vodotopnimi sredstvi, ki vsebujejo polimerne aditive,
- masti z nizkim trenjem,
- kombinacija masti in prevlek za zmanjšanje trenja.

Ob zaključku pa je poudaril, da je za zeleni avtomobil potrebno spremeniti tudi osebni pristop (način vožnje, ki vpliva na porabo goriva).

Literatura

CD s prispevki iz 17. mednarodnega kolokvija Solving Friction and Wear Problems, TAE 19.–21.01. 2010, Esslingen, Nemčija

Kombiniran hidravlični zavorni sistem

Martin KODRIČ

■ 1 Uvod

V prispevku je predstavljen problem in v nadaljevanju rešitev zaviranja, ustavljanja in preprečevanja premikanja zaustavljenega mobilnega stroja s hidrostatičnim prenosom moči. Obstoječe izvedbe zavornih sistemov pri mobilnih strojih so odvisne predvsem od vrste prenosa moči. Stroji z mehanskim prenosom moči, kjer so večje hitrosti, imajo vgrajene proporcionalno delujoče zavorne sisteme različnih izvedb. S takšnim zavornim sistemom se stroj lahko postopno zavira in tudi popolnoma ustavi. Stroji s hidrostatičnimi prenosniki moči, kjer so manjše hitrosti, imajo običajno vgrajen dvopoložajni zavorni sistem z

več diski (ang. *negative multidisc*). Pri teh zavornih sistemih stroja ni mogoče postopno zavirati z zavornim sistemom, lahko se le popolnoma zaustavi.

Ker ima tako proporcionalno kakor tudi dvopoložajno delujoč zavorni sistem določene prednosti in pomanjkljivosti, se je v praksi pokazala potreba po vgradnji kombiniranega zavornega sistema.

Problem iz prakse je predstavljen na primeru v našem podjetju razvitega kmetijsko-komunalnega stroja za obdelavo ekstremno strmih terenov (*slika 1*). Stroj ima dva ločena hidravlična pogona: vozni in vitelni pogonski sklop. Posamezni pogonski

sklop je opremljen s konvencionalno (vklopno-izklopno) dvopoložajno hidravlično zavoro. Stroj ima pogon na prednji kolesi, zadnji kolesi pa sta prosto se vrteči in opremljeni s klasično čeljustno zavoro s proporcionalnim načinom delovanja. Kljub vgradnji dveh vrst zavornih sistemov ni bilo mogoče tehnično izpolniti vseh zahtev v zve-

zi z zaviranjem in ustavljanjem. Zato je bila raziskana v nadaljevanju prikazana možnost izvedbe kombiniranega zavornega sistema na prosto se

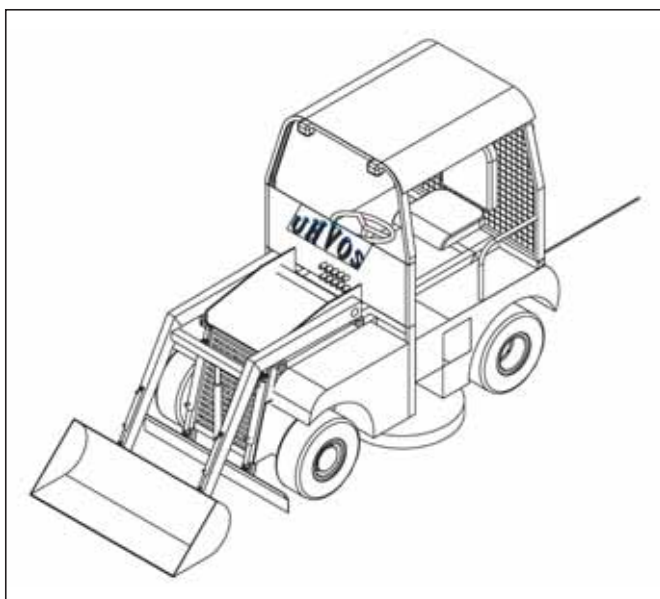
vrtečih kolesih s čeljustno zavoro. V času pogona stroja deluje čeljustna zavora kot proporcionalno delujoča zavora, v trenutku zaustavitve pa se samodejno aktivira kot dvopoložajno delujoča zavora.

■ 2 Predstavitev problema

Sodobni mobilni stroji za obdelavo ekstremno strmih terenov morajo zagotavljati popolno varnost pri delu. Varnost stroja in njegovega upravljavca je v veliki meri odvisna od zavornega sistema. Čeprav so danes zavorni sistemi že zelo izpopolnjeni, se še vedno pojavi potreba po novih rešitvah. Na področju gradnje sodobnih mobilnih strojev s hidrostatičnim pogonom se je pokazala potreba po izvedbi kombiniranega zavornega sistema.

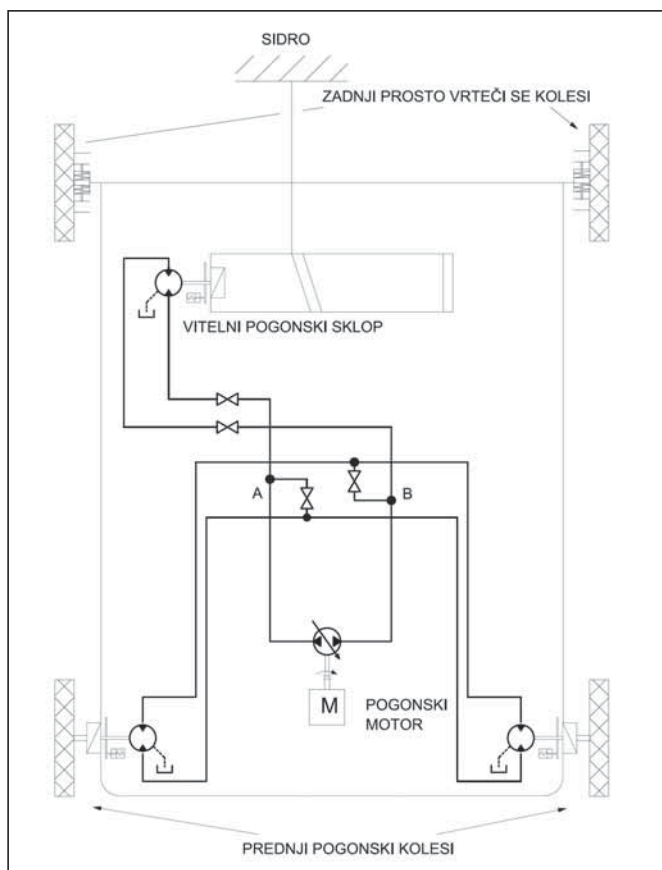
Problem je predstavljen na primeru kmetijsko-komunalnega stroja za obdelavo ekstremno strmih terenov (*slika 2*), kjer je prikazana hidravlična shema dveh pogonskih sklopov.

Stroj ima vitelni in vozni pogonski sklop, zadnji kolesi pa sta prosto se vrteči. Pogonska sklopa delujeta izmenično. Oba sta opremljena z zavornim sistemom z več diski. Zadnji dve prosto se vrteči kolesi sta opremljeni s čeljustno zavoro s proporcionalnim načinom delovanja. Stroj ima tako dva ločena in med seboj neodvisna zavorna sistema. Glavni sestavni deli takšnega zavornega sistema so prikazani na *sliki 3*, in so: (1) hidravlični akumulator, po en (2) hidravlični valj na vsakem dvopoložajno delujočem zavornem sistemu posameznega pogonskega sklopa, (3) zavorna stopalka (nogalnik), (4) nožni



Slika 1. Kmetijsko-komunalni stroj

Martin Kodrič, univ. dipl. inž.,
KOMPROJEKT Martin Kodrič, s. p.,
Podbočje



Slika 2. Shema hidrostatskega pogona dveh pogonskih sklopov

zavorni ventil in (5) hidravlični valj v čeljustni zavori.

Princip delovanja kombiniranega zavornega sistema, ki je vgrajen v kmetijsko-komunalni stroj, je prikazan na sliki 3.

Dvopoložajno delujoč zavorni sistem na vitelnem in voznem pogonskem sklopu je v času mirovanja stroja v blokiranem položaju. Blokado zavornega sistema zagotavlja sila tlačne vzmeti, ki ustvarja dovolj veliko trenje med dvema zavornima ploščama (diskoma). Sprostitev zavore dvopoložajnega zavornega sistema se izvede s pritiskom na nožni pogonsko-zavorni ventil (4) v smeri naprej ali nazaj, kar omogoča dotok olja pod tlakom na zavorne valje (2). Tlak olja, ki deluje na površino bata, stisne tlačno vzmet, in tako je zavora sproščena. Ko umaknemo nogo s pedala ventila (4), vzmet v pogonsko-zavornem ventilu povzroči preklon omenjenega ventila (4) nazaj v izhodiščni položaj. Pri tem se zapre dotok olja pod tlakom in odpre povezava delovnega voda zavornega sistema

s tlačnim delom zavornega sistema (hidravlični akumulator). Olje pod tlakom pritiska na zavorni bat čeljustne zavore (5), zaradi česar prihaja do pritiska zavornih čeljusti ob zavorni boben in posledično do postopnega zaviranja stroja. Z vrnitvijo nožnega zavornega ventila (3) v izhodiščni položaj se prekine povezava med delovnim in tlačnim delom zavornega sistema ter poveže delovni vod z rezervoarjem. Tlak v delovnem vodovodnem zavornega sistema upade in

z rezervoarjem. Posledično tlak v zavornem sistemu upade in tlačna vzmet zopet blokira dvopoložajni zavorni sistem. Zavorni sistem deluje tako samodejno v odvisnosti od pogona stroja.

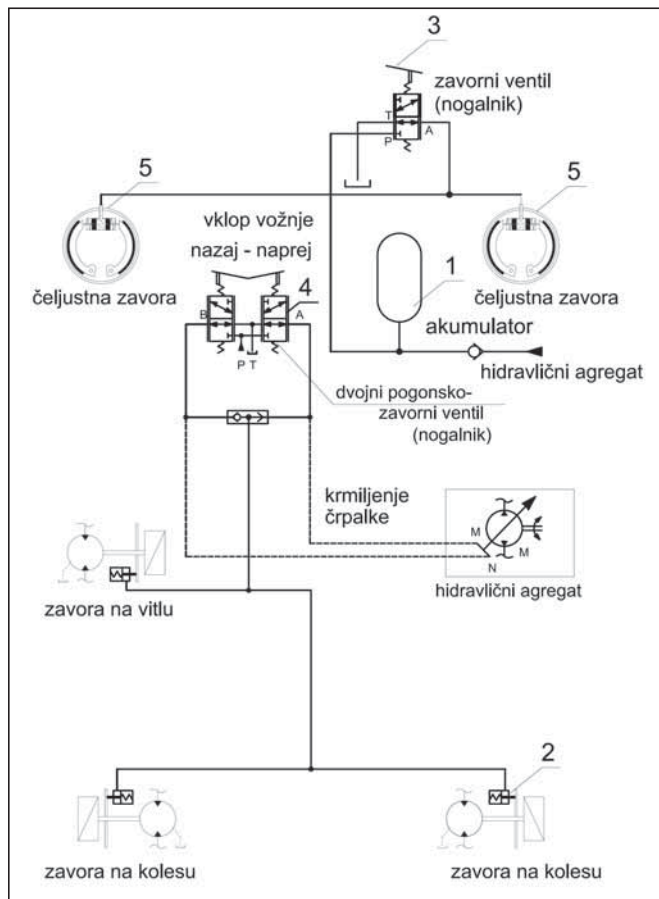
Proportionalno delujoč zavorni sistem na prosto vrtečih se kolesih s čeljustno zavoro je v času mirovanja stroja v deblokiranem položaju. Aktivira se s pritiskom na nožni zavorni ventil (3). S tem se zapre povezava zavornega sistema z rezervoarjem, odpre pa se povezava

čeljustna zavora je sproščena – kolesa se prosto vrtijo.

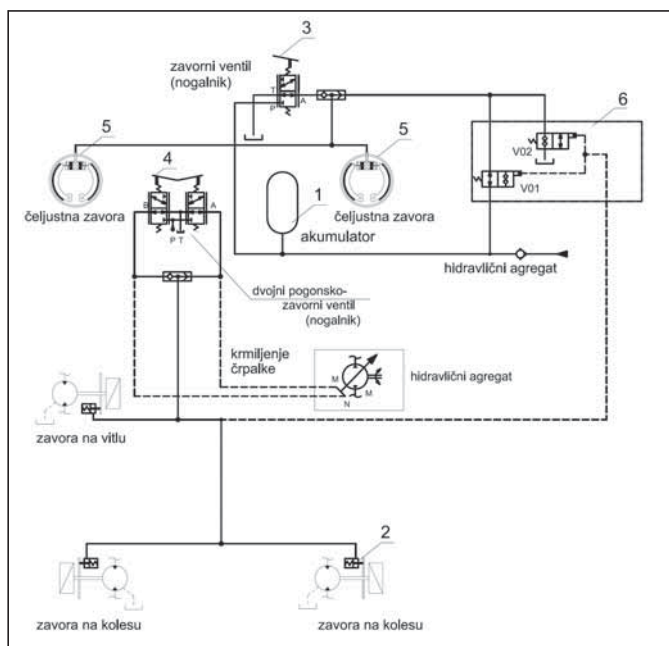
Problem pa se pojavi, ko želimo, da se istočasno z aktiviranjem dvopoložajno delujočega zavornega sistema samodejno vklopi tudi čeljustna zavora na prosto se vrtečih kolesih. Takšna zahteva se pojavi, ko stroj na strmem terenu uporablja delovni priključek, kjer je potrebno stabiliziranje prednjega dela stroja. V tem primeru je potrebno, da so zadnja kolesa ves čas uporabe priključka zavrtta. Samodejno aktiviranje zavornega sistema zadnjih prosto se vrtečih koles je potrebno tudi v primeru zaustavitve stroja v sili.

3 Rešitev problema

Aktiviranje čeljustne zavore na prosto se vrtečih kolesih v trenutku aktiviranja dvopoložajno delujočega zavornega sistema je prikazano na sliki 4. Obstoječemu zavornemu sistemu je dodan hidravlični krmilni blok z dvema 2/2 sedežnima potnima ventila (6). Hidravlični ventil V01 omogoča neposredno povezavo med tlačnim in delovnim vodom zavornega



Slika 3. Hidravlična shema zavornega sistema



Slika 4. Izboljšan zavorni sistem z možnostjo dvojnega aktiviranja čeljustne zavore

nega sistema in je normalno odprt. Hidravlični ventil V02 omogoča razbremenitev delovnega voda zavornega sistema in je normalno zaprt. Med zavornim ventilom (3) in krmilnim blokom (6) je nameščen logični ("ali-ali") ventil, ki poveže vod, v katerem je višji tlak z delovnim vodom zavornega sistema.

Tako je omogočeno, da enostransko delujoči hidravlični valj čeljustne zavore dobi tlak za sprostitve zavore (stisnitev vzmeti) preko zavornega ventila (3) ali pa preko hidravličnega

čeljustne zavore v trenutku, ko se blokira tudi dvopoložajno delujoč zavorni sistem. Stroj ima tako blokirana vsa štiri kolesa in hkrati vrvi vitel. Ko krmilni tlak v dvopoložajnem zavornem sistemu prekrmlji ventila V01 in V02 v drug položaj, se zapre povezava med tlačnim delom (hidravličnim akumulatorjem) in delovnim vodom zavornega sistema ter posledično razbremeni delovni vod zavornega sistema. Ker v zavornem sistemu čeljustne zavore ni tlaka, se zavora sprosti – kolesa se prosto vrtijo. V istem trenutku se sprostijo tudi zavore na dvopolo-

krmilnega bloka (6). Ventila V01 in V02 sta hidravlično krmiljena preko delovnega voda dvopoložajnega zavornega sistema. Ko ni tlaka v dvopoložajno delujočem zavornem sistemu, sta ventila V01 in V02 v izhodiščnem položaju in je posledično omogočen pretok olja iz hidravličnega akumulatorja na hidravlični valj, kar povzroči blokado

žajno delujočem zavornem sistemu, tako da se stroj lahko prične premikati. V času premikanja oziroma pogona stroja je možno uporabiti čeljustno zavoro kot proporcionalno zavoro. S pritiskom na zavorni ventil (3) se zapre povezava med zavornim sistemom in rezervoarjem, odpre pa se povezava med hidravličnim akumulatorjem in hidravličnima valjema čeljustne zavore. Tlak deluje na bat v hidravličnem zavornem valju in prične se postopno zaviranje.

Čeljustna zavora tako lahko deluje kot dvopoložajna zavora ali kot proporcionalno delujoča zavora.

4 Zaključek

Pri mobilnih strojih s hidrostatskim prenosom moči je mogoče kombinirano uporabiti dvopoložajno in proporcionalno delujoč zavorni sistem. Dvopoložajno delujoč zavorni sistem na pogonskih sklopih deluje samodejno v odvisnosti od pogona stroja. Pri mirovanju stroja je zavorni sistem v blokiranim položaju, v času pogona pa je sproščen. Proporcionalno delujoč zavorni sistem na prosto vrtečih se kolesih s čeljustno zavoro se uporablja v času pogona stroja za postopno zaviranje. Čeljustno zavoro na prosto vrtečih se kolesih je mogoče uporabiti tudi kot dvopoložajno zavoro. Aktivira se samodejno v trenutku aktiviranja dvopoložajno delujočega zavornega sistema.

Kako prevozniki preživljajo svoj dan?

TRANSPORT & LOGISTIKA

Prevoznništvo ni vedno lahek posel. Poleg rokov, ki se jih morajo prevozniki držati, je še vrsta drugih elementov in ključnih akterjev, ki v procesu transporta sodelujejo in so odvisni drug od drugega. Hitrost, izvajalska in finančna učinkovitost so pogoji, da kolesje logistike sploh deluje. Ker v družbah BTC Ljubljana, Logističnem centru in GR Inženiringu, d. o. o., tovrstno proble-

matiko še posebej razumejo, bodo pod skupnim imenovalcem **TRANSPORT IN LOGISTIKA – Dnevi prevoznikov** pripravili izobraževalno in sejensko prireditev, ki na enem mestu združuje in povezuje v prvi vrsti prevoznike, nato še vse podporne službe, ki pomembno

vplivajo na kvalitetno izvajanje transportnega dela logistike.

14. in 15. maja bosta v BTC-jevem Logističnem centru v Ljubljani potekala konferenca in bogat spremljevalni program, kjer se bodo družila podjetja, ki se ukvarjajo s transportom

in njegovo organizacijo, uporabniki transportnih storitev, ponudniki novih tehnologij ter vsa ostala podjetja, kakorkoli povezana s transportnim delom logistike. www.logistika-slo.si



Zaslonske tehnologije OLED

Če hočemo nove zaslonske tehnologije, ki se imenujejo OLED (organic light-emitting diode), približati uporabnikom in hkrati preseči prednosti LCD-zaslonov, potem potrebujemo tehnologijo z lastno svetlobo, ki porabi malo energije. Namesto niza posameznih LED-diod je osnova zaslonov OLED zastavljena kot nepretrgan trak, vsebujoč vse tri primarne barve (rdečo, zeleno in modro) v matrici s toliko piksli (oz. svetlečimi točkami), kot jih potrebuje za uporabo.

OLED zadovolji vse zahteve z nanosom več serij tankih organskih trakov med dve prosojni elektrodi na plastično plast, ki dovoljuje, da se nanjo nanesejo določene organske sestavine. Te so nanese v stolpcih in vrsticah na raven nosilec s tehniko tiskanja. Rezultat je matrika pikslov. Električni tok povzroči, da ti trakovi (oz. posamezen piksel) proizvajajo močno svetlobo. Z uporabo polprevodnikov se lahko kontrolira vsak piksel posebej, s čimer se določa vzorec svetlobe in barve – z njihovo kombinacijo se tvori slika. Organski procesi, uporabljeni pri OLED, spadajo med elektrofosforescenčne procese. Te karakteristike imajo v naravi nekatere žuželke (kresničke). Znanstveniki so dolgo preučevali ta feno-

men in šele v zadnjih letih so končno odkrili, kako umetno pridobiti elektrofosfescenco.

Čprav so te OLED-plošče narejene iz nekaj plasti gostih fluorokarbonskih polimerov, je končni sistem teh plasti zelo tanek, ponavadi manj kot 0,5 milimetra. Zaslone, ki temeljijo na tehnologiji OLED, ne potrebujejo dodatne osvetlitve, saj OLED proizvaja lastno svetlobo pri napetosti 2–10 voltov. Ti tanki zaslone so lahko zelo fleksibilni in imajo zelo velik zorni kot, tja do 170°. OLED je lahko narejen tako iz pasivne kot iz aktivne matrice. Pasivna matrika je tista, kjer se določen piksel izbere na podlagi vrstic in stolpcev (na presečišču določene vrstice in stolpca). Ta metoda je idealna za majhne in poceni zaslone. Pri aktivni matrici pa se vsak posamezni LED-element aktivira s svojim tranzistorjem. V tem primeru se vsaka LED-dioda prižge in ugasne neodvisno od drugih. Na ta način dosežemo majhen odzivni čas in lažje obvladovanje ravnine svetlosti in kontrasta. OLED ima precej prednosti, ki ga naredijo idealnega tudi za HDTV (High Definition TV) za visoke resolucije TV. So svetlejši od katerekoli tehnologije, ki uporablja dodatno osvetlitev. Svetlobo namreč oddajajo direktno, za razliko od LCD, kjer se veliko svetlobe absorbira in oslabi v samem zaslonu, preden pride do nas. Zaradi tega načina osvetlitve ima tudi večji

zorni kot. Odzivni časi so manjši kot pri plazma ali LCD-zaslonih. Ker OLED-zaslon nima dodatnega vira svetlobe, pomeni, da porabi veliko manj energije, s tem pa ima še eno komponento manj, ki se denimo pri LCD-jih in plazmah lahko hitro obrabi. Lahko pa prikazuje tisto pravo črno barvo, ki je

drugi zaslone razen še CRT ne morejo. Fizično so precej lažji in vzdržljivejši. Ker je osnova fleksibilna, jo je skoraj nemogoče poškodovati, če nanjo delujemo s torzijskimi silami. Tako lahko deluje tudi brez ohišja, kar pomeni, da se OLED-zaslone lahko zvijejo v rolo kot časopis. So veliko bolj odporni na temperaturne spremembe, mišljeno predvsem na povečanje temperature, ki nastane zaradi samega delovanja naprave, in visoke zunanje temperature. OLED-zaslone so precej tanjši od današnjih plazma in LCD-zaslonov. Še ena prednost pa je, da bodo v prihodnosti, ko bo ta proizvodnja množična, cene OLED-zaslonov zelo nizke, saj se izdelajo dokaj enostavno in v velikih količinah. Ker je bistvena sestavina OLED posebna plastika, na katero se lahko kar natisnejo organske svetleče diode, se bo proizvajala v velikih rolah, kar je precej enostavnejše od proizvodnje in umeščanja tekočih kristalov ali denimo od umeščanja tisočev tribarvnih celic plazme v stekleno ohišje. Iprav je OLED na prvi pogled idealna tehnologija za zaslone, se pojavljajo nekatere težave, ki jih strokovnjaki že uspešno odstranjujejo. Cena proizvodnje je dandanes še precej visoka. Zadnja velika slabost je neodpornost na vodo. Zaenkrat je na prodaj malo tovrstnih zaslonov, vendar gre razvoj naprej in kmalu se bodo na tržišču pojavili veliki OLED-zaslone po dostopnih cenah. Največja giganta, ki trenutno obvladujeta trg OLED, sta Samsung in Sony. Poudariti pa je potrebno, da je OLED pravzaprav zaenkrat najbolj pomemben ravno za prenosnike, ki se na področju monitorjev niso spremenili že od samega začetka. S temi zaslone pa se bo znatno zmanjšala poraba energije in s tem povečal delovni čas baterije. Cenovno je pri monitorjih zadeva še daleč od ugodne, z množično proizvodnjo pa bo ta slabost izginila, kot se je to zgodilo z LCD- in drugimi zaslone. OLED-zaslone pa se bodo kmalu uporabljali tudi v industriji in CNC-napravah ter širše, tudi v industrijski avtomatizaciji.

Janez Škrlec, inženir mehatronike
Obrtna zbornica Slovenije



Prihaja čas fleksibilnih OLED zaslonov

Nov material za batnice Cromax IH 280X

Nemška firma *AROS-Hydraulik* nudi za kvalitetne batnice hidravličnih valjev, odporne na obrabo in udarce, nov material *Cromax IH 280X*. V primerjavi s standardnimi trdo kromiranimi batnicami iz kvalitetnega jekla 20MnV6, brez površinskega kaljenja, zagotavlja naslednje prednosti:

- povečana odpornost proti mehaničnim poškodbam (npr. udarci kamenja) pri uporabi, izdelavi in vzdrževanju,
- povečana uklonska trdnost in s tem možnosti prihrankov na teži in stroških,



- višja tlačna trdnost,
- zmanjšanje tveganja zloma batnice pri upogibnih obremenitvah,
- boljša razteznost in žilavost osnovnega materiala in induktivno kaljenje površine,
- izboljšana varljivost (tudi brez predgrevanja),
- enostavnejša obdelovalnost osnovnega materiala in induktivno kaljene površine – z na trgu razpoložljivimi hitroreznimi orodji.

Po Fluid 43(2009)

12 – str. 16

A. Stušek

ISKRA

Merilne naprave



PRIČAKUJTE
NEKAJ
NOVEGA!

Iskra Merilne naprave, d.o.o.
Savska loka 4, 4000 Kranj
Tel. 04 206 4265
Fax. 04 202 2611
info@iskra-merilnenaprave.si
www.iskra-merilnenaprave.si

Tehnologija brezkontaktnih senzorjev vrtenja za množične aplikacije, 2. del

Nova generacija brezkontaktnih števecv vrtenja

Mnogi primeri uporabe zahtevajo merjenje kota pri več kot le enem polnem vrtljaju. Vendar imajo – odvisno od uporabe – danes senzori za več vrtljajev na splošno omejitve v delovanju. Na primer: tipičen nizkocenovni potenciometer za 10 vrtljajev večinoma ne izpolnjuje zahtev za resolucijo in zanesljivost.

Kakršnekoli rešitve z optičnim enkoderjem pa so za mnoge uporabe predrage. Novi patentirani števec vrtljajev, ki temelji na uporabi GMR magnetostriktivnih elementov, rešuje ta problem.

Brezkontaktno delovanje pomeni, da poteka meritev brez trenja, tako da senzor zagotavlja absolutno vrednost položaja že takoj ob pričetku vrtenja. S tem odpade potreba po kakršnekoli referenčnem signalu. Konstrukcija, ki ni zahtevna za vzdrževanje je stroškovno ugodna kar omogoča številne možnosti uporabe pri:

- tiskarskih strojih,
- elektronskih krmiljih,

- dvigalih,
- pogonih vrat,
- mobilnih delovnih strojih,
- papirnih strojih,
- robotih,
- dajalnikov dolžine vrvi ipd

Tehnologija senzorjev za več vrtljajev je bila prvič izvedena s serijo RSM2800, ki uporablja izjemno kompaktno konstrukcijo s premerom 28 mm in je podoben RSC2800-potenciometru za en vrtljaj.

Območje merjenih kotov lahko določi uporabnik: na voljo so različne napajalne in izhodne nape-tosti.

Prednost novega sistema senzorjev za več vrtljajev je njihova uporaba na številnih industrijskih in mobilnih strojih. Na avtomobilih ali terenskih vozilih se krmilni odklon koles lahko meri neposredno z detekcijo zasuka.. Senzorji za več vrtljajev so prav tako primerni za nadzor odprtosti vrat, linearne ali rotacijske aktuatorje in pogone cevni zapiral (lopute, ventili, zasuni ipd).

Vir: Adept plus, d. o. o., Hrašče 5, 6230 Postojna, tel.: 05-75-36-136,

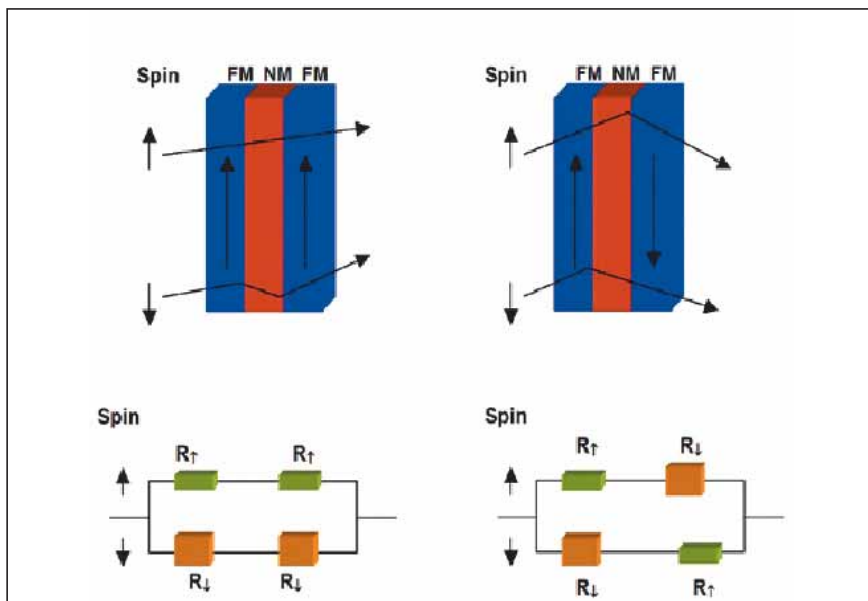


Brezkontaktni senzor vrtenja RSM

faks: 05-75-36-138, www.ad-avtomatizacija.si, g. Boštjan Krošelj

Delovanje elementov GMR pri senzorjih za več vrtljajev

GMR (Giant Magnetoresistance) je fenomen v kvantni mehaniki, ki se pojavlja na tankih strukturah feromagnetnih in neferomagnetnih plasti. V heterogeni strukturi, sestavljeni iz dveh magnetnih plasti (senzorska in referenčna plast), ki sta ločeni z nemagnetno le nekaj atomskih plasti debelo snovjo, magnetna obroča obeh plasti zavzmeta proti sosednji plasti določen položaj takoj, ko sta izpostavljeni zunanjemu magnetnemu polju. Položaj referenčne plasti je zadržan na mestu z umetnim antiferomagnetom. Kot rezultat se senzorska plast orientira bodisi paralelno ali neparalelno glede na referenčno. Električna upornost se dramatično spremeni, ko se magnetna obroča ovijeta okoli plasti. Upornost pade na minimalno vrednost, ko sta paralelna drug na drugega, pri neparalelnem položaju pa doseže vrh. Stanje magnetiziranosti take strukture se lahko enostavno določi z merjenjem upornosti.



Struktura plasti magnetostriktivnih elementov GMR

Hidravlične rešitve za rudarsko industrijo

Novost v prodajnem programu podjetja *Hidex* predstavljajo hidravlične gibke cevi in cevni priključki za rudarstvo proizvajalca *Manuli Rubber Industries*.

Hidravlične gibke cevi za rudarstvo so razvite iz cevi *Rockmaster* in *Shieldmaster* s poudarkom na upoštevanju izrednih delovnih pogojev in najkvalitetnejših materialov. Gibke cevi *Shieldmaster/Mine* in *Rockmaster/Mine*, poleg priključkov za rudarstvo *Staple-lock* in *Super Staple-lock*, zato ustrezajo zahtevam vseh največjih rudarskih nadzornih agencij po svetu (MSHA, FRAS, MA).

Karakteristike cevi *Shieldmaster/Mine* in *Rockmaster/Mine*

Odlikuje jih izredna abrazivna odpornost. Izguba mase je po 2.000 delovnih ciklih zanemarljivo majhna (po ISO 6945). Cev zadrži svoje delovne lastnosti do 2.000.000 delovnih ciklov, kar za 1000-krat presega zahteve standarda. Dosegajo tudi odlično odpornost proti vplivu ozona, kar zagotavlja dodatni zunanji plašč iz umetne mase, ki znatno presega ozonsko odpornost obstoječih prevlek iz gume. Obenem pa imajo tudi dobre antistatične lastnosti z električno upornostjo do 1 MΩ.

Karakteristike cevni priključkov *Staple-lock* in *Super Staple-lock*

Vsi priključki za rudarstvo so zaščiteni z odporno cinkovo prevleko, ki zagotavlja več kot 450 ur zaščite pred pojavom rdeče korozije (preizkusna metoda po ASTM B 117 in ISO 9227), kar znatno presega običajni mednarodni test SAE J516, ki zahteva le do 72-urno zaščito pred pojavom rdeče korozije.

Priključki imajo zagotovljen tudi štirikratni varnostni faktor trdnosti pri najvišjem imenskem delovnem tlaku. Obenem se odlikujejo po enostavni



Slika 1. Gibke cevi in cevni priključki *Manuli Rubber Industries*, izvedba *Diamond Spire*

in hitri montaži v omejenih prostorskih razmerah ter po zanesljivem tesnjenju.

Standardni priključki *Staple-lock*

So najprimernejša izbira za uporabo v rudarstvu. Na voljo so tako navojne kot hitro razstavljive izvedbe z dimenzijami od DN 6 (1/4") pa vse do DN 76 (3"), *slika 2*. Poleg izvedbe pocinkano prevleko jih je moč dobiti tudi v nerjavni izvedbi po standardu AISI 316. S svojimi tehničnimi karakteristikami presegajo zahteve standardov DIN 20043, SAE J1467 in NCB 638. Vsi priključki so pred dobavo končnemu porabniku stoodstotno tlačno preskušeni.

Cevni priključki *Super Staple-lock*

So primerni predvsem za večje imenske premere cevi in višje delovne tlake, npr. v izvedbi *Diamond Spire/Mine* z imenskim premerom DN 63 (2 1/2") za tlake do 350 barov, *slika 1*. Izdelu-

jejo se v dimenzijah od DN 12 (1/2") pa vse do DN 63 (2 1/2").

Krogelne pipe

V dopolnitev cevni priključkom *Staple-lock* so na voljo tudi kompatibilne krogelne pipe (zasuni). Na razpolago so dvo-, tri- ali štiripotne izvedbe, ki imajo tudi možnost izvedbe z mehansko ključavnico. Na voljo so velikosti od DN 6 (1/4") do DN 63 (2 1/2").



Slika 2. Izvedba cevni priključkov *Staple-Lock*

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

Varna in učinkovita mobilna hidravlika Enerpac POW'R-RISER®

Enerpacova mobilna dvigalka POW'R-RISER® z vgrajenim samodejnim dvžnim agregatom je enostavno pomičen, visokozmogljiv dvžni sistem, uporaben tudi v najbolj zahtevnih razmerah na neravnem terenu. Sestavljena je iz visokotlačnega enosmerno delujočega hidravličnega valja, integriranega z električnim ali pnevmatičnim pogonskim agregatom na mobilnem podvozju. Je hitra, močna in prilagodljiva, uporabna za široko paleto različnih gradbenih in vzdrževalnih del.

Njene značilne lastnosti:

- enostavno premikanje in postavljanje v želeni položaj,
- nima na poškodbe občutljive izpostavljenosti gibke cevi,
- je ozka, primerna tudi za uporabo v ozkih prostorih,
- omogoča široko izbiro različnih zmogljivosti z različnim gibom oz. višino dviganja za različne namene uporabe,
- električni motor je popolnoma oklepljen in odporen proti poškodbam iz okolice,
- na voljo so tipske zmogljivosti z nosilnostjo 54, 90, 136 ali 180 ton, z elektromotornim ali pnevmatičnim pogonom črpalke, za najbolj grobe razmere obratovanja,
- podaljšana sistemska izvedba



SUP-R-STACK™ omogoča dviganje pri poljubnih višinah, brez nevarnosti blokiranja.

Osnovni namen uporabe tega izdelka je dviganje težke opreme in objektov v gradbeništvu. Dvigalka POW'R-RISER® je primerna tudi za vzdrževalna dela, kot so zamenjava pnevmatik, dviganje težke opreme, dviganje in pozicioniranje velikih in težkih konstrukcijskih elementov ter mnoge druge operacije, ki zahtevajo dviganje težkih objektov na oddaljenih lokacijah.

POW'R-RISER® zagotavlja varno, učinkovito in mobilno dviganje in držanje težkih objektov tudi v najbolj zahtevnih razmerah. Zasnovan je kot podporni izdelek razširjene Enerpacove družine dvžnih naprav. Na voljo je v vseh Enerpacovih lokalnih in globalnih tehničnih centrih.

Za dodatno mehansko varnost proti zdrsanju bremena so na voljo blokirni U-obročki, ki se namestijo na iztegnjeni bat (batnico) valja. Ti obročki imajo štiri različne dolžine glede na zmogljivost dvigalke. Na razpolago so posamično ali v zlogu v vsakem skladišču, v kompletu z dvigalkami.

Vir: Enerpac BV P.O. Box 8097 6710 AB Ede, Nizozemska, tel: +31 318 535 803, irene.kremer@enerpac.com, gospa Irene Kremer

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

Rexroth

Bosch Group

OPL

automation

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

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

Visokofrekvenčni potni ventili za pnevmatiko

INOTEH predstavlja novo inovativno družino visokofrekvenčno delujočih pnevmatičnih ventilov. Posebnosti nove sistemske rešitve so njihova izredno visoka obstojnost, ponovljena točnost in zanesljivost delovanja. Nova tehnologija delovanja omogoča namestitve večjega števila ventilov v minimalnem prostoru. Tako se lahko npr. v ventilski blok velikosti 46 × 46 × 42 mm namesti 9 ventilov, ki so med seboj neodvisno krmiljeni.

Čas vklopitve je manjši od 1 ms; najvišja frekvenca vklopa pa je 500 Hz. Obstojnost je večja od 500 milijonov vklopov. S temi lastnostmi se pnevmatiki odpirajo nove poti v svet naprednih tehnologij.

- Imenski tok zraka: od 180 do 1600 NL/min.
- Tlak zraka je od 0 do 6 (8) bar oz. vakuum 10^{-5} Pa.
- Električna napetost napajanja: 24 V =.
- Izvedba ventilov: 2/2, 3/2, 3/3 in 5/2 v tehniki NC ali NO.

Ventili so vgrajeni v blok, ki ima od 1 do 9 izhodov. Za optimalni izkoristek



Kakovost stisnjenega zraka po DIN ISO 8573-1

Pri gradnji cevo-voda je tudi tukaj, kot pri vseh pnevmatičnih napeljavah, treba skrbeti za

razred	vsebnost olja [mg/m ³]	delci		vsebnost vode	
		[μm]	/m ³	[DTP]	[g/m ³]
1	0,01	0,1	0,1	-70	0,003
2	0,1	1	1	-40	0,12
3	1	5	5	-20	0,88
4	5	15	8	3	6
5	25	40	10	7	7,8
6	-	-	-	10	9,4

zmogljivosti ventilov so na voljo posebej za to razviti regulacijski moduli v verziji OEM ali BOX, s frekvenco do 2000 Hz.

Pogoj za brezhibno delovanje ventilov je pravilna priprava stisnjenega zraka. Idealni pogoji so, če ima stisnjen zrak kakovost razreda 2 po DIN ISO 8573-1. Obvezna pa je kakovost zraka razreda 3 do 4.

čistočo. Delci nečistoče morajo biti manjši od 40 μm. Primerne so cevi, ki ne oksidirajo.

Vir: INOTEH d.o.o., K železnici 7, 2345 Bistrica ob Dravi, tel.: 02 6730 134, faks: 02 665 2081, e-mail: info@inotech.si, g. Iztok Klemenc

Laserska tehnologija za zaščito batnic hidravličnih valjev

Laserska prevleka Eatonite (Eatonite™ Laser Coating) za zaščito batnic hidravličnih valjev proti obrabi in koroziji dobila certifikat JIP za uporabo na morju, naftnih ploščadih, v hidroelektrarnah in drugih podobnih uporabah.

Eaton je razvil zaščitno prevleko za batnice hidravličnih valjev z lasersko tehnologijo Eatonite™ Laser Coating, ki je primerna za najtežje pogoje uporabe. Material Eatonite je najmanj dvakrat trši od konvencionalnega korozijsko odpornega materiala Inconel

625. Ima odlično obrabno in antikorozijsko odpornost. Zaradi laserske tehnologije nanosa, ki je bila posebej razvita za Eatonite, je prevleka zelo homogena.

Neodvisni test DNV company je potrdil, da prevleke batnic, izdelane s tehnologijo Eatonite™ Laser Coating, izpolnjujejo vse zahteve, navedene v smernicah Guideline for qualification of wear and corrosion protection surface materials for piston rods, ki so bile razvite kot del skupnega projekta Joint Industry Project (JIP).

"Eaton je do danes prvi proizvajalec hidravličnih valjev, ki je opravil test JIP," je dejal dr. Luis F. Garfias, direktor testiranja in materialov in korozije pri DNV-ju (Testing & Qualificati-

on for DNV's Materials & Corrosion Technology Center) v Columbusu, Ohio.

Certifikat DNV za prevleke Eatonite™ Laser Coating omogoča uporabo



hidravličnih valjev na morju, v industriji nafte in plina ter industrijskih panogah, kot so hidroelektrarne, ladjedelnice, jezovi, dvizni mostovi in praktično kjerkoli drugje, kjer so batnice izpostavljene grobim mehanskim obremenitvam in koroziji.

Vzorci batnic so bili izdelani iz tradicionalnega jekla SAE 4130 in

prevlečeni z Eatonite™. Testirani so bili v laboratorijih DNV Høvik na Norveškem in v Columbus v Ohiju za širok spekter fizikalnih, mehanskih in elektrokemičnih vplivov po standardu JIP.

Tehnologije Eatonite in njeno testiranje bo letos predstavljeno na »Offshore Technology Conference – OTC«.

Eatonite laserska prevleka batnic hidravličnih valjev izjemno poveča obrabno in korozijsko odpornost batnic

Vir: Inometal, d. o. o., Zagrebška 20, 2000 Maribor, tel.: 02 460 04 53, faks: 02 460 04 44, internet: <http://www.inometal.si/>, e-mail: marijan.sagadin@inometal.si, g. Marijan Sagadin

Bliskovito industrijsko tiskanje etiket

Neverjetno robustna. Povsem zanesljiva. Ekstremno hitra. Takšna je nova serija zelo robustnih tiskalnikov **Zebra® Xi™**. Uporabljajo se v najzahtevnejših aplikacijah industrijskega tiskanja etiket velikega obsega v masovni proizvodnji, pri označevanju (pol)proizvodov, palet, kartonov ali paketov ipd.

Serija Zebra Xi je že od nekdaj znana po svojih kvalitetah:

- dolgoživosti in vzdržljivosti,
- robustnosti in zanesljivosti,
- nadpovprečni hitrosti izpisa,
- kakovostnem izpisu tudi na miniaturnih etiketah,
- kombinaciji širokega nabora funkcij,
- številnih možnostih povezovanja in komuniciranja,
- zelo hitrem delovanju.

Integracija Zebre Xi4 je enostavna, delo pa nadzirano, k čemur pripomore inteligentno orodje ZebraLink™, ki kjerkoli in kadarkoli nadzoruje komunikacijo in Zebrine tiskalnike. Tako lahko uporabnik preko poljubnega spletnega brskalnika krmili tiskalnik tudi z oddaljene lokacije. Serija Xi4 sporoča uporabniku povratne informacije o svojem delovanju kar po e-pošti.

Glavne prednosti sodobnih industrijskih tiskalnikov Zebra Xi4:

- visoka stopnja zanesljivosti delovanja za optimalnejše tiskanje, ki ga zagotavlja vgrajen sistem tiskalniške diagnostike;



Zebra Xi4 serija industrijskih tiskalnikov

- bliskovito izpisovanje etiket omogoča hitrost tiskanja do 356 mm na sekundo (110Xi4™ in 140Xi4™);
- integracija Xi4 bistveno poveča produktivnost in je predpogoj za podporo označevalnih sistemov »tiskaj-namesti«;
- zelo velik LCD-prikazovalnik z uporabniku dobro vidno in poenostavljeno menijsko izbiro. Tipke so na prednji strani tiskalnika;
- serijsko vgrajena povezljivost 10/100 Ethernet;
- izboljšan opozorilni sistem za pravočasno menjavanje repro materiala, ki zagotavlja hitrejšo menjavanje kolutov nalepk in tiskalnih trakov ter pravočasno vzdrževanje;
- 110Xi4 omogoča nadgradnjo RFID;
- nova serija Xi4 zagotavlja bliskovito industrijsko tiskanje etiket v ritmu 24 ur, 7 dni v tednu.

Vrhunska kombinacija učinkovitega označevanja

NiceLabel in **Zebra Xi4** Največjo korist imamo uporabniki serije Xi4 v kombinaciji s profesionalno programsko opremo za oblikovanje etiket NiceLabel. Če sodi označevanje blaga med ključne elemente vašega poslovanja, vam LEOSS pomaga poenostaviti in pospešiti delo ter zmanjšati število napak in povečati produktivnost. Odločitev za spremembo in izbiro uporabniku prijaznega in enostavnega tiskalnega sistema se hitro izkaže za odlično potezo – rešitev omogoča tiskanje etiket direktno iz obstoječega proizvodnega informacijskega sistema.

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

Majhna inkrementalna dajalnika položaja DDS36 in DDS50

Najnovejša iz serije majhnih optičnih inkrementalnih dajalnikov položaja DDS36 in DDS50 sta prva izbira, če potrebujemo poceni in enostavno izvedbo kotnega pozicioniranja v industrijski avtomatizaciji.



Izvedbi sta uporabni za natančno in zanesljivo kotno pozicioniranje pri strojih in napravah, še posebno takrat, ko je stiska s prostorom. DDS36 je na voljo z votlo ali polno gredjo. Različica z votlo gredjo je še posebno primerna za neposredno vgradnjo na gred motorja brez posebnih adapterjev. Tudi različica s polno gredjo je primerna za uporabo v primerih,

ko je zelo malo prostora za vgradnjo.

Optična inkrementalna dajalnika DDS36 in DDS50 nudita izjemno kakovost glede na svojo ceno in široko pokrivanje uporabnosti za pozicioniranje in merjenje hitrosti vrtenja v industrijski avtomatizaciji. Ohišje dajalnikov je iz aluminija in ima premer samo 36 mm. Uporaba optične tehnologije omogoča izvedbe dajalnikov, ki so zelo robustni in neobčutljivi na zunanje udarce in vibracije.

Tehnične lastnosti:

- inkrementalni dajalnik majhnih dimenzij,
- na voljo s premerom 36 ali 50 mm,
- različni električni vmesniki,
- izvedbe s polno ali votlo gredjo,
- optična tehnologija,
- aluminijasto ohišje,
- osni priključek: kabel dolžine 1,5 m, 3 m ali 5 m,
- število korakov na vrtljaj: 100 do 2500,
- temperaturno območje delovanja: -10 do +70 °C,
- električna zaščita: IP 65.

Prednosti:

- majhen, cenovno ugoden dajalnik z optično tehnologijo in zelo dobrimi lastnostmi,
- enostavna neposredna montaža na motorno gred brez uporabe adapterja (izvedba z votlo gredjo),
- uporaben v primerih z omejenim prostorom vgradnje,
- realizacija manj zahtevnih aplikacij po sprejemljivih cenah,
- na voljo široka paleta različnih modelov.

Uporabnost (primeri):

- steklarska industrija, npr. na strojih za zvijanje stekla,
- pri odrski tehniki v gledališčih, npr. za pozicioniranje zaves ali druge scenske opreme,
- pakirna industrija, npr. zlaganje pakirne embalaže, stroji za polnjenje, lepljenje, pakiranje,
- tekstilna industrija, npr. stroji za rezanje blaga.

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

www.ce-sejem.si

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

MEDNARODNI OBRTNI SEJEM

43. MOS

CELJE, CELJSKI SEJEM
8. – 15. SEPTEMBER 2010

DOBRE POSLOVNE VIBRACIJE

ZA NAJBOLJ PODJETNE OBRTNIKE IN PODJETNIKE

SEJEM ZA NOVE POSLE IN UGODNE NAKUPE



CELJSKI SEJEM

Novi izdelki podjetja HBM za hitro zbiranje podatkov

HBM sporoča, da je dal na trg izdelke, imenovane *Genesis HighSpeed*, ki obsegajo različno merilno opremo za hitro zbiranje podatkov (angl.: *High-Speed data*) in zapise prehodnih pojavov (angl.: *transient recording*). Obsega opremo HBM za merjenje in preskušanje, predvideno za višje frekvence, in predstavlja popolno pahljačo instrumentacije za hitro zbiranje podatkov (DAQ).

Družina izdelkov *Genesis HighSpeed* je namenjena za hitro in ultrahitro tehnologijo merjenja pri strukturnem balističnem, vesoljskem in električnem preskušanju. Izdelki *Genesis HighSpeed* so popolnoma kompatibilni z obstoječo merilno in preskusno opremo HBM, poudarja Klaus Lang, vodja razvoja nove družine izdelkov. Uporabniku zagotavlja popolne merilne verige in rešitve iz

enega vira, od preciznih senzorjev, sodobnih merilnih pretvornikov in učinkovite instrumentacije DAQ do v svetu vodilne programske opreme za hitro zbiranje podatkov – percepcije. Ta inovativna programska oprema je komplementarna z obstoječo opremo HBM za analizo podatkov dodatno vsebuje analizo predvidene življenjske dobe in trajnosti izdelkov.

Izdelki *Genesis HighSpeed* (slika) zagotavljajo visoke hitrosti zbiranja, od 100 kS/s do 100 MS/s (100 milijonov podatkov v sekundi) po kanalu. Ker temeljijo na modulnem sistemu gradnje, se sistemi lahko enostavno prilagodijo specifičnim zahtevam uporabe, ne glede na to, ali gre za en ali za tisoč kanalov. Serija GEN DAQ obsega tudi širok spekter robustnih, prenosnih inštrumentov za meritve na terenu, v ekstremnih vremenskih pogojih. Oprema je predvidena tudi za meritve na visokonapetostnih električnih inštalacijah, vključno z ustrežno visokonapetostno izolacijsko opremo.



Izdelki *HBM Genesis HighSpeed* so se do sedaj prodajali pod oznako LDS Nicolet.

Več informacij na spletnem naslovu: www.hbm.com/highspeed.

Vir: HBM HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH, <http://www.hbm.com>; TRC Ljudmila Ličen s.p., Vrečkova 2, 4000 Kranj, tel.: 04 23 58 310, tel./fax: 04 235 83 11, internet: <http://www.trc-hbm.si>, <http://www.hbm.com>, e-mail: ljudmila.licen@siol.net

PRIJAZNE ENERGIJE,
VARČNE TEHNOLOGIJE

ENERGETIKA

15. mednarodni sejem

TEROTECH – VZDRŽEVANJE

14. mednarodni sejem

VARJENJE in REZANJE

4. mednarodni sejem

Celje, Celjski sejem
18.–21. maj 2010

www.ce-sejem.si

EKO

sejem ekologije in varovanja okolja

HIDEX – zagon laboratorija za analizo industrijskih olj

Kontaminacijska kontrola industrijskih olj postaja eno izmed pomembnejših orodij pri zmanjševanju stroškov in povečanju zmogljivosti v proizvodnih procesih, zato je podjetje Hidex razširilo svoj storitveni program mobilnega filtriranja industrijskih olj s sodobnimi laboratorijskimi analizami po ISO 4406 in ASTM D1744.

Izkušnje kažejo, da je več kot 75 % vseh sistemskih odpovedi v industriji posledica različnih kontaminacij. Najbolj pogost primer so kontaminacije hidravličnih olj, ki delujejo kot medij za:

- prenos mehanske energije,
- mazanje hidravličnih komponent,
- odvajanje toplote iz sistema,
- tesnjenje med gibljivimi deli v sistemu.

Posledice kontaminacije hidravličnih olj so tako:

- izpadi proizvodnje,
- stroški zamenjave dotrajanih komponent,
- pogoste menjave olja,
- višji vzdrževalni stroški,
- draga ekološka sanacija.

Kar uporabniki lahko storijo za to, da bi zmanjšali operativne stroške, je sledenje kontaminaciji olja – tako onesnaženosti z mehanskimi delci (ISO 4406, NAS 1638, SAE AS 4059) kot tudi onesnaženju olja z vodo (ASTM D1744). Z rednimi analizami lahko uporabniki ugotovijo, v kakšnem stanju je olje in se še pravočasno odločijo, ali je potrebna zamenjava olja ali pa bo zadostovalo le filtriranje olja in/ali ekstrakcija vode iz olja. Z upoštevanjem karakteristik sistema lahko uporabniki posredno sklepajo o vzrokih kontaminacije olja in temu primerno ukrepajo bodisi z vgradnjo primernih filtrov v sam sistem bodisi z zamenjavo ali spremembo vgradnih elementov v hidravličnem sistemu.

Tako lahko preventivno vzdržujejo svoj sistem in na ta način zmanjšajo



Slika 1. Izvajanje analize po ISO 4406 v laboratoriju Hidex, d. o. o.

stroške obratovanja. Ti lahko v večjih industrijskih obratih dosegajo tudi več tisoč evrov izgub na uro. Vzdrževanje in monitoring hidravličnega olja zato pomagata preprečevati nenačrtovane zastoje in zmanjšujeta obratovalne stroške.

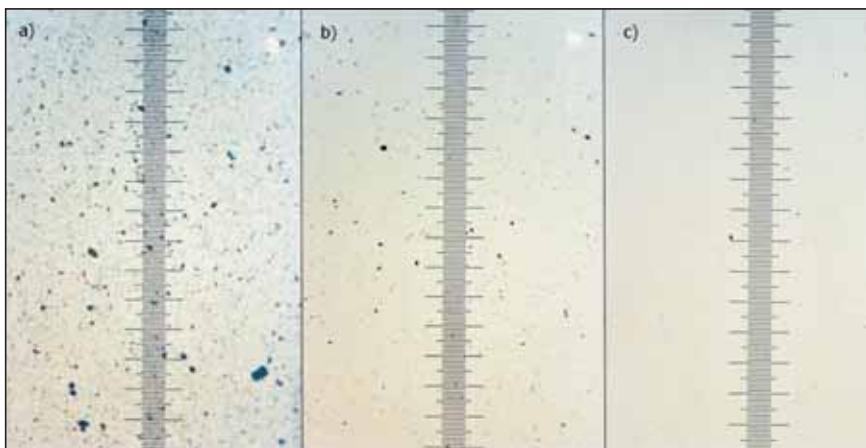
Kontaminacija z mehanskimi nečistočami

Hidravlično olje deluje kot mazalni film, ki zapolnjuje vrzel med gibajočimi se deli v sistemu. V idealnem primeru olje povsem zapolni prostor med gibajočimi se deli in na ta način zmanjšuje obrabe hidravličnih komponent. Slednje lahko zato dosežejo dolgo življenjsko dobo, tudi več milijonov opravljenih tlačnih ciklov.

Debelina mazalnega sloja je odvisna od:

- viskoznosti olja,
- tlaka,
- relativne hitrosti med obema materialoma.

V ekstremnih primerih (ležaji, aksialne črpalke, servovalventi) so te razdalje lahko tudi manjše od 1 μm in zato, pri prevelikih tlačnih obremenitvah ali onesnaženosti olja z mikronskimi nečistočami, lahko pride tudi do škodljivih poškodb in obrab hidravličnih komponent. V podjetju Hidex uporabljena 8 – kanalna analiza po standardu ISO 4406 omogoča vpogled v absolutno število mehanskih nečistoč različnih velikosti ($> 4 \mu\text{m}$, $> 4.6 \mu\text{m}$, $> 6 \mu\text{m}$, $> 6.4 \mu\text{m}$, > 10



Slika 2. Primeri onesnaženja hidravličnega olja VG 46 z mehanskimi nečistočami različnih stopenj onesnaženja po NAS 1638: a) razred 12, b) razred 9, c) razred 6. Razdalja med posameznimi merskimi razdelki na slikah prikazuje razdaljo 8,2 μm .

μm , > 14 μm , > 21 μm , > 37 μm) na 100 ml olja.

Kontaminacija z vodo

Hidravlična olja so že po svojih kemičnih lastnostih higroskopična in kot takšna nase vežejo vodo že iz vlage, ki je prisotna v zraku. Do določene meje, ki je odvisna od temperature, aditivov in sestave olja, se voda raztaplja v olju in tvori belo obarvano suspenzijo. Pri preseženi mejni koncentraciji vode v olju se ta ne raztaplja več v olju, temveč se prične prosto nabirati - zaradi razlike v gostoti obeh tekočin, pod nivojem olja. Običajno je v hidravličnih oljih prisotna raztopljena voda v višini 15 % mejne koncentracije raztopljene vode v olju, kar še ne predstavlja izra-

zutih težav. Pri višjih koncentracijah, še posebej pri pojavu proste stoječe vode v olju, pa se že pojavljajo številne škodljive posledice:

- nastanek rje in drugih oksidacijskih procesov,
- tvorba različnih kemičnih sub-

stanc,

- izločanje aditivov iz olja,
- tvorba bioloških procesov.

V laboratoriju Hides merimo vsebnost vode v hidravličnih oljih z uporabo kapacitivnega senzorja ter dodatno, tudi z Karl-Fischerjevo titracijsko metodo (ASTM D1744). Prva metoda podaja le % relativne nasičenosti olja z vodo, druga metoda pa število molekul vode na milijon molekul olja.

Oba podatka o kontaminaciji olja nosita pomembne informacije, s pomočjo katerih je mogoče sklepati o procesih v olju. Analizi se lahko naredita že na odjemnem mestu v proizvodnem obratu. Možna pa je tudi analiza vzorca olja, ki ga lahko uporabniki pošljejo po navadni pošti tako, da že naslednji dan prejmejo rezultate analiz po elektronski pošti.

www.hidex.si

ANALIZA MEHANSKIH NEČISTOČ V OLJU

velja do 1.3. 2010

ISO 4406

HIDEK d.o.o., Ljubljanska cesta 4, 8000 Novo mesto, tel.: 07/ 33 21 707, e-mail: info@hidex.si

Nadaljevanje s str. 25

Organizatorja:

- Universität Stuttgart
- Fachverband Fluidtechnik im VDMA

Tematika:

- statične tesnilke
- gredne tesnilke
- translatorne tesnilke (hidravlika/pnevmatika)
- osnovne tesnilne tehnike
- materiali in površine
- varčevanje z energijo/trenje/obrada
- simulacija
- standardizacija/patenti/zakonski predpisi/preskušanje
- uporaba

Pomembni datumi:

- 31. 03. 2010 – prijava prispevkov (povzetki)
- 30. 04. 2010 – sprejem prispevkov
- 31. 07. 2010 – oddaja prispevkov

Informacije:

- naslov: Fachverband Fluidtechnik im VDMA, 16th ISC, Ralf Stemjack, Lyoner Strasse 18, 60528 Frankfurt am Main, BRD
- tel.: + 069-6603-1318
- faks: + 069-6603-23918
- e-pošta: ralf.stemjack@vdma.org/fluid
- internet: www.sealing-conference.com

Nove knjige

- [1] Gulati, R., Smith, R.: **Maintenance and Reliability best Practices** – Namen knjige je prikaz najboljših izkušenj na področju vzdrževanja in zagotavljanja zanesljivosti strojev in naprav. Avtor ima dolgoletne izkušnje pri načrtovanju in vodenju ustrezne dejavnosti v letalstvu. Najprej obravnava osnovne pojme in različne metode in postopke vzdrževanja, kot so redno in preventivno vzdrževanje, vzdrževanje po stanju in popravila okvar. V nadaljevanju pa med drugim podrobno prikaže neustrezne prakse tudi profesionalnih vzdrževalcev glede optimalnega načrtovanja in izvajanja vzdrževanja. Polemizira zlasti z idejo »čim več, tem bolje«, kar mnogokrat lahko poveča pretirano uporabo maziv in zamenjavo popolnoma brezhibnih sestavnih delov ali celo kompletnih enot oz. naprav. – *Zal.*: Industrial Press Inc., 989 Avenue of the Americas, New York, NY 10018, USA; 2009; *ISBN*: 978-0-8311-5; *obseg*: 430 strani; *cena*: 49,95 USD.

- [2] Johnson, J. L.: **Basic Electronics**

for Hydraulic Motion Control – Uveljavljeni avtor učbenikov in priročnikov za področje elektrohidravlike ter servo- in proporcijske hidravlike je pripravil še poseben priročnik za elektroniko, namenjeno temu področju. Delo je namenjeno vsem strokovnjakom, ki se neposredno ali posredno ukvarjajo z elektrohidravliko. Vsebina priročnika obsega vse, kar nujno potrebujejo za razumevanje, projektiranje in uporabo. Obravnavani so merilni pretvorniki, vmesniki, ojačevalniki in krmilniki; modulatorji (širine impulza), tranzistorji, analogna in digitalna vezja itn. – *Zal.*: Hydraulics & Pneumatics by Penton Media; 2009; *ISBN*: 0-932905-07-02; *obseg*: 438 strani; *cena*: 39,95 USD; dodatne informacije in naročila: www.hydraulicspneumatics.com, klik na Bookstore.

- [3] Rao, K. R. (ed.): **Companion Guide to the ASME Boiler and Pressure Vessel Code** – tretja izdaja – nova dopolnjena izdaja navodil za uporabo priporočil ASME za kotle, tlačne posode in cevovode temelji na izdaji iz leta 2007. Do sedaj je pri pripravi navodil so-

delovalo prek 140 avtorjev, v tej izdaji pa 147, od tega 51 novih (mnogi iz različnih držav sveta). Prva knjiga obravnava priporočila ASME, sekcije I do VII in dodatek o cevovodih. Druga knjiga obravnava sekcije VII in IX z dodatkom o priporočilih za materiale ter razprave o pravilih vzdrževanja, akreditacijah, dinamičnih obremenitvah, funkcionalnosti, uporabnostnih kriterijih, fluidnih, vibracijah cevovodov itd. Tretja knjiga pa obravnava XII. sekcijo priporočil in številna vprašanja, ki se nanašajo na nove generacije jedrskih reaktorjev, vključno z izkušnjami njihove uporabe v številnih državah sveta, tudi v zahodni in vzhodni Evropi, Afriki in Aziji. – *Zal.*: ASME Press, 22 Law Drive, Box 2900, Fairfield, NJ 07007-2900, USA; 2009; *ISBN*: 978-07918-0269-4 za vol. 1 (order No 802694); *ISBN*: 978-07918-0270-0 za vol. 2 (order No 80700); *ISBN*: 978-07918-0271-7 za vol. 3 (order No 802717); *ISBN*: 978-07918-0268-7 za komplet (order No 802687); *cena*: 295,00 USD (236,00 za člane) za posamezni vol. 660,00 USD (528,00 za člane) za komplet.

125 let priporočil in standardov po ASME IMEA

V preteklem letu je ASME (Ameriško združenje inženirjev strojništva) proslavljalo 125 let svoje dejavnosti na področju priporočil in standardov. Mnoge prireditve so pripravljene za obeležitev bogate zgodovine napredkov tehnike, tehnološke varnosti in delovanja v korist industrije in države.

Slavja v okviru združenja so bila namenjena tudi priznanju vsem prostovoljnim sodelavcem ASME, ki so sodelovali pri delu na pripravi priporočil in standardov. S priznanji za njihov doprinos javni varnosti in promociji mednarodne trgovine je ASME neposredni naslednik prizadevanj tisočev ekspertov, ki so delovali

kot prostovoljni sodelavci ustreznega komiteja.

Delovanje ASME na področju priporočil in standardov se je pričelo že v obdobju začetkov industrializacije v ZDA in se je organizacijsko razvijalo po strukturi in vplivih na tehnološke spremembe in rojstvu novih industrijskih področij. Od prve objave priporočila za preskušanje parnih kotlov, pred 125-timi leti, pod naslovom: *Code for the Conduct of Trials of Steam Boilers* je ASME razvilo preko 500 tehničnih standardov za področja tlačnih posod, nuklearne opreme, dvigalnih in transportnih naprav, plinskih cevovodov in tehnične dokumentacije ter številnih drugih tehničnih izdelkov in procesov. ASME priporočila in standardi ter programi skladnosti se danes uporabljajo v več kot 100

državah sveta. Tovrstni dosežki so bili mogoči le zahvaljujoč temu, da člani ustreznih komitejev in pododborov zastopajo različne tehnične discipline, vključno s konstrukterji in projektanti, izdelovalci, končnimi uporabniki, vzdrževalci, zavarovalniki in predstavniki oblasti. Vsi prostovoljno prispevajo čas, vire in znanja za zagotovitev zanesljivosti, zamenljivosti sestavnih delov in javne varnosti strojev, naprav in delovnih postopkov.

Pomembnost prostovoljnega sodelovanja pri pripravi in posodabljanju priporočil, standardov in programov ugotavljanja skladnosti v ASME in njegovih komitejih je bila enaka v preteklosti kot je sedaj in bo tudi v prihodnje.

*Po ASME IMEA Info-Issue
13 – Okt. 2009
A. Stuček*



**VSE ZA HIDRAVLIKO
IN PNEVMATIKO**





**ODGONI ZA
KAMIONE**




LE-TEHNIKA d.o.o.
Šuceva 27, KRANJ
tel.: 04 20 20 200, 041 660 454
faks: 04 204 21 22

NOVO MESTO tel.: 041 785 798
MARIBOR tel.: 02 300 64 70
041 774 688

http://www.le-tehnika.si
e-mail: hydraulic@le-tehnika.si

Zanimivosti na spletnih straneh

- [1] **Črpalke, vključene v e-učbenik** – www.hydraulicspneumatics.com – Revija *Hydraulics & Pneumatics* je na spletnih straneh v svoj e-učbenik *Fluid Power Circuits Explained* kot 15. poglavje vključila črpalke. Gre za podrobno obravnavo hidravličnih črpalk (hidrostatičnih enot z iztiskanjem), ki jo je pripravil *Bud Trinkel*, izkušen hidravlik iz industrije. Njegov prvi e-učbenik pod naslovom *Fluid Power Basics* je kompletiran in se je že uveljavil kot ena najbolj popularnih e-publikacij na citiranem spletnem naslovu. Nova poglavja bodo posredovana sukcesivno vsak naslednji mesec in v novem letu bodo za online branje in uporabo že na voljo nova poglavja tretjega e-priročnika.
- [2] **Dodatne informacije o FT** – www.hydraulicspneumatics.com – *Hydraulics & Pneumatics* na svojih spletnih straneh ponuja tudi dodatne informacije, ki niso objavljene v reviji. Gre za posebne in ekskluzivne tiskane in vi-

deoobjave, fotografije in dodatne prispevke, ki dopolnjujejo tiskane objave. Gre za poglobljene obravnave posameznih člankov, posebne primere iz prakse in podobno. Tematike pokrivajo vsa področja fluidne tehnike s težiščno obravnavo posameznih komponent in primerov iz prakse. Izkoristite nova spoznanja iz industrije in teorije.

- [3] **Fluidnotehnični blog** – www.hydraulicspneumatics.com – Na spletnih straneh revije *Hydraulics & Pneumatics* se lahko vrnete na njihov blog *fluidpowertalk.blogspot.com* z najnovejšimi novicami in gibanji na področju fluidne tehnike. Novice in prispevke posredujejo kupci, uporabniki, izdelovalci in raziskovalci. Spoznajte zadnje novosti v znanosti, šolstvu in industriji. Priključite se kot bralci in/ali aktivni udeleženci.

IRT³⁰⁰⁰
inovacijeraazvojtehnologije
www.irt3000.si

Seznam oglaševalcev

CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	83, 84	KLADIVAR, d. d., Žiri	2, 62
Domel, d. d., Železniki	12	LE-TEHNIKA, d. o. o., Kranj	88
DVS, Ljubljana	45	LOTRIČ, d. o. o., Selca	1, 8
ENERPAC GmbH, Düsseldorf,		MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	1
ZRN	23	MOTOMAN ROBOTEC, d. o. o.,	
FESTO, d. o. o., Trzin	1, 90	Ribnica	55
FUCHS MAZIVA LSL, Brežice	69	OLMA, d. d., Ljubljana	1
GR INŽENIRING, d. o. o.,		OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o.,	
Ljubljana	75	Trzin	1, 80
HAWE HIDRAVLIKA, d. o. o.,		PARKER HANNIFIN (podružnica	
Petrovče	4	v N. M.), Novo mesto	1
HIDEX, d. o. o., Novo Mesto	86	PIRNAR & SAVŠEK inženirski biro,	
HYDAC, d. o. o., Maribor	1, 89	d. o. o., Zagorje ob Savi	1
HYPEX, d. o. o., Lesce	54	PPT COMMERCE, d. o. o.,	
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.)		Ljubljana	16
NORGREN, Lesce	1	PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	63
IPMIT, Ljubljana	69	PS, d. o. o., Logatec	18
ISKRA MERILNE NAPRAVE, Kranj	77	SICK, d. o. o., Ljubljana	1
JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	27	TEHNOLOŠKI PARK Ljubljana	19
		TRC, d. o. o., Kranj	25
		ULBRICH HIDROAVTOMATIKA,	
		d. o. o., Vuzenica	29



Komponente

Sistemi

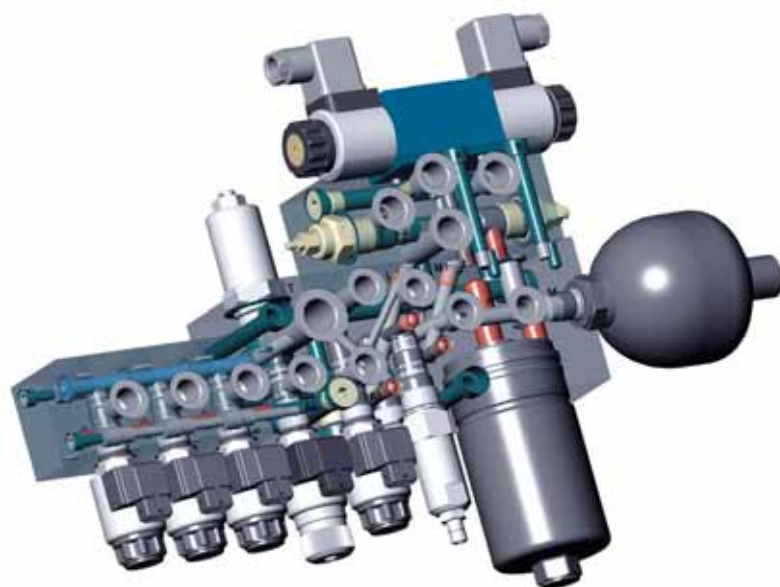
**Fluidni
inženiring
in servis**



NOVO !

Program Industrijski ventili
Program Industrijske črpalke
Program Hladilniki

HYDAC d.o.o.
Zagrebška c. 20
2000 Maribor
Tel.: +386 2 460 15 20
Fax: +386 2 460 15 22
Email: info@hydac.si
www.hydac.com



An iceberg floating in the ocean under a blue sky. The visible tip of the iceberg is small and jagged, while the submerged part is much larger and more complex, illustrating the concept of hidden costs.

FESTO

Znižajte stroške!

Z vgrajenimi podsistemi Festo dokumentirate,
preverite in znižate tudi nevidne stroške, ki
nastajajo pri razvoju, načrtovanju in pri delovanju.

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