



OPL

FESTO

PH
POCLAIN HYDRAULICS
POCLAIN Driving Values for the Future

OLMA
LUBRICANTS

Parker

NORGREN

SICK
Sensor Intelligence.

MIEL **OMRON**
DISTRIBUTOR
Elementi in sistemi za industrijsko avtomatizacijo

MAPRO
HYDRAULIC MOVEMENT

FANUC

VISTA
HIDRAVLIKA

IAM
international trade fair of
automation & mechatronic
SLOVENIA

- Dnevi strojništva
- Konferenca MIT SLIM
- Predstavitev
- Ventil na obisku
- Neporušitveno preizkušanje
- Modeliranje in identifikacija sistemov
- Akustika – Hrup
- Iz prakse za prakso
- Podjetja predstavljajo



Rexroth
Bosch Group

Zastopstvo



Clean
Room

Ergonomija
Vitka proizvodnja
Fleksibilna avtomatizacija

E L E K T R O N S K E R E Š I T V E

SMARTDRIVE™

*Za hidrostatični pogon, ki opravlja
natančno tisto, kar zahtevate...*

KRMILNA PALICA



ARMATURNNA PLOŠČA

- smer
- vožnja/delo
- način dela/hitrost motorja
- parkirna zavora
- krmiljenje vožnje
- nadzor spodrsavanja

KRMILNIK
SD Premier



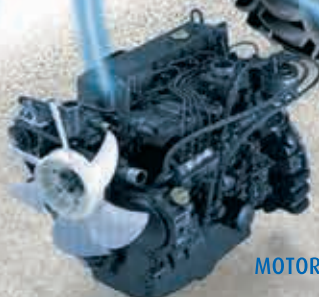
PROTIZDRSNI VENTIL



ZAVORNI VENTIL
- zaznavalo tlaka



MOTOR



- TANDEM ČRPALKA
z SA krmiljem
- krmiljenje iztisnine
 - potenciometer povratne zveze
 - zaznavalo hitrosti
 - zaznavalo omejevalnika moči

PROTIZDRSNI
VENTIL



ZAZNAVALO
HITROSTI

SPREMINJANJE
HITROSTI



**ELEKTRONSKE REŠITVE KRMILJENJA
HIDROSTATIČNEGA PRENOSA IN
SISTEMA PROTI SPODRSAVANJU**

Impresum	417	■ DNEVI STROJNIŠTVA	
Beseda uredništva	417	<i>Janez TUŠEK</i> : Četrty dnevi strojništva v Tehniškem muzeju v Bistri pri Vrhniki	418
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	432	■ KONFERENCA MIT SLIM	
■ NOVICE – ZANIMIVOSTI	442	<i>Davorin KRAMAR, Joško VALENTINČIČ, Marko JERMAN, Izidor SABOTIN, Teja JUVAN</i> : Mednarodna konferenca Management of Innovative Technologies & Sustainable Life in Manufacturing 2013	424
Seznam oglaševalcev	502	■ PREDSTAVITEV	
Znanstvene in strokovne prireditve	450	<i>Leon KOS</i> : PRACE jesenska šola industrijskih simulacij na superračunalnikih	428

Naslovna stran:

OPL Avtomatizacija, d. o. o. BOSCH Automation Koncesionar za Slovenijo IOC Trzin, Dobrave 2 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)1 560 22 40 Fax: + (0)1 562 12 50	SICK, d. o. o. Cesta dveh cesarjev 403 0000 Maribor Tel.: + (0)1 47 69 990 Fax: + (0)1 47 69 946 e-mail: office@sick.si www.sick.si
FESTO, d. o. o. IOC Trzin, Blatnica 8 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)1 530 21 10 Fax: + (0)1 530 21 25	MIEL Elektronika, d. o. o. Efenkova cesta 61, 3320 Velenje Tel.: +386 3 898 57 50 Fax: +386 3 898 57 60 www.miel.si www.omron-automation.com
OLMA, d. d., Ljubljana Poljska pot 2, 1000 Ljubljana Tel.: + (0)1 58 73 600 Fax: + (0)1 54 63 200 e-mail: komerciala@olma.si	MAPRO d.o.o. Industrijska ulica 12, 4226 Žiri Tel.: 04 510 50 90 Faks: 04 510 50 91 www.mapro.si
Poclain Hydraulics, d.o.o. Industrijska ulica 2, 4226 Žiri Tel.: +386 (04) 51 59 100 Fax: +386 (04) 51 59 122 e-mail: info-slovenia@poclain-hydraulics.com internet: www.poclain-hydraulics.com	FANUC Robotics Czech s.r.o. U. Pekarky 1A/484 180 00 Praha – Liberi, CZECH REPUBLIC Tel.: +420 23 40 72 900 Fax: +420 23 40 72 910 www.fanucrobotics.si
Parker Hannifin Ges.m.b.H. Wiener Neustadt, Avstrija – Podružnica v Sloveniji Tel.: +386 (07) 337 66 50, Fax: +386 (07) 337 66 51, e-mail: HYPERLINK parker.slovenia@parker.com, parker.slovenia@parker.com, www.parker.si	VISTA Hidravlika, d. o. o. Kosovelova ulica 14, 4226 Žiri Tel.: 04 5050 600 Faks: 04 5191 900 www.vista-hidravlika.si
IMI INTERNATIONAL, d. o. o. (P.E.) NORGREN HERION Alpska cesta 37B 4248 Lesce Tel.: + (0)4 531 75 50 Fax: + (0)4 531 75 55	ICM d.o.o. Trnoveljska cesta 56 SI - 3000 Celje Tel.: +386 (0)41 668 222 Fax: +386 (0)3 620 07 02 http: www.icm.si

■ VENTIL NA OBISKU

Cinkarna Celje - Poslovna enota Polimeri

■ NEPORUŠITVENO PREIZKUŠANJE

Dragan KUSIČ, Aleš HANČIČ, Rajko SVEČKO, Tomaž KEK, Janez GRUM: Acoustic Emission Investigation of Cracks on Engraving Tool Steel Inserts

■ MODELIRANJE – IDENTIFIKACIJA SISTEMOV

Lingjun LI, Thomas THURNER: Accurate Modeling and Identification of Servo-Hydraulic Cylinder Systems in Multi-Axial Test Applications

■ AKUSTIKA – HRUP

Mirko ČUDINA: Kakšne bodo posledice nove Uredbe o hrupu na zdravje ljudi v Republiki Sloveniji – 2. del

■ IZ PRAKSE ZA PRAKSO

Boštjan GREGORC: Obremenjevanje in vzdrževanje industrijskih olj v hidroelektrarnah

Branko ŠIMAC, Matej TOMŠIČ: Centralno mazanje – enolinijski sistem

■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Pulzni ventil VZWE (*FESTO*)
Proportionalni tlačni ventil VPPX (*FESTO*)
Chainflex® M kabli (*HENNLICH*)

■ NOVOSTI NA TRGU

Omronov ozki temperaturni regulator E5DC (*MIEL Elektronika*)
Visokozmogljivi elektromehanski linearni pogoni Parker ORIGA HMR (*PARKER HANNIFIN*)

■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO

Hellina LED tehnologija v avtomobilih, na ulicah in v industriji (*HELLA SATURNUS*)

Inovativni cevni spoji z vizualno identifikacijo montaže – Parker EO-3® (*PARKER HANNIFIN*)

■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA

27. prodajna razstava tujih knjig – Frankfurt po Frankfurtu v Ljubljani

VENTIL
REVISTA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO
ISSN 1518-7281 DECEMBER 19/2013

- Dnevi strojništva
- Konferenca MIT SLIM
- Predstavitev
- Ventil na obisku
- Neporušitveno preizkušanje
- Modeliranje in identifikacija sistemov
- Akustika – Hrup
- Iz prakse za prakso
- Podjetja predstavljajo

OPL
FESTO
PH
OLMA
Parker
NORGREN
SICK
MIEL
MAPRO
FANUC
VISTA
ICM

Ergonomija
Vitka proizvodnja
Fleksibilna avtomatizacija

USTVARJENI, DA ZABLESTIJO V VAŠI PROIZVODNJI



Industrijski roboti in komponente za avtomatizacijo japonskega podjetja YASKAWA so **natančni, hitri in zanesljivi**. Z njimi bodo vaši delovni procesi potekali tekoče in brez napak.

Povečajte produktivnost. Zmanjšajte napake. Prihranite čas.

© Ventil 19 (2013) 6. Tiskano v Sloveniji.
Vse pravice pridržane.
© Ventil 19 (2013) 6. Printed in Slovenia.
All rights reserved.

Impresum

Internet:
<http://www.revija-ventil.si>

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

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

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

Letnik	19	Volume
Letnica	2013	Year
Številka	6	Number

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

Ustanovitelj:
SDFT in GZS – ZKI-FT

Izdajatelj:
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Glavni in odgovorni urednik:
prof. dr. Janez TUŠEK

Pomočnik urednika:
mag. Anton STUŠEK

Tehnični urednik:
Roman PUTRIH

Znanstven-strokovni svet:
izr. prof. dr. Maja ATANASIJEVIČ-KUNC, FE Ljubljana
izr. prof. dr. Ivan BAJSIČ, FS Ljubljana
doc. dr. Andrej BOMBAČ, FS Ljubljana
prof. dr. Peter BUTALA, FS Ljubljana
prof. dr. Alexander CZINKI, Fachhochschule Aschaffenburg,
ZR Nemčija
doc. dr. Edvard DETIČEK, FS Maribor, gospod ima sicer
zdravstvene težave
prof. dr. Janez DIACI, FS Ljubljana
prof. dr. Jože DUHOVNIK, FS Ljubljana
izr. prof. dr. Niko HERAKOVIČ, FS Ljubljana
mag. Franc JEROMEN, GZS – ZKI-FT, je upokojen
izr. prof. dr. Roman KAMNIK, FE Ljubljana
prof. dr. Peter KOPACEK, TU Dunaj, Avstrija
mag. Milan KOPAC, POCLAIN HYDRAULICS, Žiri
izr. prof. dr. Darko LOVREC, FS Maribor
izr. prof. dr. Santiago T. PUENTE MENDEZ, University of
Alicante, Španija
doc. dr. Franc MAJDIČ, FS Ljubljana
prof. dr. Hubertus MURRENHOF, RWTH Aachen, ZR Nemčija
prof. dr. Gojko NIKOLIĆ, Univerza v Zagrebu, Hrvaška
izr. prof. dr. Dragica NOE, FS Ljubljana
dr. Jože PEZDIRNIK, FS Ljubljana
Martin PIVK, univ. dipl. inž., Sola za strojništvo, Škofja Loka
prof. dr. Alojz SLUGA, FS Ljubljana
prof. dr. Brane ŠIROK, FS Ljubljana
izr. prof. dr. Željko SITUM, Fakultet strojarstva i brodogradnje
Zagreb, Hrvaška
prof. dr. Janez TUŠEK, FS Ljubljana
prof. dr. Hironao YAMADA, Gifu University, Japonska

Oblikovanje naslovnice:
Miloš NAROBÉ

Oblikovanje oglašev:
Narobe Studio, d.o.o., Ljubljana

Lektoriranje:
Marjeta HUMAR, prof., dr. Paul McGuinness

Računalniška obdelava in grafična priprava za tisk:
grafex agencija | tiskarna d.o.o., Izlake

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

Marketing in distribucija:
Roman PUTRIH

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

Naklada:
1500 izvodov

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

Revijo sofinancira Javna agencija za raziskovalno
dejavnost Republike Slovenije (ARRS).

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
9,5-odstotni davek na dodano vrednost.

Ali se sodni zaostanki inženirjev ne tikajo?



Prav pogosto se v uvodnikih v politiko ne vtikam. Če pa že, me kolegi hitro opozorijo, naj tega ne počnem, in se, če se le da, tega tudi držim. Če pa pride v javnost zanesljiva informacija, da imamo na številno prebivalcev v Sloveniji kar štirikrat več sodnikov kot v Italiji, skoraj trikrat več kot v Avstriji in drugih evropskih državah in da naši tožilci v enakem obdobju napišejo štirikrat manj sodnih spisov kot njihovi kolegi v Avstriji, potem sem prepričan, da mora vsak zaveden, odgovoren in lojalen državljani te države odreagirati po svojih

najboljših močeh. To je sicer naloga v prvi vrsti politikov, zatem novinarjev in urednikov političnih ter tudi poljudnih časopisov, a kljub temu menim, da tudi tehniki in inženirji ob takšnih diskrepancah ne moremo in ne smemo ostati popolnoma mirni.

Poleg tega je znan tudi podatek, da imamo na sodiščih najdaljše zaostanke od vseh evropskih držav in da smo zaradi njih kar pogostokrat denarno kaznovani od odgovornih institucij iz Bruslja in tudi od evropskega sodišča v Strasbourgu. Te kazni pa se vrtijo do vrednosti več deset tisoč evrov. Ta kazen pa v materialnem smislu še nikoli ni doletela posameznega sodnika ali več sodnikov, ki ne delajo, ampak nas vse državljane. Poleg sodnih zaostankov, ki so eden ključnih problemov v našem pravosodju, javnost v zadnjem času dodatno razburjajo nekatere domnevno sporne sodne odločitve. Nezaupanje državljanov v pravosodje pa povečujejo tudi nenehni spori med predstavniki izvršilne veje oblasti in pravosodnimi funkcionarji.

In če vemo, da je bil avstrijski evropski poslanec, ki je pred dvema letoma v Evropskem parlamentu naredil enak prekršek kot slovenski evropski poslanec, že letos januarja obsojen na štiri leta zaporne kazni, naš pa je bil šele letos oktobra predan v proceduro sojenja, potem je z našimi sodišči in sodniki res kar precej narobe.

Mislim, da to ni politika, ampak zloraba in izkoriščanje človeka po človeku, bi rekli pred štiridesetimi leti, vseh tistih v industriji in v javnem sektorju, ki pošteno in odgovorno delamo.

Ko sem izvedel za vse navedene informacije, se mi je v glavi porodilo kar nekaj vprašanj. Kaj bi se zgodilo s tovarno avtomobilov Revoz v Novem mestu, če bi njihovi zaposleni naredili na zaposlenega štirikrat manj avtomobilov kot njihovi kolegi v Franciji ali drugih avtomobilskih tovarnah po svetu? Kaj bi se zgodilo s podjetjem Lth Škofja Loka, če bi zaposleni naredili štirikrat manj ultkov iz aluminija kot zaposleni v drugih livarnah v Evropi, ali pa kaj bi se zgodilo z vzgojiteljicami ali učitelji, če bi v skupinah imeli štirikrat manj otrok. Podobno vprašanje velja za vse zaposlene. Vprašanje pa je, koliko takšnih »poklicev« imamo še v javnem sektorju.

Sodniki in tožilci se za vse izgovarjajo na sistem, da je v tujini drugače, da spore rešujejo tudi druge institucije, na drugačne načine kot pri nas in podobno. Toda zakaj se to ne spremeni? Spomnimo se strokovnega pravnega ocenjevalca iz Nemčije, ki je pred desetletjem obiskal naša sodišča, ocenil njihovo delo in učinkovitost. Glavna ugotovitev tega ocenjevalca je bila, da naši sodniki gledajo samo na svojo plačo in na svoje privilegije. Zakaj smo tehniki in inženirji, ki smo v zadnjem stoletju ogromno prispevali k produktivnosti, k razvoju novih produktov in novih ter izboljšanih storitev, k poenostavitvam v proizvodnji in to še vedno počnemo, pri vsem tem tiho in še naprej zavzeto in tiho delamo?

Vedeti moramo, da pri nedelu sodnikov in tožilcev ne trpi samo posamezna fizična ali pravna oseba. ampak pogosto celotna podjetja, posredno zaposleni in tudi celotna država.

Slovenski inženirji in naravoslovci se lahko na vseh področjih primerjamo s tujino, s tujimi podjetji, s tujimi univerzami in s tujimi znanstvenimi ustanovami. To pomeni, da smo dovolj produktivni in da delamo za nižje prejemke kot nekateri drugi. Zavedati se moramo, da nedelo nekaterih pomembnih subjektov v javnem sektorju pomeni nižji standard za vse državljane in več dela za tiste, ki delajo v realnem sektorju.

Janez Tušek

Četrty dnevi strojništva v Tehniškem muzeju v Bistri pri Vrhniki

Janez TUŠEK

■ 1 Uvod

V dneh od 24. do 30. septembra je v Tehniškem muzeju v Bistri pri Vrhniki potekala četrta prireditev z naslovom: Dnevi strojništva. Namen prireditve je bil enak kot vsa leta nazaj, in sicer občinstvu in predvsem šolajoči se mladini z muzejskimi zbirkami prikazati zgodovino strojništva in z delavnicami, ki jih je pripravila, organizirala in izvajala Fakulteta za strojništvo iz Ljubljane, osvetliti pomen strojništva v današnjem času.

Prireditev je organiziralo osebje muzeja skupaj z vodstvom Fakultete za strojništvo iz Ljubljane.

Vsem, ki smo na tak ali drugačen način povezani s strojništvom, se zdi takšna prireditev zelo posrečena in koristna. Edino vprašanje za v bodoče je, kako na takšno prireditev privabiti več srednješolcev, gimnazijcev in tudi osnovnošolcev skupaj s pedagogi. Samo zavzetost učiteljev v primarnem in sekundarnem izobraževanju lahko prinese uspeh. To pa je, da bi se mladi pogostejše odločali za vpis v srednje tehnične šole in kasneje na tehnične in naravoslovne fakultete. Le tehnično informirani in v tehniko prepričani učitelji lahko mladino navdušijo za študij tehnike ali naravoslovja. Strah pa nas je, da se bo v bodoče nadaljevalo, kar se v sedanjosti pogosto dogaja, da pedagogi, zadržani za tehniko v osnovnem in srednješkem izobraževanju, mladine za tehniko ne navdušijo.

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



Pogled na Tehniški muzej v Bistri

■ 2 Dnevi strojništva

Strojništvo kot veda, znanost in študij ali celo način življenja je bilo prvič predstavljeno javnosti v taki obliki v Tehničnem muzeju v Bistri pred tremi leti. Do sedaj smo strojništvo v večini primerov predstavljali kot študij na univerzi, in to predvsem srednješkolskim dijakom, njihovim učiteljem in staršem. Prireditev v Bistri pa je namenjena predvsem predstavitvi študentskih strojniških izdelkov in projektov, ki so nastali v sklopu študijskega procesa za potrebe reševanja tehničnih problemov v industriji in udeležbe pedagogov, raziskovalcev in študentov na mednarodnih univerzitetnih in drugih tekmovanjih ter raznih kongresih, konferencah in podobnih družinjah v tujini.

Inženirji strojništva pretvarjajo ideje v tehnične rešitve in z njimi soustvarjajo sodobno resničnost. Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani je ena izmed najboljših vi-

sokošolskih raziskovalnih ustanov v Sloveniji. Izobražuje inženirje, ki so kos najzahtevnejšim izzivom prihodnosti, snovalci inženirskih rešitev, ki se odražajo v prodoru slovenske industrije na svetovna tržišča. So iskani in lahko zaposljivi doma in v tujini. Prireditev je namenjena predstavitvi študentskih izdelkov in projektov, ki so nastali v sklopu študijskega procesa ter za potrebe udeležbe na univerzitetnih tekmovanjih. Obiskovalcem naj približa in popularizira strojništvo kot vedo, ki se ukvarja s temeljnimi in predvsem uporabnimi vidiki človeškega okolja. Vsi predstavljeni projekti so rezultat uspešnega sodelovanja med študenti in profesorji, ki s svojimi dosežki na mednarodnih tekmovanjih prispevajo k večji prepoznavnosti slovenskih tehničnih inovacij.

Strojništvo je izziv, ki ponuja veliko možnosti za udejstvovanje in priložnosti za izdelavo kreativnih rešitev. Vabimo vas, da se na Dnevni strojništva o tem tudi sami prepričate.



Vodstvo Fakultete za strojništvo Ljubljana ob obisku v Bistri

Ob odprtju Dnevov strojništva 24. 09. v Muzeju Bistra je zbrane nagovoril predstavnik muzeja. Podal je nekaj osnovnih podatkov o muzeju in prireditvi. Spregovoril je tudi dekan Fakultete za strojništvo prof. dr. Brane Širok, ki je v nagovoru poudaril, da je Fakulteta za strojništvo razvojnoraziskovalna in izobraževalna ustanova, ki uspešno izobražuje inženirje za našo in tudi tujo industrijo. Poudaril je zelo preprosto dejstvo, da je strojništvo veda, ki človeku pomaga izkoriščati naravo in vse procese v njej. Strojništvo je izziv, ki ponuja velike možnosti za udejstvovanje, delovanje in za izdelavo kreativnih rešitev. Poudaril je, da mora strojništvo skrbeti za okolje, zato se mora vsak pri vsaki novi ideji vprašati tudi o posledicah, ki bi jih uresničitev ideje imela za ljudi, okolje in prostor, v katerem živimo.

Obiskovalcem Dnevov strojništva, učencem osnovnih šol, dijakom srednjih šol in študentom ter drugim obiskovalcem so bile na voljo številne zanimive delavnice, prikazane so bile naprave in drugi produkti ter tudi nekateri procesi študentov Fakultete za strojništvo iz Ljubljane, s katerimi raziskujemo in jih uporabljamo pri reševanju tehničnih problemov v industriji.

Dogodki oziroma delavnice, ki so potekali v sklopu Dnevov strojništva

Biodinamični testirni sistem za merjenje vnosa vibracij v roko.

Pri delu z ročnim orodjem (npr. z motorno žago, električno vrtalko, brusilko itn.) je roka močno obremenjena z vibracijami. Za razvoj ustreznega zaščitnega sredstva so v laboratoriju za dinamiko strojev in konstrukcij (LADISK) izdelali posebno merilno napravo, ki omogoča raziskave vnosa vibracij v roko. Naprava meri sile in pospeške z zaznavali, ki se nahajajo znotraj posebnega ročaja, vzbujanje pa se simulira s pomočjo elektrodinamičnega stresalnika. Obiskovalci so lahko ob pomoči demonstratorja tudi sami preizkusili učinke vibracij na roko.

Infrardeča termografija. Na primerih analiz hitrih procesov je bila predstavljena uporaba hitrotekoče kamere v vidnem in infrardečem spektru. Pri raziskovalnem delu na področju prenosa toplote in snovi se uporabljajo hitrotekoče kamere v vidnem in infrardečem spektru za analizo procesov pri vrenju tekočin v mikrokanalih in na tankih grelnih folijah. Premeri mikrokanalov in debeline grelnih folij so krepko manjši od debeline človeškega lasu, kar botruje zanimivim in presenetljivim procesom pri vrenju.

Virtualni simulator varjenja. Razvoj simulatorjev varjenja so pospešili pozitivni učinki igranja računalniških igril kirurgov pripravnikov.

Raziskave so pokazale, da igrice (npr. Marble Mania), ki zahtevajo natančno gibanje rok, omogočajo hitrejše učenje gibanja rok na simulatorju kirurških operacij in s tem boljšo pripravo na operacije. Potrebe po virtualnem varjenju so se pojavile zaradi zniževanja stroškov usposabljanja varilcev, pomanjkanja varilnega osebja ter učenja specialnih vrst varjenja. Stroški porabe varjencev, dodatnega materiala, zaščitnih plinov in energije predstavljajo velik del stroškov usposabljanja varilcev. Če gre za usposabljanje varjenja dražjih materialov, kot so titan in nikljeve zlitine, so stroški še višji. Z uporabo virtualnih simulatorjev varjenja jih lahko zmanjšamo vsaj za približno 80 %, pri čemer se izognemo nevarnosti dimnih plinov ali opeklin zaradi vročih varjencev. Prednost učenja na virtualnih simulatorjih je tudi takojšnji prikaz napačnega položaja gorilnika, oddaljenosti ali hitrosti varjenja, kar omogoča hitro učenje na osnovi analize in popravljanja napak. Z uporabo virtualnih simulatorjev smo postopek spajanja in poklic varilca približali mlajšim generacijam, ki jim igranje računalniških igril ni tuje. Naprava ponuja simulacijo ročnega obločnega varjenja, varjenja TIG ter varjenja MIG/MAG, nadgrajena pa je s simulacijami varjenja različnih materialov, vključno s titanom.

Sistem za lasersko merjenje in izdelavo zahtevnih tridimenzionalnih oblik LASMIL.

Sistem za lasersko merjenje in izdelavo zahtevnih tridimenzionalnih oblik sestavljajo brezdotični merilni sistem, namizni, računalniško krmiljeni (CNC) frezalno-gravirni stroj in procesni krmilnik z ustrezno programsko opremo ter uporabniškim vmesnikom. Merilni sistem, ki deluje na načelu laserske triangulacije, sestavljata laserski projektor in kamera. Linijski laserski projektor osvetli površino fizičnega objekta s tako imenovano svetlobno ravnino. Kamera zajame sliko osvetljene površine, z obdelavo slike pa se izračunajo tridimenzionalne koordinate točk profila površine merjenca. S pomikanjem laserskega snopa prek celotne površine merjenca se zajame množica profilov,



Virtualno varjenje ne povzroča brizganja in dima in je lahko velik pripomoček za izučitev dobrega varilca

iz katerih se izračunajo koordinate točk površine celotnega merjenca in razvije površinski 3D-model merjenca. Sledi izračun poti gibanja orodja za obdelavo s frezanjem in izdelava NC-programa za krmiljenje stroja, na osnovi katerega NC-stroj izdelava repliko merjenca. Sistem LASMIL je bil kot vabljen inovacija predstavljen na 4. Mednarodni razstavi raziskav in inovacij junija 2008 v Parizu in na 3. Slovenskem forumu inovacij oktobra 2008 v Ljubljani. Avtorjem je Gospodarska zbornica Slovenije podelila srebrno priznanje za inovacijo 2008.

Servohidravlični sistem in mehatronske komponente. Hidravlični sistem laboratorija LASIM uporabljajo pri vajah iz proporcionalne hidravlike. Glavna krmilna komponenta proporcionalnih hidravličnih pogonov in sistemov je proporcionalni ventil. Zvezno krmiljenje volumskega toka omogoča nadzor hitrosti, pospeškov/pojemkov in sile oz. momentov hidravličnih linearnih oz. rotacijskih pogonov. Servohidravlični sistem in mehatronske komponente predstavljajo hidravlični sistem rotacijskega motorja, ki poganja linearno enoto z gnezdom. Rotacijski motor je krmiljen preko proporcionalnega ventila, ki omogoča krmiljenje hitrosti in pospeškov v posameznih območjih poma gnezda linearne enote. Območja

zaznavamo z induktivnimi zaznavali, ki služijo kot povratna informacija za določitev ustreznega krmilnega signala proporcionalnemu ventilu.

Avtomatska diagnostika: Kako izluščiti skrito informacijo? Človek s čutili zaznava okolico. Za razliko od človeškega poteka strojno zaznavanje okolice prek različnih senzorjev (vibracije, sile, zvok, akustična emisija, slika), avtomatsko ugotavljanje stanja okolice pa temelji na računalniški obdelavi signalov, ki v zaznanem signalu izlušči informacijo o napaki v stanju okolice. Prikazan je bil primer sistema za avtomatsko industrijsko diagnostiko stanja kompresorja. Avtomatska diagnostika napak kompresorjev temelji na računalniški analizi signala vibracij med delovanjem kompresorja. Obiskovalci so spoznali osnovne elemente sistemov za avtomatsko diagnostiko in preizkusili delovanje diagnostičnega sistema.

Akustična emisija: Kako neslišno postane slišno? Material pod obremenitvijo lahko sprosti napetost s pokanjem, preoblikovanjem ali kakšno drugo spremembo, npr. spremembo kristalne strukture. Pri sproščanju napetosti nastaja zvok, kar imenujemo akustična emisija. Nastali zvok v nekaterih primerih lahko slišimo, največkrat pa ima višje frekvence (od 100 kHz do 1 MHz) in ga

imenujemo ultrazvok. Z merjenjem akustične emisije lahko spremljamo npr. nastanek razpok ali trganje vlaken in določimo mesto izvora akustične emisije – lego napake. Metoda se uporablja za neporušitveno preizkušanje in nadzor tlačnih posod, cevovodov, letalskih delov, zvarov, železobetonskih konstrukcij. Za razumevanje pojava akustične emisije (AE) sta bila obiskovalcem na voljo dva poskusa.

Uporaba mini SCARA robota in strojnega vida za izdelavo preproste igre. Mini SCARA robot je bil razvit v laboratoriju LASIM za prikaz osnov delovanja robotskih sistemov pri laboratorijskih vajah. Robot ima dve prostostni stopnji, kar mu omogoča premikanje v X-Y-ravnini. Videokamera, pritrjena na mini robota, omogoča analizo površine v delovnem območju robota in njegovi bližnji okolici. Analiza površine se opravi z naprednimi metodami analize posameznih slik, s katerimi lahko iščemo posamezne predmete, zaznavamo njihovo orientacijo in podobne informacije, ki nas zanimajo. Predstavljena je bila uporaba mini SCARA robota za igranje preproste interaktivne igre, kjer so obiskovalci robotsko roko s pomočjo igralne palice v najkrajšem času pripeljali od starta do cilja, ne da bi zašli z načrtane poti.

Kaotično nihalo in vodno kolo: Zakaj je težko napovedati vreme? Tako v naravi kot v tehniki se pogosto srečamo s kaotičnimi pojavi. Vzemimo na primer vreme na območju Alp. Gre za tipičen primer kaotičnega sistema, saj lahko zelo majhna sprememba v ozračju povzroči hiter in velik vremenski preobrat. Ta pojav je znan tudi kot »butterfly effect«, ki simbolično predstavlja občutljivost vremena na začetne pogoje. Mehanski analog za ponazoritev kaotičnosti in občutljivosti vremena na začetne pogoje je vodno kolo. Kolo se v odvisnosti od dotoka in odtoka vode ter začetnih pogojev lahko vrti v eno ali drugo smer ali pa se smeri in hitrost vrtenja navidez naključno izmenjavajo v eno in drugo smer. Za prikaz kaotičnosti in občutljivosti na začetne pogoje je bilo predstavljeno

vodno kolo in preprost eksperiment dvojnega nihala. Nihalo lahko poleg predvidljivega ponovljivega nihanja izkazuje zanimivo kaotično gibanje, ki je na trenutke povsem v nasprotju z našo intuicijo.

Akustična kamera. Zvok vedno potuje v ravni črti proč od zvočnega vira in ima enako hitrost širjenja ne glede na smer ali frekvenco. Ljudje lahko določimo smer, iz katere prihaja posamezen zvok, oziroma lahko pokažemo proti viru zvoka, ker imamo dve ušesi. Razdalja med virom zvoka in levim ušesom se razlikuje od razdalje med virom zvoka in desnim ušesom. Akustična kamera deluje na enakem načelu. Namesto ušes uporablja mikrofone in namesto možganov računalnik. Ljudje lahko določimo smer zvoka samo na grobo. Da bi lahko narisali akustično sliko, moramo z akustično kamero določiti smer, iz katere prihaja zvok, s precej večjo natančnostjo. Zato akustična kamera uporablja 32 mikrofонов in ne samo dva kot človek. Računalnik akustične kamere analizira zakasnitve signalov iz vseh mikrofонов. Algoritem nato obarva posamezne objekte na njihovi črno-beli fotografiji glede na raven zvoka, ki prihaja iz posameznega objekta. Višja kot je raven zvoka, intenzivneje se bo tisti objekt obarval. Končni rezultat je črno-bela fotografija, ki je na mestih, na katerih zvok najmočnejše seva, obarvana z rdečo barvo.

Mobilni roboti. Mobilni roboti so samodejno delujoči stroji, ki se lahko gibljejo v svojem okolju in pri tem opravljajo zadane naloge. Uveljavljajo se v industriji ter na področjih obrambe in varnosti. Srečamo jih tudi že v potrošniških izdelkih, namenjenih npr. zabavi, pa tudi opravljanju koristnih, a nepriljubljenih nalog, kot je na primer sesanje. Področje mobilne robotike je predmet intenzivnih raziskav in razvoja na univerzah po vsem svetu. Predstavljeni so bili mobilni roboti, ki so jih razvili študentje smeri mehatronika na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani in se uporabljajo predvsem v študijske in raziskovalne namene.

Hranilnik toplote. V hranilnik toplote shranimo toploto, proizvedeno s sprejemniki sončne energije (SSE) ali kotlom, v obliki povečane notranje energije za čas, ko jo potrebujemo. V primeru senzibilnih hranilnikov toplote imajo prednost hranilniki toplote s temperaturnim razslojevanjem, saj omogočajo učinkovitejše delovanje ogrevalnega sistema; v zgornjem delu hranilnika se sanitarna voda hitro segreje, nižja temperatura na dnu hranilnika pa omogoča, da čim več energije shranimo v hranilniku. Obiskovalcem je bilo s pomočjo infrardeče termografije prikazano načelo temperaturnega razslojevanja.

Nenewtonske tekočine in njihove aplikacije. Vse tekočine imajo lastnost, poznano kot viskoznost, ki opisuje, kako tekočina teče. Na primer: med je veliko bolj viskozen od vode. Tekočina, katere viskoznost je konstantna, se imenuje Newtonova tekočina. Oobleck je primer tekočine, katere viskoznost ni konstantna in se spreminja v odvisnosti od hitrosti obremenitve, ki so z njo v stiku. Če tako tekočino hitro pritisnete s prstom ali pestjo, postane zelo viskozna in posledično toga, zato "ostane na mestu". Če to tekočino previdno zlijemo, uporabimo majhne hitrosti obremenitve, bo tekla kot voda.

Menjalniki in zobniški prenosi. Laboratorij TINT je predstavil tri, za razstavo posebej prirejena gonila: (1) industrijski zobniški prenosnik z nespremenljivim prestavnim razmerjem, (2) avtomobilski štiristopenjski menjalnik z ročnim pretikanjem prestav in diferencial ter (3) avtomobilski avtomatski brezstopenjski (CVT) menjalnik. Prikazali smo načela delovanja, podobnosti in razlike ter prednosti in slabosti različnih izvedb prenosnikov moči.

Tribologija, mazanje in nanotehnologija. V laboratoriju TINT se ukvarjamo tudi z mazanjem, trenjem in obrabo ter načrtovanjem površin za zagotavljanje nizkega trenja in obrabe pri različnih pogojih delovanja mehanskih sistemov. V zadnjem desetletju se je za izboljšanje protibrabne

obstočnosti strojnih elementov zelo razširila uporaba naprednih materialov, npr. trdih protibrabnih prevlek z nizkim trenjem, lasersko obdelanih površin s prilagojeno topografijo, nanostrukturnih materialov itn. Veliko najnovejših znanstvenih raziskav v industriji poteka tudi na področju mazanja z manjšimi količinami maziva, mazanja z okolju prijaznimi mazivi, mazanja z uporabo nanodelcev itn. Zelo zanimivo je povsem novo področje, ki se tovrstnih problemov loteva na nanoravni, to je nanotribologija, ki probleme trenja in obrabe obravnava na nivoju molekularnih interakcij in na osnovi atomskih sil.

Kako izmeriti porabo goriva in izpuste onesnažil? Avtomobilski proizvajalci v tehničnih podatkih navajajo podatek o porabi goriva, izpustu CO₂ in drugih reguliranih onesnažil, ki obsegajo dušikove okside, ogljikov monoksid in ne-zgorele ogljikovodike. Te podatke pridobijo tako, da vozilo opremijo z merilno opremo za merjenje sestave izpušnih plinov, nato pa vozijo po predpisanem ciklu. Predstavljeno je bilo vozilo z nameščeno merilno opremo za merjenje onesnažil. Primerjali so sestavo izpušnih plinov starejšega vozila in sodobnega hibridnega vozila ter izpostavili prednosti sodobnih motorjev.

Kriogeno odrezavanje. V odrezovalnih procesih se splošno uporabljajo hladilno-mazalna sredstva na osnovi olj, čeprav so ta znana kot zdravju škodljiv in okoljsko sporen element proizvodnje. Kot alternativa z vidika trajnostnega razvoja je bil razvit inovativni sistem dovoda kriogenega medija v rezalno cono. S kontinuiranim dovodom utekočinjenega dušika pri temperaturi – 196 °C in 78-odstotni prisotnosti dušika v zraku, ki ga dihamo, predstavlja inovacija osnovo za doseganje čistega procesa odrezavanja brez uporabe okolju škodljivih emulzij, ob nižjih stroških ter hkratnem izboljšanju učinkovitosti procesa in končnih izdelkov.

Izdelava lesenega kolesa. Okviri koles so narejeni iz masivnega lesa, vezanih plošč in furnirjev najvišjega



Mladi si z zanimanjem ogledujejo razstavne prostore

kakovostnega razreda ter ojačani s kompozitnimi materiali (karbonska, steklena in aramidna vlakna). Za zaščito pred vremenskimi vplivi so prelakirani s kakovostnimi dvokomponentnimi poliuretanskimi laki in posebnimi epoksidnimi smolami. Skupna masa sestavljenega kolesa znaša malo čez 9 kg, kar je primerljivo s cestnimi kolesi. Za varnost poskrbijo vgrajena LED-svetila.

Mikroodrezavanje. Mikroodrezavanje (mikrofrezanje) se uporablja pri izdelavi izdelkov z dimenzijami od nekaj deset mikrometrov do nekaj milimetrov. Skaliranje procesa frezanja na mikroskalo predstavlja najekstremnejše obdelovalno okolje z vidika obremenitve orodja v primerjavi z drugimi mikromehanskimi izdelovalnimi procesi. Glavne razlike med makro- in mikroodrezavanjem z vidika analize procesa so ostrina rezalnega robu, hrapavost površine orodja in vpliv zrnivosti obdelovalnega materiala.

Robotska 5-osna obdelava. Frezanje z roboti predstavlja razmeroma novo in perspektivno smer večosnih mehanskih obdelav. Razvoj programske opreme je omogočil uporabo robotov tudi pri frezanju in ne le v avtomatizaciji proizvodnje. Tako se lahko roboti v praksi uporabljajo za odrezavanje najrazličnejših materialov, kot so poliuretanske pene, kompozitni materiali, les in kovine.

Uporaba robota za frezanje je še posebej zanimiva v branžah, v katerih sta potrebni velika prilagodljivost in odzivnost, zahteve po tolerancah izdelkov pa so nekoliko bolj ohlapne.

3D-tiskanje. Pri teh tehnologijah dobimo končni izdelek tako, da dodajamo plast za plastjo materiala. Najprej računalniški (CAD) model izdelka razrežemo na tanke plasti, nato stroj zgradi prvo plast izdelka, nato drugo plast in tako naprej, dokler ni zgrajen cel izdelek. Največja prednost tehnologij dodajanja je v tem, da lahko z njimi naredimo izdelek poljubnih oblik. V zadnjem času pa so tehnologije dodajanja materiala po plasteh napredovale do te mere, da lahko z njimi izdelujemo končne izdelke iz polimernih materialov in tudi iz kovine. Uporablja se več različnih principov dodajanja materiala po plasteh.

Daljinsko vodena brezpilotna letala. Predstavljena so bila štiri daljinsko vodena brezpilotna letala, ki so bila izdelana za študentsko tekmovanje Design/Build/Fly (Konstruiraj/Izdelaj/Leti), ki poteka vsako leto aprila v ZDA in ga organizirata podjetji Cessna Aircraft Company in Raytheon Missile Systems s podporo Ameriškega inštituta za aeronavtiko in astronautiko (AIAA). Prvo letalo EDA-100, ki je bilo zgrajeno za tekmovanje v šolskem letu 2008/09, je izdelano delno iz lesa in delno iz

kompozitnih materialov ter je doslej naše najuspešnejše letalo; z njim smo osvojili sedmo mesto med 54 ekipami. Drugo letalo EDA-2010, ki ima obliko letečega krila in je bilo zgrajeno za tekmovanje v šolskem letu 2009/10, je delno zgrajeno iz stiropora v kombinaciji z lesom in delno iz kompozitnih materialov. Tretje letalo EDA-2011 je bilo zgrajeno za tekmovanje v šolskem letu 2010/11. Trup je narejen iz ogljikovih vlaken v sendvič izvedbi, kar mu daje veliko trdnost pri majhni teži. Dosegli smo 14. mesto med 82 ekipami. Četrto letalo EDA-2012 je bilo zgrajeno za tekmovanje v šolskem letu 2011/12. To je naše prvo popolnoma kompozitno letalo, kjer sta trup in krilo narejena iz ogljikovih vlaken v sendvič izvedbi, kar daje trupu in krilom veliko trdnost pri majhni teži. Četrto letalo je avtonomno brezpilotno letalo, namenjeno snemanju in nadzoru iz zraka.

Tridimenzionalna fotografija.

Predstavljen je bil merilnik za tridimenzionalno merjenje oblike teles, ki je bil razvit v Laboratoriju za optodinamiko in lasersko tehniko. Zasnovan je kot dodatek, ki ga pritrdimo na digitalni zrcalno-refleksni fotoaparat. Potrebno je le še ustrezno nastaviti parametre fotoaparata in že lahko s slikanjem opravljamo 3D-merjenje. Slika se nato prenese v računalnik in obdela, tako da pridobimo poleg barve tudi informacijo o 3D-obliki telesa. Takšen merilnik je zlasti uporaben na področju medicine za merjenje delov telesa, kot so na primer rane, deformacije zaradi poškodb in podobno.

Kako izdelek trajno označiti? Lasersko!

Lasersko označevanje je proces, pri katerem površino izdelka označimo s spremembo barve ali reliefa. Označevalno orodje je laserski žarek, ki ima izredno veliko gostoto svetlobne moči. Ta se na površini izdelka pretvori v toploto, s katero se segrevajo, pretaljujejo ali celo odparavajo materiali, kot so les, umetne mase, kovine, steklo itn. Oznake so trajne in odporne na abrazijo, temperaturo ter kisline. Tovrstni postopek označevanja je eden najhitrejših in omogoča visoko produktivnost.

Merjenje zemeljskega magnetnega polja. Zemlja je velik magnet, orientiran približno v smeri osi nje-nega vrtenja. Gostoto magnetnih silnic oziroma, natančneje, jakost magnetnega polja lahko izmerimo s preprostim eksperimentom, ki je bil predstavljen na dnevih strojništva. Temelji na dejstvu, da sta magnetizem in elektrika povezana in tesno prepletena pojava. Eksperiment tako vsebuje električno tuljavo, ki jo vrtimo v zemeljskem magnetnem polju. Ker poznamo hitrost vrtenja tuljave, število njenih ovojev in inducirano napetost, lahko ugotovimo smer in jakost magnetnega polja.

Pregledovanje mikrostruktur po različnih izdelovalnih tehnologijah. Mikrostruktura je notranja struktura kovin (in nekovin). Za pregledovanje mikrostrukture je potrebno iz kovinskega izdelka izrezati vzorec. Izrezana površina se potem spolira in jedka z razredčeno kislino. Ta proces nam odkrije mikrostrukturo, ki jo opazujemo z mikroskopom pri različnih povečavah. Predstavljen je bil sistem za optično opazovanje mikrostrukture do povečave 1000-krat.

Simulator zdrsav avtomobilskih koles. Če želimo preveriti voznikove sposobnosti v primeru spolzkih podlag, lahko to storimo bodisi na posebnih voznih poligonih, kjer lahko spreminjamo oprijem koles s cestiščem s polivanjem vozne površine ali s posebej prigradenim okvirom na vozilu, ki s pomočjo hidravličnih valjev zmanjšuje pritisk kolesa na podlago in s tem njegov oprijem. Predstavljeno je bilo vozilo, pri katerem je z okvirom na vrtljivih kolesih mogoče natančno regulirati kolesne pritiske vozil in s tem simulirati učinkovite spolzke podlage za poljubno kolo

vozila. Simulator zdrsav je elektronsko krmiljen in popolnoma funkcionalen.

Momentni ključ. Momentni ključ omogoča kontrolirano zategovanje vijaka za zagotavljanje funkcije vijačne zveze in njene nosilnosti. Predstavljen je elektronsko podprt eksperiment za zategovanje vijaka M16 z momentnim ključem. S pomočjo zaznavala sile se meri ustvarjena sila v vijaku, ki je neposredna posledica navora, s katerim je vijak prednapet.

Optimizacija toka materiala na poti k vitkosti podjetja. Notranja logistika podjetja ali tok materiala od vhodnega skladišča preko proizvodnih delovnih mest do končnega skladišča predstavlja pomemben element, ki vpliva na vitkost podjetja. Slikovno je bila prikazana 3D-razmestitev delovnih mest, za katero je bilo potrebno izvesti optimiziranje toka materiala. Z novo optimalno razmestitvijo delovnih mest se je materialni tok v tem primeru skrajšal za 30 % oziroma 10 kilometrov na transportirano enoto. To letno lahko pomeni milijonske prihranke že pri samem notranjem transportu.

Vodna hidravlična naprava LPKH. Z letošnjim demonstracijskim eksperimentom iz Laboratorija za pogonsko-krmilno hidravliko (LPKH) je bilo dokazano, da je mogoče za hidravlično kapljevino uporabiti vodo brez dodatkov. Predstavljena je bila nova hidravlična naprava, ki smo jo zasnovali in izdelali v laboratoriju. Vodno-hidravlična naprava je sestavljena iz visokotlačne vodne črpalke (patentirano), vodnega 4/3-potnega ventila (patentirano), vodnega hidravličnega akumulatorja (atesti-

ran), vodnega hidravličnega valja in ostalih potrebnih sestavin. Pri hidravlični napravi smo za hidravlično kapljevino uporabili vodo iz pipe.

Prikaz delovanja novega hidravličnega rotatorja MODULARIS DRIVE. Hidravlični rotator je pogosto uporabljena sestavina predvsem v mobilni hidravliki. Uporablja se za obračanje in kotno pozicioniranje bremen oziroma polizdelkov. Njegova naloga je poleg osnovne rotacije orodja (največkrat vpenjalnih klešč) še napajanje rotirajočega orodja s hidravlično kapljevino in aksialno nošenje bremen.

Na dnevih strojništva se je predstavila tudi **revija Ventil**, ki je prvenstveno namenjena pisanju o fluidni tehniki, avtomatizaciji in mehatroniki. V praksi pa revija pokriva praktično celotno strojništvo in v svojih prispevkih poroča o raziskovalnem in strokovnem ter pedagoškem delu Fakultete za strojništvo in zunanjih sodelavcev.

■ 3 Ugotovitve

Prireditve je uspela, kot smo pričakovali. Izbrana lokacija je zelo dobra. Zelo pomembno je, da je vreme lepo in toplo, da si obiskovalci ogledajo prireditve in sam muzej, se sprehodijo v čudoviti okolici, da spoznajo razsežnost celotnega kompleksa Tehniškega muzeja Bistra in predvsem spoznajo, da je tehnična kultura na Slovenskem bogata, dolga in zelo raznovrstna. Vsekakor bi morali nadaljevati s promocijo tehnike, strojništva in tudi naravoslovja. Prireditve je postala tradicionalna, kar je zelo dobro. Vedno pa je odprto vprašanje: kako jo promovirati in nanjo privabiti še več ljudi.



Mednarodna konferenca Management of Innovative Technologies & Sustainable Life in Manufacturing 2013

Davorin KRAMAR, Joško VALENTINČIČ, Marko JERMAN, Izidor SABOTIN, Teja JUVAN

■ 1 Uvod

Mednarodna konferenca na temo inovativnosti in trajnostnega razvoja tehnologij je zadnji teden v septembru potekala na slovenski obali, natančneje v Fiesi (<http://lab.fs.uni-lj.si/lat/uploads/mit-slim2013>). V ta namen sta bili združeni dve konferenci, in sicer 12. mednarodna konferenca z naslovom *Management of Innovative Technologies* in 4. mednarodna konferenca z naslovom *Sustainable Life in Manufacturing*. Glede na položaj svetovnega gospodarstva je sklop obeh tematik skrajno posrečen, saj lahko le inovativnost pri reševanju aktualnih problematik da nove paradigme za zagotavljanje trajnostnega razvoja celotne družbe.

Prejšnja konferenca *MIT&SLIM2011* je bila v znamenju aktualnega ekonomskega dogajanja v svetu, ki ga lahko povzamemo s (pre)veliko gospodarsko rastjo in posledičnim kolapsom. Vodilne tematike preteklih konferenc so se dotikale raziskovanja tehnoloških inovacij in menedžmenta tehnologij z multidisciplinarnih perspektiv. Predvsem poudarek na multidisciplinarnosti predstavlja edinstven do-

prinos preteklih enajstih konferenc – združevanje akademske sfere in strokovnjakov z različnih področij z namenom izmenjave idej, znanj in izkušenj, ki lahko pomembno vplivajo na potek interdisciplinarnih raziskav in spodbujajo inovacije v praksi.

Tematike človeškega dejavnika, »tehnofije« (modre uporabe tehnologije) in trajnostnega vidika predstavljajo poglobljena interesna področja večine udeležencev konference. V času nadaljevanja gospodarske recesije, finančnih in okolj-

skih izzivov so omenjene tematike konference *MIT&SLIM* še posebej pomembne in aktualne.

S čudovito kuliso slovenske obale, bližnjima mejama s Hrvaško in Italijo ter znotraj z avtom dostopnih razdalj do drugih evropskih držav predstavlja domovanje konference stično točko, kjer se srečajo različne kulture. Podobno kulturni raznolikosti udeležencev program konference zajema področja različnih disciplin, interesov in perspektiv. Cilj konference je ustvariti ideje in smer-



Slika 1. Tematski govornik Paul Levy na konferenci MIT&SLIM 2013 (foto: N. Matjaž)

Doc. dr. Davorin Kramar, univ. dipl. inž., doc. dr. Joško Valentinčič, univ. dipl. inž., Marko Jerman, univ. dipl. inž., dr. Izidor Sabotin, univ. dipl. inž., Teja Juvan, dipl. eur. štud., vsi Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

nice, ki lahko pripomorejo k izhodu iz ekonomske krize v industrijskem in ekonomskem sektorju ter lokalni in širši skupnosti nasploh.

Glavne teme konference so bile:

- kreativno razmišljanje, inovativnost, optimizacija, menedžment in marketing,
- trajnostna proizvodnja,
- mikrotehnologije.

Konferenca je bila organizirana pod znanstvenim pokroviteljstvom prof. dr. Mihaela Junkarja (LAT – Laboratorij za alternativne tehnologije) in prof. dr. Janeza Kopača (LABOD – Laboratorij za odrezavanje) s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani, Paula Levyja z Univerze v Brightonu in doc. dr. Oguza Çolaka z Univerze

■ 2 Tematski govorniki

Temeljne smernice konference so postavili štirje tematski govorniki, in sicer Paul Levy, Elvis Halilović, Friedrich Bleicher in Joel Rech.

Paul Levy je govoril o pomembnosti upoštevanja časovnega kontinuuma »preteklost, sedanjost in prihodnost« kot enega temeljnih konceptov za nastanek in uveljavitev inovacije na trgu. Pri tem se pogosto zanemarija aspekt preteklosti pri odločitvah za prihodnost. To velikokrat povzroči tipične napake in pomanjkljivosti, s katerimi se soočimo šele v prihodnosti, vendar bi se jim lahko izognili z doslednim poznavanjem preteklosti, ki nas je

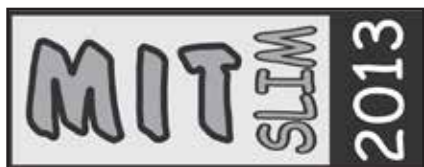
Pričakovani znesek za ustanovitev podjetja in začetek proizvodnje je bil 10.000 evrov. V enem mesecu je za svoj proizvod uspel navdušiti preko 1000 ljudi po vsem svetu in zbrati preko 100.000 evrov. Na konferenci je na kratko predstavil projekt in pri tem poudaril pomen časovnega kontinuuma, ki je obrodil obilne sadove v prihodnosti, v kateri smo sedaj.

Friedrich Bleicher je profesor na Tehniški univerzi na Dunaju (TUW) in vodja Instituta za proizvodno inženirstvo in lasersko tehnologijo. V svojem govoru je predstavil dejavnosti instituta in implementacijo novih tehnologij v praksi. Glavna



Slika 2. Skupinska fotografija udeležencev konference pri piranski cerkvi (foto: N. Matjaž)

Suleyman Demirel iz Turčije. Znanstveniki, raziskovalci, menedžerji in gospodarstveniki so na konferenci predstavili svoje poglede in dognanja na zgoraj navedenih področjih. Na konferenci se je zbralo okrog 100 znanstvenikov, raziskovalcev, ljudi iz industrije, menedžmenta in gospodarstvenikov. Udeleženci so prišli iz 12 držav, pretežno iz Evrope, s številčno zasedbo tudi iz Japonske. Od znanstvenih področij je bilo najbolj množično zastopano strojništvo, ki je zaradi multidisciplinarnega značaja konference razširjeno na druga področja, kot sta na primer menedžment in kemijsko inženirstvo.

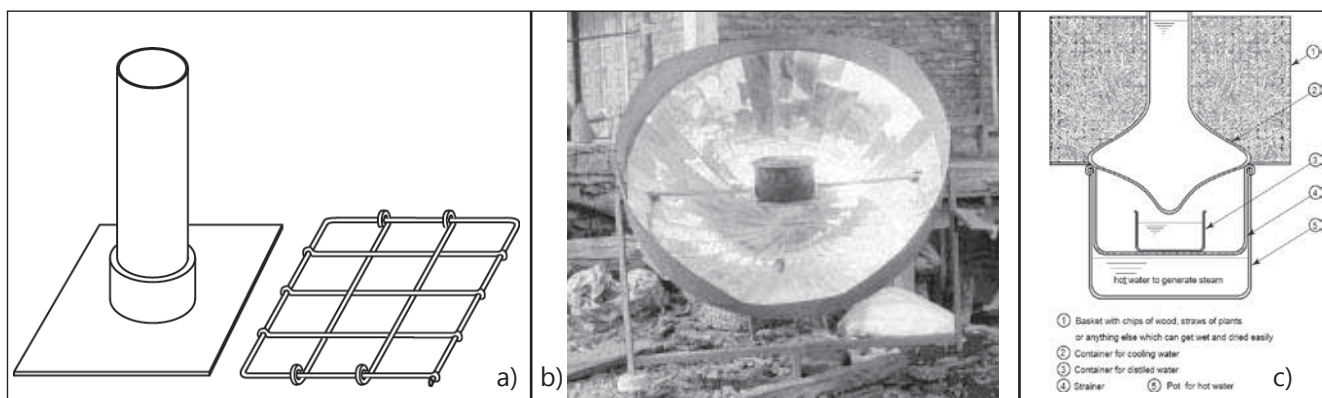


navsezadnje motivirala za inovacijo. Glavni razlog je prezaposlenost vodilnih akterjev in menedžerjev, ki vodi do zanemarjanja preteklosti in posledično do večje verjetnosti občutenja napak v prihodnosti. V tem kontekstu je zanimiva primerjava tega koncepta z metalcem kopja. Ta za uspešen izmet kopja v zastavljeni cilj prihodnosti najprej seže nazaj (v svojo preteklost), zamahne čez glavo (v svojo sedanjost), kjer kopje (utelešenje svoje inovativne ideje) izvrže v zeleni cilj prihodnosti.

Elvis Halilović je mlad nadobuden industrijski oblikovalec, ki je svojo podjetniško idejo (lesena kamera obskura) predstavil na znanim spletnem portalu Kickstarter (<http://www.kickstarter.com/projects/ondupinholecameras>).

tema njegove predstavitve je bila novo razvita tehnologija izboljšanja obstojnosti orodij za preoblikovanje pločevine s t. i. strojnim tolčenjem s kladivom (machine hammer peening). Tehnologija omogoča izboljšanje lastnosti orodja predvsem površinskega sloja, ki je med preoblikovanjem najbolj obremenjen. Med drugim omogoča vnos tlačnih napetosti in povečanje trdote površine orodja in izboljšanje triboloških lastnosti z zmanjšanjem hrapavosti površine orodja do zrcalne kakovosti. Poleg tega je s to tehnologijo mogoče v površinski sloj vnesti karbidne delce, ki še dodatno izboljšajo tribološke razmere in obstojnost orodja.

Joel Rech prihaja z univerze v Lyonu. Predstavil je učinkovito sodelo-



Slika 3. Slike iz zanimivega prispevka prof. Fujii-ja iz Gifu University, Japonska z naslovom: Tehnologija, ki jo potrebuje 5 milijard ljudi; kaj inženirji lahko storimo za ohranitev naše Sfere?; t.i. low-tech izdelki: a) enostaven sežigalnik, b) 'sončni' kuhalnik, c) naprava za destilacijo vode

vanje znanstvenih inštitucij s prakso na primeru avtomobilske industrije z glavnim ciljem zmanjšanja vpliva kovinsko-predelovalne industrije na okolje. Študija, predstavlja na konferenci predstavljena študija je temeljila



na raziskavah vpliva uporabe minimalne količine hladilno-mazalnih sredstev na koeficient trenja in adhezijo materiala na orodje pri mehanski obdelavi aluminijastih zlitin z različnimi orodji. Vse naštetu vodi k bolj 'zeleni' proizvodnji. Hladilno-mazalna sredstva so glavni onesnaževalci okolja, koeficient trenja in adhezija pa odločilno vplivata na porabo energije in obrabo orodij.

3 Zaključek

Interdisciplinarno druženje različnih profilov ljudi vedno poteka v sproščenem, prijetnem in prijateljskem vzdušju in tako je bilo tudi tokrat. Večina udeležencev se vsaki dve leti vrača na konferenco in vedno z veseljem priloži svoj kamenček v nastajajoči mozaik.

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: brane.cencic@domel.si
I: www.domel.com

**VRHUNSKA TEHNOLOGIJA,
ZAGOTOVILO UČINKOVITOSTI**



STÄUBLI
www.staubli.com

*Three days in the world of automation,
robotics, mechatronics and industrial and
professional electronics...*

29.-31.01.2014

Celje, Slovenia
www.icm.si

19.-21.02.2014

Belgrade, Serbia
www.icm.si

05.-07.03.2014

Sofia, Bulgaria*
www.icm.si



PRACE jesenska šola industrijskih simulacij na superračunalnikih

Leon KOS

Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani je kot koordinator združenja PRACE za Slovenijo -- Partnerstvo za napredno računalništvo v Evropi (Partnership for Advanced Computing in Europe) v zadnjem tednu septembra 2013 organizirala enotedenski tečaj industrijsko naravnanih simulacij z uporabo visokozmogljivih računskih sestavov (HPC). PRACE jesenska šola je komunicirala ter diskutirala problematiko in perspektive HPC za industrijske aplikacije, ki potrebujejo oceno zmogljivosti in zasnovu izdelkov s poudarkom na področju mehanike struktur (SM), dinamike fluidov (CFD in BIO-CFD) in elektromagnetike (EM).

PRACE združuje vodilne nacionalne centre za superračunalništvo članic Evropske unije in povezanih držav. Z vstopom v povezavo v lanskem letu je Fakulteta za strojništvo UL dobila možnosti širšega sodelovanja na implementacijskih projektih PRACE-3IP v okviru izobraževanj in organizaciji dogodkov, kot je Jesenska šola industrijsko orientiranih simulacij na superračunalnikih (HPC). Moto

jesenske šole je bil prikaz orodij za simulacije, ki jih lahko industrijski uporabniki uporabljajo pri snovanju in optimizaciji izdelkov. Simulacijska orodja, ki so bila prikazana, so že večkrat preizkušena na konkretnih industrijskih problemih. HPC pa v teh primerih prispeva k doseganju relevantnih simulacijskih rezultatov kot tudi k iskanju optimalnih rešitev v danem času. Vse preveč-

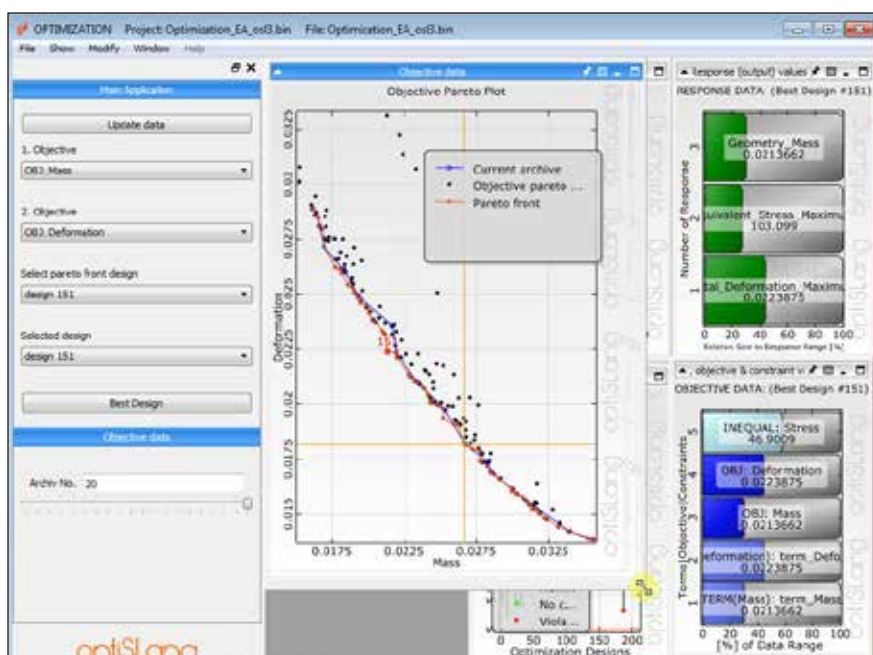
zmanjka človeških in računskih virov. Ta problematika je bila tudi vodilo programskega komiteja, da pokaže uporabnikom iz industrije, kakšne so zmožnosti HPC na področju strojništva in elektrotehnike. S pomočjo povezave PRACE je tako bilo možno povabiti strokovnjake, ki imajo večletne izkušnje s področja simulacij in orodja vsakodnevno uporabljajo ali celo sodelujejo pri njihovem razvoju. Drugo vodilo jesenske šole je bilo, ne samo prikaz orodij za simulacije, ampak pripraviti tečaje z uporabo teh orodij na superračunalniku HPCFS. Tečaji »hands on«, čeprav največkrat prekratki, so najboljši način, da se pridobi hitro razumevanje postopkov, ki so potrebni za simulacije z uporabo HPC. Fakulteta za strojništvo ima večletne izkušnje s programsko opremo ANSYS Multiphysics, ki je tudi poglavitno simulacijsko orodje na HPCFS. Povezava tega sklopa orodij s sorodnimi orodji in rešitvami se je pokazala kot logična orientacija pri izboru za jesensko šolo PRACE, saj so vabljeni predavatelji prinesli s seboj tudi izkušnje, uporabljene na konkretnih industrijskih projektih s to programsko opremo. Poleg tega pa je programski odbor želel prikazati tudi nekatera povsem specializirana in ne dovolj razširjena simulacijska orodja, ki se kažejo kot napredek na področju simulacij s HPC. Ciljna publika jesenske šole so posledično bili uporabniki iz in-



Udeleženci in predavatelji PRACE jesenske šole na predstavitvi posterjev

Doc. dr. Leon Kos, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

krat se namreč izkaže, da brez HPC lahko obravnavamo le poenostavljene »šolske« modele, za »prave« industrijske probleme pa običajno



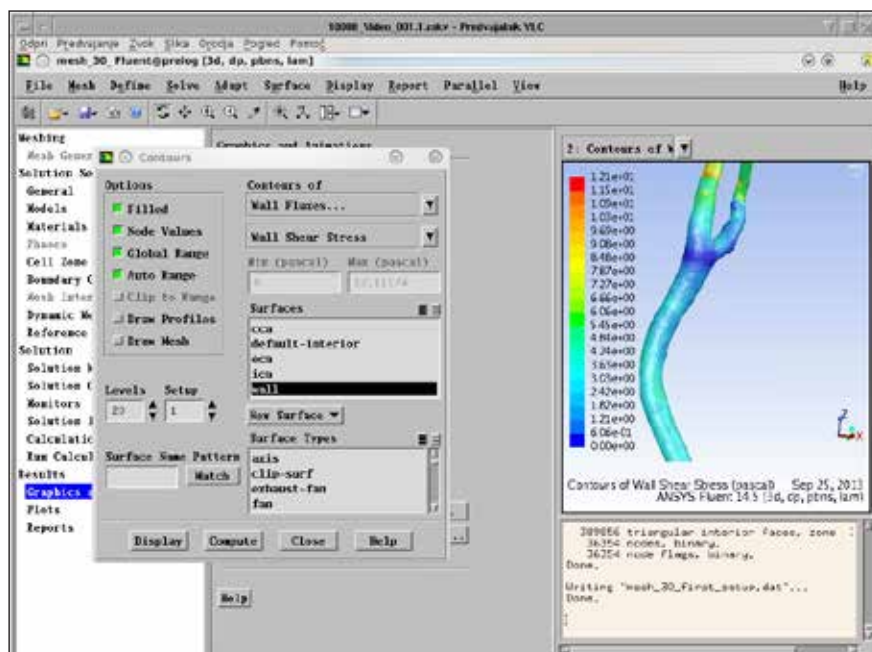
Večparameterska optimizacija strukture na tečaju OptiSlang z uporabo oddaljenega dostopa do superračunalnika HPCFS

dustrije in s tem tudi povezava univerze in slovenske industrije, ki HPC kot orodje še vse premalo uporablja pri svojem razvoju.

Čeprav je bila jesenska šola mednarodno naravnana, se je pri snovanju programa gledalo tudi na skladnost s potrebami slovenske industrije in prav zaradi tega je bilo vključeno tudi področje elektromagnetike. Skupaj 68 udeležencev, od tega 11 tujih, je v zadnjem tednu septembra tako dobilo dostop do superračunalnika HPCFS, na katerem so lahko tudi praktično preizkusili delovanje posameznih programov. Zaradi širokega spektra in specifičnega interesa udeležencev je bilo mogoče omejene kapacitete računalniških učilnic na FS ustrezno razporediti in omogočiti prav vsem dostop do HPCFS. V primeru različnih interesov pa tudi paralelno izvedbo v dveh računalniških učilnicah. Tako so se udeleženci enakomerno porazdelili preko celotnega tedna in večjih težav zaradi omejenih virov ni bilo.

Tečaje na programski opremi ANSYS, optiSlang, AVBP, elsA, RBF-morph je vodilo 11 tujih predavateljev (CADFEM, SimTeC, CERFACS, ONERA, CINECA, rbf-morph, Univerza Rim Tor Vegata, Aveiro in

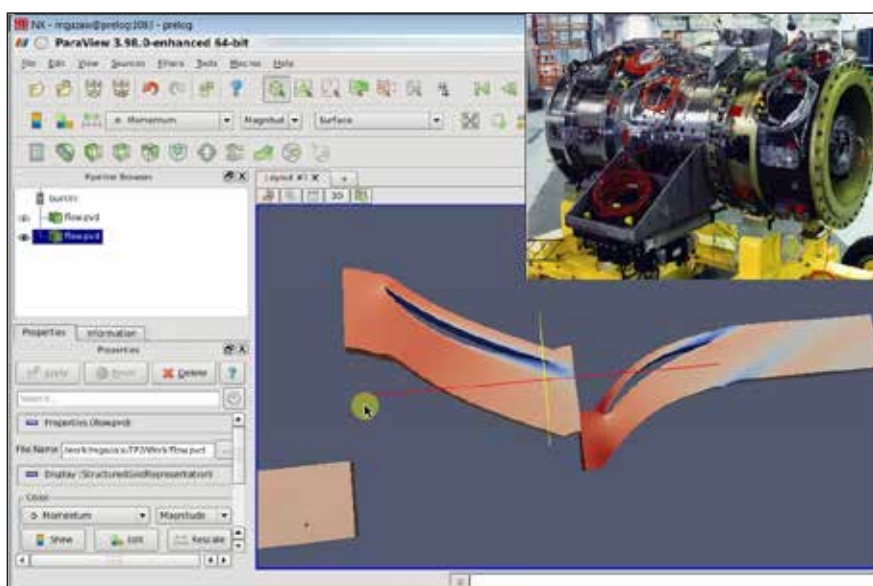
New Brunswick) s področja mehanike struktur (SM), dinamike fluidov (CFD in BIO-CFD) in elektromagnetike (EM [HFSS in Maxwell]). Pred pričetkom šole je bil organiziran tudi osnovni tečaj uporabe HPCFS, na katerem so bile prikazane osnove za uporabo superračunalnika kot tudi splošen pregled s primeri razvoja programov na HPC s programskima modeloma MPI in OpenMP. Da bi bolje povezali udeležence šole, je



Hemodinamika ožilja na tečaju BIO-CFD, ki je bila demonstrirana neposredno iz superračunalniškega centra CINECA v Milanu na HPCFS z oddaljenim namizjem NX.

bila organizirana tudi predstavitev s posterji, na kateri so posamezniki prikazali svoje dosedanje delo v povezavi s simulacijami.

Prof. A. C. M. Sousa je zaključil svoje uvodno predavanje o perspektivah računske dinamike fluidov (CFD) in HPC z ugotovitvijo, da primerjava eksperimentalnih rezultatov in simulacij na nekaterih področjih, kot je npr. izgorevanje, še vedno predstavlja velike izzive tako v modeliranju kot v potrebnih računskih zmogljivostih. Praktične izkušnje s področja strukturne mehanike so predstavili predstavniki podjetja CADFEM, ki so tudi vodilni evropski kompetenčni center ANSYS za FEM-analize. Na HPCFS je bilo tako demonstrirano orodje OptiSlang v povezavi z ANSYS Workbench, ki omogoča multidisciplinarno optimizacijo, študije občutljivosti in zanesljivosti ter robustno optimizacijo konstrukcij. Prav tu pride zmogljivost HPC do izraza, saj lahko vzporedno obravnavamo več variant rešitev. Uporabniki iz elektroindustrije so preizkusili oddaljeno izračunavanje njihovih visokofrekvenčnih anten, modeliranih v HFSS, in elektromagnetnih naprav z Maxwell tako, da so preko vme-



Posnetek z zaslona HPCFS simulacije turbostroja na tečaju elsA, ki sta ga vodila predavatelja iz francoskega centra za simulacije CERFACS in francoskega vesoljskega centra ONERA

snika RSM pošiljali svoje posle na HPCFS. Področje CFD je dokaj široka veja fizike fluidov, zato je bila na šoli obravnavana tudi tematika biotokov in konstruiranje jader, ki so v domeni italijanskega superračunalniškega centra CINECA. Prav tako smo iz Italije dobili možnost vpogleda v program RBF-Morph, s katerim je možno hitro modificirati mrežo računskega območja, in s tem skrajšati čas in izboljšati mreženje. Ker je »morfanje« mrež aktualna tematika raziskav, z univerzo Tor Vergata iz Rima že sodeluje podjetje Pipistrel iz Ajdovščine. FS pa bo sodelovala v novem projektu MorphLab z eksperimenti na HPCFS. Prav lasten razvoj simulacijskih kod je ključen za obvladovanje ključnih podrobnosti, ki jih ONERA – Le centre français de recherche aérospatiale in CERFA-

CS – European Centre for Research and Advanced Training in Scientific Computation vključuje v kodah elsA in AVBP za ključne uporabnike, kot sta Airbus in Safran. Simulacije izgorovanja v turbini smo v razširjenem tečaju lahko preizkusili na kodi elsA. Za splošne namene CFD pa je bil organiziran celodnevni tečaj s programom Fluent, ki ga je predstavilo podjetje SimTec iz Grčije in Slovenije.

Koordinator PRACE za Slovenijo prof. dr. Jožef Duhovnik ocenjuje, da je članstvo v tej povezavi veliko priznanje fakultetnim naporom na področju HPC-računalništva, vendar obenem velik izziv: »Upravičiti moramo zaupanje države in evropskih partnerjev, ne le v razvojnotehnološkem smislu, ampak predvsem tudi s spodbujanjem in omogoča-

njem uporabe superračunalništva v izobraževanju in industriji. Vendar naloga fakultete, kot nacionalnega partnerja, ni le, da sama uporablja to izjemno orodje, ampak da obenem spodbuja uporabo superračunalništva v industriji, ki na seznamu 500 najzmogljivejših superračunalnikov zavzema več kot polovico HPC- sistemov. PRACE-jeva jesenska šola simulacij je pokazala, da interes slovenske industrije za HPC obstaja!« Drugi pomemben steber delovanja PRACE je spodbujanje dijakov in študentov, da razvijajo kompetence v superračunalniškem okolju. Poleti 2013 je tako FS gostila mlajše podiplomske študente v sklopu mednarodnega projekta izmenjave PRACE Summer of HPC, ki so se pod vodstvom mentorjev FS seznanili z uporabo HPC v znanosti in tehniki. Kot rezultat 8-tedenskega dela pa so nastale privlačne in uporabne vizualizacije. FS si bo še naprej prizadevala nadgrajevati stopnjo znanja in kompetenc s področja HPC in delovala kot povezovalni člen pri širši uporabi HPC-orodij za slovensko industrijo.



Video posnetki predavanj in tečajev, prosojnice, spremni materiali in ostale podrobnosti o o PRACE-jevi jesenski šoli so na spletni strani: <http://events.prace-ri.eu/event/as13>



TEHNOLOŠKI PARK LJUBLJANA
01

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

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

Štiri komponente, en sistem: New Automation Technology.

IPC

- Industrijski računalniki
- Embedded računalniki
- Matične plošče



V/I

- EtherCAT komponente
- V/I moduli, IP 20
- V/I moduli, IP 67



Pogonska tehnika

- Servo pogoni
- Servo motorji



Avtomatizacija

- Programska oprema za PLC
- Programska oprema za NC/CNC
- Varnostna tehnologija



www.beckhoff.si

Pod sloganom 'New automation Technology' podjetje Beckhoff ponuja opremo, ki lahko deluje samostojno ali pa je integrirana v druge sisteme. Industrijski računalniki, PC in 'klasični' krmilniki, modularni V/I sistemi in pogonska tehnika pokrivajo številna področja uporabe. Prisotnost podjetja Beckhoff v več kot 60-ih državah zagotavlja dobro podporo.

IPC

V/I

Pogonska tehnika

Avtomatizacija

New Automation Technology

BECKHOFF

Poročilo s 23. tehniškega posvetovanja vzdrževalcev slovenije (TPVS)

Društvo vzdrževalcev Slovenije je tudi letošnje že **23. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije** organiziralo na Otočcu. Odzivi razstavljalcev in obiskovalcev na lansko spremembo lokacije so bili dobri, zato odločitev o tem, da ostanemo na Dolenjskem, ni bila težka. V jesenske barve odet in s soncem obsijan Otočec je letos gostil slovenske vzdrževalce med 17. in 18. oktobrom. Osrednja tema letošnjega posveta je bila **energetska sanacija**.

Na otvoritveni slovesnosti, ki je bila v četrtek, 17. oktobra, dopoldne, se je zbralo lepo število obiskovalcev. Po uvodni predstavitvi programa ter pozdravu visokih gostov je besedo povzel predsednik Društva vzdrževalcev Slovenije (DVS) Sergio Tončetič, ki je v govoru poudaril vlogo vzdrževalcev pri energetske sanaciji podjetij in zbrane povabil k aktivni udeležbi na predavanjih in okrogli mizi ter seveda k ogledu razstavnih mest.

V nadaljevanju je zbrane v imenu ministra za izobraževanje, znanost in šport dr. Jerneja Pikala nagovoril Boštjan Rozman Zgonc, vodja sektorja za višje šolstvo in izobraževanje odraslih. Med drugim je povedal, da je DVS zelo pomemben in zgleden socialni partner ter se zahvalil za skrb in sodelovanje z izobraževalnimi ustanovami, ki delujejo na področju vzdrževanja. Vsem diplomantom, mentorjem in ravnateljem je čestital za njihove pedagoške in strokovne uspehe na tekmovanju za najboljšo diplomsko nalogo s področja vzdrževanja.

Župan Mestne občine Novo mesto Alojzij Muhič se je zahvalil, da je bil tudi letos povabljen na srečanje vzdrževalcev Slovenije na Otočcu. Poudaril je, da tak dogodek, orga-

niziran na Otočcu, omogoča vzdrževalcem in tehničnemu kadru v občini in širši regiji, da se seznani z novimi proizvodi, tehnologijami in novimi znanji. Obenem je to dobra promocija hotela in kaže na njegovo prizadevanje za turistično uveljavitev. Na koncu je organizacijskemu odboru zaželel veliko uspeha pri realizaciji tega in naslednjih posvetovanj na Otočcu.

Podpredsednik upravnega odbora Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije Franc Novak pa je v svojem nagovoru poudaril, kako pomembna je v tem trenutku za Slovenijo osrednja tema posvetovanja – energetska učinkovitost in vzdrževanje. Prav v energetske učinkovitosti ima Slovenija velike možnosti, saj ima surovine, vodne vire, naravne pogoje za izrabo moči vetra, pogoje za zmanjšanje velike emisije CO₂, ... s čimer lahko znatno zniža porabo energentov na prebivalca ter porabo energentov na proizvedeno enoto. Zahvalil se je za povabilo na srečanje in obiskovalce spodbudil k obisku razstavnega prostora Obrtno-podjetniške zbornice.

Po slavnostni otvoritvi 23. TPVS je v dvorani Hotela Otočec potekal sestanek članov Skupnosti višjih strokovnih šol, ki se ga je udeležilo 30 ravnateljev in predstavniki Mini-

strstva za izobraževanje, znanost in šport. Predsednik DVS je pozdravil udeležence, se jim zahvalil za dobro dosedanje sodelovanje in jih spodbudil k še intenzivnejšim oblikam povezovanja z DVS.

Najpomembnejši del vsakoletnega tehniškega posvetovanja je vsekar spremljajoča razstava oz. sejem vsega, kar je pomembno za sodobnega vzdrževalca. Organizatorje, sodelujoča podjetja in obiskovalce je letos navdušilo to, da se je po nekajletnem upadanju zanimanja za predstavitev na vzdrževalskem sejmu, to letos povečalo. Na Otočcu je razstavljalo nekaj več kot 70 podjetij! Glavno pokroviteljstvo sta prevzeli 2 podjetji – BELMET MI, d. o. o., kot zlati sponzor in domačin INPRO, d. o. o., Novo mesto kot srebrni sponzor. Sponzorsko so dogodek podprla še 4 podjetja – dolenjske barve je zastopalo podjetje HIDEK, s štajerskega konca pa AJM, HAWE HIDRAVLIKA in CELJSKI SEJEM. Razstavni prostor je bil razgiban in je omogočal tudi predstavitve eksponatov.

Številni obiskovalci so si z zanimanjem ogledovali predstavljeno opremo in se z razstavljalci pogovarjali o različnih rešitvah vsakodnevni dilemi v vzdrževanju. Večina se je odločila za obisk enega ali več



Otvoritvena slovesnost 23. Tehniškega posvetovanja vzdrževalcev Slovenije



Pestro dogajanje na razstavnih mestih 23. Tehniškega posvetovanja vzdrževalcev Slovenije

strokovnih predavanj, predstavitev diplomskih nalog ali za udeležbo na aktualni okrogli mizi. Izven razstavne dvorane so se obiskovalcem tudi letos predstavili razstavljalci z vozilom za reciklažo odpadkov, domačini pa so na stojnicah predstavili izdelke domače obrti in v pokušino ponudili dolenjske dobrote.

Osrednja tema predavanj na letošnjem posvetovanju je bila **energetska sanacija**. Na povabilo organizatorja je prispelo več prijav referatov, za predstavitev na posvetu pa so jih izbrali devet, ki so jih avtorji udeležencem predstavili v četrtek, 17. oktobra. Vsa predavanja so bila v obliki člankov objavljena tudi v reviji Vzdrževalec, ki je izšla ob tem posvetovanju.

Naslov letošnje okrogle mize je bil **Energetska učinkovitost in vzdrževanje**. Pripravil in vodil jo je mag. Mihael Hameršak iz družbe Talum Servis in Inženiring. Njegovemu vabilu k razpravi pa so se letos odzvali številni strokovnjaki s področja vzdrževanja v Sloveniji, med njimi Andrej Paternost (Krka), Darko Pavlačić (Revov), Maksimilijan Brodar (Jub), mag. Tadej Lozinšek (Impol PCP), Branko Polanc (Acroni), Jure Potokar (Pivovarna Laško), Peter Kobal (Gorenje), Jožef Babič (AJM), Ivan Jurkošek (Weishaupt), ki so v razpravi iskali odgovore na vprašanja o energetske učinkovitosti proizvodnih procesov, merjenju energetske učinkovitosti, vlogi vzdrževanja pri zagotavljanju energetske učinkovitosti ter tudi o

tem, kako v Sloveniji financirati projekte za dvig energetske učinkovitosti podjetja in ali imamo v Sloveniji dovolj znanja za razvoj proizvodnih procesov v smeri večje energetske učinkovitosti.

Okrogla miza aktivno udejanja ključne cilje posvetovanja – mreženje vzdrževalcev slovenskih podjetij, izmenjavo izkušenj in prenos dobrih praks. S stališča društva pa so dragocena predvsem mnenja in pričakovanja do društva, ki jih v razpravi izrazijo udeleženci.

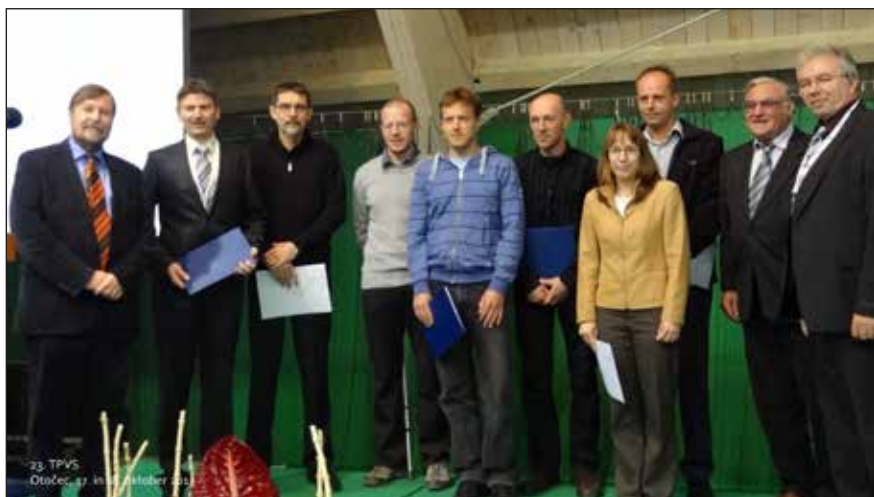
Natečaj za najboljšo diplomsko nalogo s področja vzdrževanja, ki je državno tekmovanje, v okviru tehniškega posvetovanja vsako leto pridobiva na pomenu in obsegu. Tako je letos za naslov **zlata diplomska naloga s področja vzdrževanja za leto 2013** tekmovalo rekordno število diplomskih nalog – kar 22! To se je zgodilo kljub temu, da je ocenjevalna komisija omejila maksimalno število diplomskih nalog, ki jih je posamezna izobraževalna institucija lahko prijavila na natečaj. Če te omejitve ne bi bilo, bi bilo število prijav še večje. Diplomске naloge so prišle z 10 izobraževalnih institucij; med njimi najdemo tako javne kot zasebne višje strokovne šole ter po več letih odsotnosti tudi eno visokošolsko institucijo. Vse najboljše diplomske naloge so bile s področja učinkovite rabe energije (URE) in obnovljivih virov energije (OVE), najboljšo med njimi, z naslovom *Izboljšava izkoristka fotonapetostnega*

modula, pa je izdelal **Matej Boltar** s Poslovno-tehniške fakultete novogoriške univerze. V okviru natečaja poteka tudi tekmovanje šol in v letu 2013 je **zlato priznanje za najboljšo izobraževalno institucijo** prejela Višja strokovna šola Šolskega centra Nova Gorica.

Podelitev priznanj za najboljše diplomske naloge, ki so se je udeležili diplomanti, mentorji ter številni ravnatelji višjih strokovnih šol, je potekala v okviru otvoritvene slovesnosti 23. TPVS. V imenu ministra za izobraževanje, znanost in šport je zbrane pozdravil Boštjan Rozman Zgonc, vodja sektorja za višje šolstvo in iz-



Prof. dr. Peter Novak je na 23. TPVS spregovoril o možnih usmeritvah pri obnovi energetskih postrojenj



Nagrajenci in mentorji na slavnostni podelitvi priznanj za najboljšo diplomsko nalogo in najboljšo izobraževalno institucijo za leto 2013. Desno letošnji zlati diplomant Matej Boltar med predstavitvijo svoje naloge.

obraževanje odraslih. Zahvalil se je DVS, da vsako leto uspešno organizira in izvede tekmovanje diplomskih nalog s področja vzdrževanja, ter poudaril, da je DVS odlična vez med gospodarsko in izobraževalno sfero.

Še ena stalnica v okviru tehniških posvetovanj je **natečaj za najboljšo idejo s področja vzdrževanja**, s katerim DVS vsako leto spodbuja podjetja in posameznike, da prijavijo izboljšave, ki prispevajo k bolj učinkovitemu vzdrževanju. Letos je prijave poslalo šest avtorjev, ki so na slovesni večerji v četrtek, 17. oktobra, zvečer nestrpnost čakali na razglasitev. Tokrat je zmagal timski duh, in sicer je predlog za najboljšo izboljšavo podala skupina avtorjev iz Šolskega centra Nova Gorica, ki so jo sestavljali Leon Blažič, Matjaž Marušič, Barbara Pušnar in Robert Vermiglio, ki so za izboljšavo z naslovom **Uvedba energetskega monitoringa** tako prejeli zlato plaketo za najboljšo idejo s področja vzdrževanja za leto 2013. Na drugem in tretjem mestu sta se jim s srebrno in bronasto plaketo pridružila dva ino-

Vsi nagrajeni inovatorji so ob tej priložnosti dobili praktična darila, ki jih podarjajo sponzorji posvetovanja; glavno nagrado za zmagovalca – potovanje na Dunaj – pa je prispeval sponzor natečaja podjetje Haberkorn, d. o. o., Slovenija.

V Društvu vzdrževalcev Slovenije se zahvaljujemo vsem sponzorjem, medijskim sponzorjem, razstavljalcem, predavateljem, obiskovalcem in drugim sodelavcem, ki so s svojimi prispevki, delom in sodelovanjem pripomogli k dobri izvedbi srečanja ter k prepoznavnosti društva v medijih in slovenskem gospodarstvu, in vabimo na naslednje, **24. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slove-**



Nagrajenci natečaja za najboljšo idejo s področja vzdrževanja za leto 2013

vatorja iz družbe Talum Servis in Inženiring: Franc Zajc je prejel srebrno plaketo za izboljšavo *Zaščita hidravličnega motorja*, Branko Vogrinec pa bronasto za izboljšavo *Zamenjava izolacijskega materiala*.

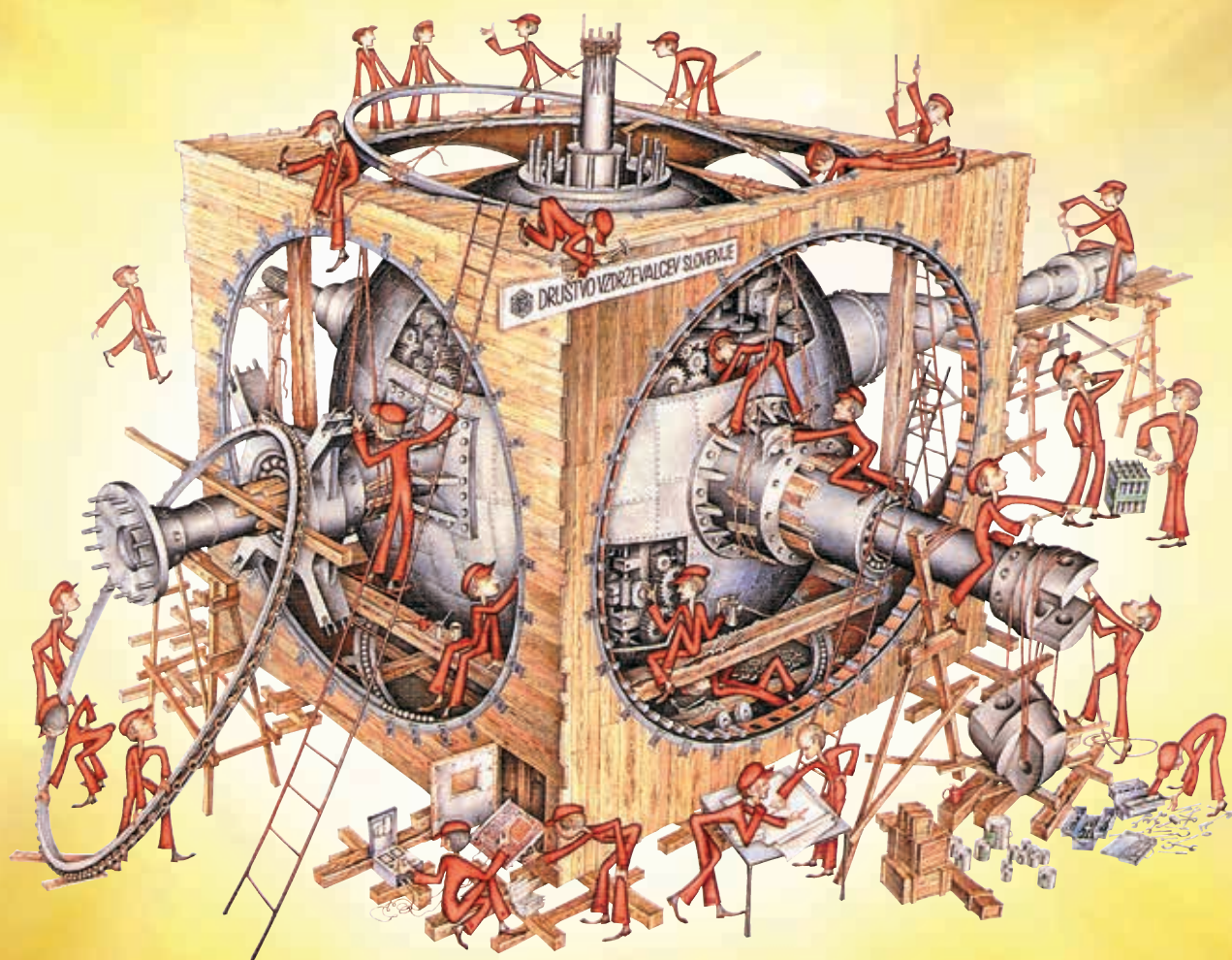
nije, ki bo 16. in 17. oktobra 2014 na Otočcu! Razpis bo objavljen na www.tpvs.si. Vljudno vabljeni!

Sergio Tončetič,
predsednik organizacijskega odbora
23. TPVS



**DRUŠTVO
VZDRŽEVALCEV
SLOVENIJE**

DVS



NASVIDENJE na

24. TEHNIŠKEM POSVETOVANJU VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE

ki bo 16. in 17. oktobra 2014 | www.tpvs.si

iREX 2013 Tokio

Tokio je v dneh od 6. do 9. novembra gostil največjo svetovno razstavo robotike iREX. Ob dvajseti obletnici je bila razstava tudi najobsežnejša doslej, predstavilo se je 334 razstavljalcev na 1264 razstavnih prostorih. Organizatorja Japan Robot Association in Nikkan Kogyo Shinbun Ltd. sta pripravila tudi obsežen nabor spremljajočih dejavnosti, kot so bile razstave SAMPE 2013, VACUUM 2012, Parts Feeder Exhibition 2013 in prestižna konferenca IROS 2013. Tokijski International Exhibition Center Big Sight je idealen prostor za tako velike dogodke, lociran na otoku pred Tokijem, lahko dostopen, pregleden in brezhibno urejen, kot je od Japoncev pričakovati. Rdeča nit letošnjega dogodka je bilo geslo Robot Technologies: Making a Future with Robots.

Razstava je bila v grobem razdeljena na dva segmenta: **industrijsko** in **servisno robotiko**.

Industrijska robotika

Prisotni so bili vsi znani svetovni proizvajalci robotov, presenetljivo veliko pa tudi lokalnih japonskih firm, katerih izdelkov ni v Evropi. Poleg standardnih kinematik je večina



Karoserijo bi zvarili kar na razstavi

predstavila tudi dvoročne šestosne robote, nekatere tudi z integriranimi sistemi vision in senzorji sile. Posebej napreden je EPSON-ov avtonomni dvoročni robot z integriranim krmilnikom, štirimi sistemi vision, senzorji sile na obeh rokah in posebej razvitimi štiriprstnimi prijemači z integriranimi senzorji sile. Posebnost je način programiranja, ki je dejansko le učenje. Uporabnik robot v preprosti proceduri nauči razpoznavati predmete, ki jih ta v delovnem prostoru najde, prepozna, ustrezno prime in opravi operacije montaže. Prijemala omogočajo uporabo standardnih orodij, ki so namenjena

ljudem. Robot je mobilni, pripelje se do delovnega mesta, priklopi na električno omrežje, opravi se procedura učenja in prične z delom. Koncept je napreden in omogoča hitro izvedbo različnih delovnih operacij na montažnih linijah. Robot ima vgrajene algoritme za izogibanje trkom ter samodejno prilagajanje prijema. Dvoročni roboti postajajo standardni del ponudbe večine proizvajalcev, so vsekakor zelo uporabni, cena pa trenutno še ne dovoljuje širše uporabe.

Tudi na Japonskem je prisotna večna dilema: kako avtomatizirati delovne



Epson in dvoročni avtonomni robot



Japonci spoznavajo robote že v rosnih letih



Hospi: robot za bolnišnice



Najbolj obiskan prostor servisne robotike: avtonomni robot za strego piva Asahi

proces in pri tem ostati konkuren-
čen. Dogaja se jim podobno kot v

Evropi in ZDA. Če je rešitev z avto-
matizacijo in uporabo robotov pre-

draga, gre ta proizvodnja čez morje
na Kitajsko. Tehnična izvedljivost še
zdaleč ne pomeni tudi ekonomsko
sprejemljive rešitve, kar se občasno
pozablja. Industrijski roboti zato po-
stajajo bolj enostavni za uporabo,
hitrejši in predvsem cenejši.

Servisna robotika

V razvitih družbah postaja servisna
robotika nepogrešljiva v bolnišni-
cah, domovih za starejše, zavodih za
rehabilitacijo, v športu in razvedrilu.
Na trgu in v uporabi je množica ko-
mercialnih servisnih robotov, ki so
na Japonskem že normalen del ži-
vljenja.

*Darko Koritnik, univ. dipl. inž.
DAX, d. o. o., www.dax.si
Fotografije: D. Koritnik*



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



Celje, Slovenija
29.-31.01.2014
www.ifam.si

Posvet ASM '13

4. decembra je na GZS v Ljubljani potekal že 10. strokovni posvet Avtomatizacija strege in montaže 2013 – ASM '13. Posvet, ki je najpomembnejši dogodek v Sloveniji s področja strege in montaže, je organiziral Laboratorij za strego, montažo in pnevmatiko Fakultete za strojništvo Univerze Ljubljani v soorganizaciji z Gospodarsko zbornico Slovenije, Združenjem kovinske industrije. Glede na razmere v gospodarstvu in družbi nasploh je bil posvet zelo dobro obiskan, saj se ga je udeležilo okrog 110 udeležencev iz kar 55 podjetij, inštitutov in univerz, kar kaže na izredno zanimanje za ta dogodek in predvsem na pomembnost področja avtomatizacije strege in montaže v gospodarstvu. Posvet ASM je postal dogodek, na katerem enostavno »moraš biti«, če deluješ na področju strege in montaže.

Avtomatizacija strege in montaže je v povezavi z informatizacijo proizvodnih procesov, robotizacijo ter mehatroniko in učinkovitim avtomatiziranim zagotavljanjem ter kontrolo kakovosti v montažnih procesih v proizvodnji tisto področje, ki lahko bistveno doprinese k povečanju učinkovitosti in konkurenčnosti podjetij in je sestavni del vitke organizacije. V okviru posveta ASM '13 je bilo predstavljenih več smernic in idej za rešitev različnih problemov, udeleženci pa so si lahko izmenjali izkušnje o številnih vprašanjih na področju strege in montaže.

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

Organizator je skupaj z avtorji iz različnih podjetij pripravil izredno zanimivo srečanje, ki ga je sponzoriralo več ustanov in podjetij: med njimi generalni pokrovitelj Yaskawa Slovenija kot dobro znan dobavitelj opreme za robotizacijo, OPL kot zlati pokrovitelj in številni drugi pokrovitelji ter sponzorji.

Udeležence posveta je po uvodnem nagovoru vodje Laboratorija za strego, montažo in pnevmatiko (LASIM, Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani) izr. prof. dr. Nika Herakoviča v imenu Združenja kovinske industrije na Gospodarski zbornici Slovenije nagovorila mag. Janja Petkovšek, ki je predstavila stanje in trende na področju kovinske industrije v zadnjem obdobju in še posebej poudarila področje avtomatizacije na sploh, kamor spadata tudi strega in montaža. Opredelila je tudi aktualne težave na trgu, s katerimi se srečujejo podjetja. V nadaljevanju je Hubert Kosler, direktor generalnega pokrovitelja Yaskawa Slovenija, d. o. o., na kratko predstavil aktualne težave podjetij na zahtevnem svetovnem trgu.

Sledilo je zanimivo predavanje izr. prof. dr. Nika Herakoviča, v kate-

rem je predstavil stanje in trende na področju povečanja učinkovitosti strege in montaže. Osredotočil se je na predstavitev novih metodologij in pristopov, ki preko vlaganja znanja in relativno nizkega finančnega vložka prinesejo podjetjem znatne prihranke v proizvodnji.

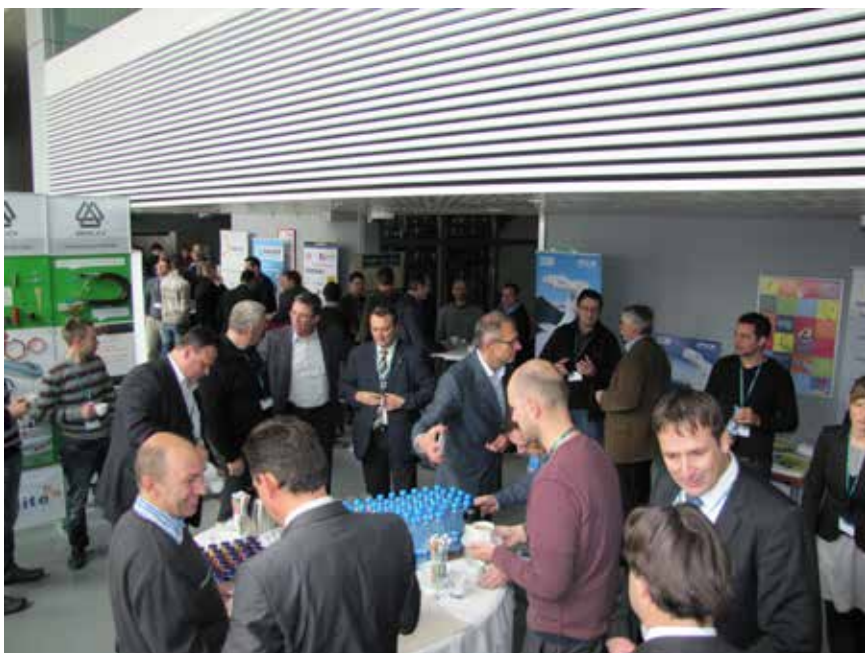
V nadaljevanju je Franc Justin iz podjetja Iskra Mehanizmi predstavil orodja za načrtovanje in spremljanje proizvodnih procesov. Predstavil je primere dobre prakse stalnega izboljševanja proizvodnega procesa, kar se doseže z uporabo cele vrste preverjenih pristopov in orodij.

Strokovni del srečanja je bil razdeljen v tri tematska področja. Uvodoma je bila obravnavana tematika robotov v strežnih in montažnih sistemih. Predstavljena je bila vrsta aplikacij robotov na najrazličnejših področjih, kjer predstavlja celovit pristop pri reševanju konkretnih nalog poseben izziv. V tej sekciji so svoje aplikacije predstavila podjetja Yaskawa Slovenija, ABB in TPV.

V tematskem sklopu inteligentna avtomatizacija – podjetja predstavljajo so bile prikazane različne rešitve s področja napredne avto-



Udeleženci posveta ASM 2013 med predavanjem



Živahni pogovori in izmenjava mnenj med udeleženci posveta

matizacije in uporabljena oprema v procesu avtomatizacije, kar so predstavila podjetja DAX Electronic Systems, Inea, DE-STA-CO GmbH, Miel Elektronika in Hennlich.

Sledilo je tematsko področje inovativnih rešitev na poti k vitki proizvodnji, v katerem je potrebno izpostaviti predavanje o praktičnem



Mreženje med udeleženci posveta

primeru uporabe simulacije diskretnih dogodkov pri optimiranju zalog v skladišču. Pri raziskovalni nalogi sta sodelovala slovensko podjetje, ki je zagotovilo vse podatke o praktičnem primeru in model testiralo v praksi, ter Laboratorij LASIM, ki je izdelal model virtualnega skladišča in izvedel simulacijo. Simulacija pretokov kosov v skladišču omogoča optimiranje obstoječih zalog v skladišču in načrtovanje potrebnih zalog za izvedbo proizvodnega procesa v prihodnosti za različne primere proizvodnega plana. V tem sklopu je podjetje Reca predstavilo dejansko izvajanje vitke logistike C-elementov ob uporabi RFID-identifikacije.

Zadnji tematski sklop je bil posvečen vitki proizvodnji. V okviru štirih izredno zanimivih predavanj so bili predstavljeni konkretni primeri uvažanja vitke organizacije v podjetja in prikazani neposredni pozitivni vplivi, kot so povečanje produktivnosti in konkurenčnosti, izboljšanje kakovosti izdelkov, zmanjšanje stresa zaposlenih itd. Navedene tematike so predstavila podjetja OPL Avtomatizacija, Hidria, Tangens in Ptica – zavod ter Laboratorij LASIM.

Na razstavnem prostoru pred konferenčno dvorano so lahko podjetja, tako kot vsako leto, predstavila svojo dejavnost. Posvet ASM '13 je bil tako odlična priložnost za srečanje strokovnjakov sorodnih področij in medsebojno izmenjavo mnenj in izkušenj.

Vsem udeležencem se za obisk in sodelovanje na ASM '13 najlepše zahvaljujemo in vse zainteresirane vabimo na naslednji posvet ASM, ki ga načrtujemo v začetku decembra 2014.

Več utrinkov s posveta ASM '13 je objavljenih na spletni strani posveta www.posvet-asm.si.

*Dr. Mihael Debevec, OO ASM '13
Izr. prof. dr. Niko Herakovič,
vodja laboratorija LASIM in
predsednik OO ASM '13*

60-letnica univ. prof. dr. Hubertusa Murrenhoffa

19. avgusta 2013 je univ. prof. dr. Hubertus Murrenhoff dopolnil 60 let. Ob tej obletnici so na Inštitutu za fluidnotehniške pogone in krmilja pri Univerzi v Aachnu (*Institut für fluidtechnische Antriebe und Steuerungen (IFAS) der RWTH Aachen*) 16. avgusta organizirali enodnevni kolokvij in dan odprtih vrat z okoli 150 gosti iz visokega šolstva, industrije in gospodarstva. Moderator proslave je bil dr. Peter Suffe iz Bosch Rexroth Pneumatics GmbH. Uvodno predavanje z naslovom Hidravlični hibridni pogoni – povečanje učinkovitosti na temelju robustne tehnologije je imel dr. Frank Bauer iz Hydac Technology GmbH, podlaga s poudarki na obravnavi značilnih lastnosti hidravličnih akumulatorjev.



Prof. dr. Hubertus Murrenhoff

V nadaljevanju pa so sledili prispevki o drugih vprašanjih razvoja fluidne tehnike, kot so:

– Revolucija tehnike avtomatizacije z

bioničnimi koncepti v prihodnosti (dr. P. Post – Festo),

- Sistemska integracija pri mobilni hidravliki (dr. Ch. Kempermann – Fluidtronics),
- Razvoj hidravličnih enot z iztiskanjem s sodobnimi razvojnimi metodami (dr. D. Breuer – Bosch Rexroth).

Predavanjem so sledili ogled laboratorija, zakuska in izmenjava izkušenj.

Hubertus Josef Murrenhoff je bil rojen 13. avgusta 1953 v mestu Gladbeck, dežela Nordrhein-Westfalen, kot sin kovača. Po osnovni šoli in gimnaziji v rojstnem kraju je študiral na RWTH v Aachnu – smer »osnove strojništva«. Študij je končal v marcu leta 1978.

Od aprila 1978 do oktobra 1986 je deloval kot znanstveni sodelavec na Inštitutu za hidravlične in pnevmatične pogone in krmilja (IHP) na RWTH. V tem času je inštitut vodil profesor dr. Wolfgang Backe. Sodeloval je pri raziskavah in razvoju za industrijo in pri pedagoškem delu inštituta. V januarju 1983 je promoviral z disertacijo »Regulacija variabilnih hidrostatičnih enot z iztiskanjem v omrežjih s konstantnim tlakom«. Od februarja 1983 naprej je deloval v IHP kot glavni inženir, odgovoren za okoli 80 sodelavcev, od tega okoli ene tretjine znanstvenih asistentov. Inštitut je bil v tem času z okoli dvema tretjinama sredstev sofinanciran z javnim delom na razvojno-raziskovalnih projektih in delom za industrijo.

V novembru 1986 se je prof. H. Murrenhoff zaposlil v industriji, najprej pri Barmag AG (tekstilni stroji, stroji za predelavo plastičnih mas, pozneje pa hidravlika za avtomobilsko teh-

niko) do julija 1987, pozneje pa kot pomočnik predsednika HSC Controls Inc. v Buffalu, ZDA, za razvojne programe ter inženirsko menedžerske sisteme. HSC je bil v tem času poznan izdelovalec servoventilov in servopogonov za letalsko in medicinsko tehniko, s 150 sodelavci. Od avgusta 1988 naprej je bil direktor inženiringa in prodaje, odgovoren za konstrukcijo, razvoj in prodajo v nacionalnih in mednarodnih zastopstvih. Od oktobra 1989 naprej je deloval kot podpredsednik družbe.

Oktobra 1991 je dr. Murrenhoff postal vodja firm Magnet-Schulz (MSM) in Elektromechanik (EM) v Memmingenu v Allgauu. MSM je poznan izdelovalec elektromehanskih naprav, kot so stikalni in proporcionalni magneti, sklopke in posebni ventili za avtomobilsko, letalsko in biomedicinsko industrijo. EM pa je bila v tem času neodvisna družba za razvoj in konstrukcijo tovrstnih naprav in sestavin za te trge.

Od oktobra 1994 je dr. Hubert Murrenhoff direktor Inštituta za fluidnotehniške pogone in krmilja (IFAS) s sočasno povezavo ustrezne katedre na Tehniški visoki šoli v Aachnu (RWTH). IFAS je nastal iz prejšnjega uveljavljenega IHP-ja, ki ga je do 1994 vodil prof. W. Backé. Prof. Murrenhoff je tudi soizdajatelj uveljavljene strokovne revije O + P Ölhydraulik und Pneumatik (Hidravlika in pnevmatika).

Čestitkam ob rojstnem dnevu dr. H. Murrenhoffa se z veseljem in spoštovanjem pridružuje tudi uredništvo revije Ventil.

Po O + P 57(2013)9, str. 8

Pripravil pom. urednika A. Stušek



Institut für
fluidtechnische
Antriebe und
Steuerungen



Podeljene Preglove nagrade za izjemno doktorsko delo in naziv zaslužni raziskovalec Kemijskega inštituta

Letošnji sprejem na Kemijskem inštitutu je bil organiziran v čast sodelavkam in sodelavcem, letošnjim prejemnikom Puhovega in Zoisovega priznanja ter Zoisove nagrade. Na svečanem sprejemu so bile podeljene tudi tri Preglove nagrade za izjemno doktorsko delo na področju kemije in sorodnih ved ter naziv zaslužni raziskovalec Kemijskega inštituta.

Preglovo nagrado za izjemno doktorsko delo so prejeli: dr. Anja Pišlar s Fakultete za Farmacijo Univerze v Ljubljani, dr. Tadeja Birsa Čelič in dr. Marko Trajkovski, oba s Kemijskega inštituta v Ljubljani. Naziv zaslužni raziskovalec Kemijskega inštituta je prejel dolgoletni sodelavec Kemijskega inštituta dr. Božidar Ogorevc. Svečanosti se je poleg ostalih pomembnih gostov iz gospodarske in akademske sfere udeležil tudi japonski veleposlanik nj. eksc. g. Shigemitsu JOMORI.

Nagrade so prejeli:

Dr. Anja Pišlar za doktorsko delo z naslovom »Upravljanje nevrotrofične aktivnosti [gama]-enolaze s proteolitičnimi encimi in pomen pri nevrodegenerativnih boleznih«.

Dr. Anja Pišlar je v okviru svojega doktorskega dela proučevala vlogo in mehanizem delovanja [gama]-enolaze v nevronskih celicah in celicah mikroglije v osrednjem živčnem sistemu v odvisnosti od delovanja encima katepsin X. [gama]-enolaza izkazuje glikolitično aktivnost, v zadnjem času pa je bilo ugotovljeno, da izkazuje tudi nevrotrofičnim dejavnikom podobno delovanje, ki je uravnavano z delovanjem katepsina X. Nevrotrofični dejavniki so zaradi svoje nevrotrofične aktivnosti pomembni pri nevrodegenerativnih



Od leve proti desni: dr. Božidar Ogorevc, prof. dr. Janko Jamnik, dr. Anja Pišlar, dr. Marko Trajkovski in dr. Tadeja Birsa Čelič (foto: Jernej Stare)

boleznih, saj zaščitijo poškodovane nevrone pred propadom in spodbujajo njihovo regeneracijo.

Dr. Tadeja Birsa Čelič za doktorsko delo z naslovom »Razvoj poroznih kovinsko-organskih adsorbentov za shranjevanje plinov in toplote«.

Dr. Tadeja Birsa Čelič je v okviru svoje doktorske naloge preučevala kovinsko-organske porozne materiale, to je kristalinične materiale, zgrajene iz kovinskih oksidnih enot, ki so med sabo povezane z organskimi ligandi. Za te materiale so značilne izredno velike specifične površine in nizke gostote, zato so zelo zanimivi za shranjevanje vodika, shranjevanje in ločevanje ogljikovega dioksida in metana ter za shranjevanje energije.

Dr. Marko Trajkovski za doktorsko delo z naslovom »Zvijanje in prostorske strukture DNA G-kvadrupleksov«.

Dr. Marko Trajkovski je preučeval strukturo G-kvadrupleksov v raztopini z uporabo modernih metod

NMR-spektroskopije. Z gvanini bogate DNA lahko v prisotnosti kationov tvorijo G-kvadruplekse – štiriveržne strukture, katerih jedro predstavljajo naloženi osnovni strukturni motivi, imenovani G-kvarteti. Vloga G-kvadrupleksov kot bioloških senzorjev je v skladu z dejstvi, da se z gvanini bogati odseki DNA preferenčno nahajajo v funkcionalno pomembnih regijah genomov. Še posebej veliko pozornosti so bili deležni z gvanini bogati predeli DNA v telomernih regijah linearnih kromosomov, saj so se izkazali kot potencialne tarče zdravil, ki bi s specifično vezavo omogočile nov način zdravljenja bolnikov z rakom.

www.ki.si

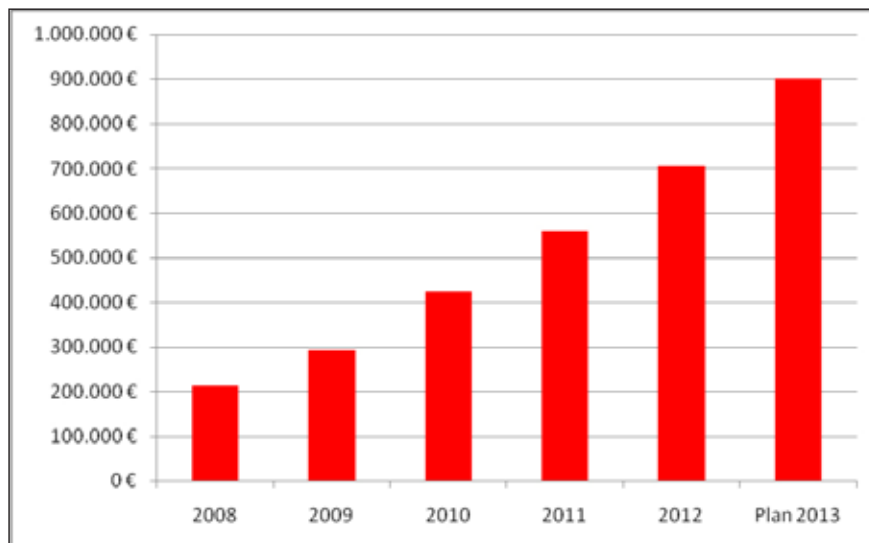


Uspešnih prvih 5 let

Podjetje Beckhoff Avtomatizacija, d. o. o., praznuje 5-letnico delovanja. Ustanovljeno je bilo 29. 4. 2008. Skrbi za prodajo in tehnično podporo produktov Beckhoff. Podjetje sodi pod okrilje nemškega podjetja Beckhoff Automation GmbH, ki slovi po inovativnih produktih v avtomatizaciji.

Beckhoff Avtomatizacija ima sedež v Medvodah. Neposredno ali preko distributerja pokriva področje nekdanje Jugoslavije. Podjetje je lani ustvarilo 706.026 evrov prihodkov. Glede na leto 2011 je bila rast 26-odstotna. Tudi letos se pričakuje rast prihodkov. Trem redno zaposlenim naj bi se po načrtih pridružila še dva, in sicer za področje tehnične podpore in prodaje.

Zanesljiva dobava, dobra tehnična



Prihodki podjetja Beckhoff Avtomatizacija d.o.o.

podpora, učinkovito izobraževanje in predstavitve novosti so naloge, ki bodo v podjetju Beckhoff Avtomatizacija tudi v prihodnje prioritete. Več o podjetju preberite na www.beckhoff.si.

BECKHOFF
New Automation Technology

Podelitev priznanja Župana Mestne občine Ptuj Janez Škrlec

6. decembra 2013 je župan Mestne občine Ptuj **dr. Štefan Čelan** podelil **Janez Škrlec**, predsedniku Odbora za znanost in tehnologijo pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije, članu Sveta za znanost in tehnologijo Republike Slovenije in članu Strokovnega meroslovnega sveta RS, za zasluge in prispevek pri razvoju ter napredku strokovnega izobraževanja na Ptuj in tudi v slovenskem merilu najvišje priznanje – pečat mesta Ptuja z likom sv. Jurija. Škrlec je pomembno prispeval pri prenovi poklicnih programov in pri nastajanju novih višješolskih in visokošolskih programov, še zlasti mehatronike in bionike. Organiziral je številne strokovne dogodke in Ptuj vključeval v sodelovanje na različnih sejmi, konferencah, tehnoloških in nanotehnoloških dnevih in drugih strokovnih dogodkih. Janez Škrlec je Šolskemu centru Ptuj pred leti v času intenzivnega izvajanja mojstrskih izpitov za področje elektronike doniral tudi izobraževalno in tehnično opremo.



Župan MO Ptuj dr. Štefan Čelan (desno) podelil priznanje Janezu Škrlec.
Foto: Langerholc, Ptuj.

Svečanosti ob podelitvi priznanja so se udeležili številni ravnatelji šol, predavatelji in direktor ŠC Ptuj Branko Kumer. Priznanje MO Ptuj je bilo podeljeno tudi na poseben predlog Rajka Fajta, ravnatelja Srednje elektro in računalniške šole, ki

praznuje 30. obletnico, in ravnatelja višje strokovne šole ŠC Ptuj Roberta Harba in drugih.

Janez škrlec, inž.
Obrtno-podjetniška zbornica
Slovenije

20 let študijskega programa Gospodarsko inženirstvo

Na Univerzi v Mariboru so letos obeležili 20 let študijskega programa Gospodarsko inženirstvo (GING). Leta 1993, ko se je vpisala prva generacija, sta bili zasnova in izvedba študijskega programa nekaj novega. Program je interdisciplinaren, saj združuje tehniška in ekonomska znanja. Izvaja se ob sodelovanju štirih fakultet: Fakultete za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Fakultete za gradbeništvo, Fakultete za strojništvo in Ekonomsko-poslovne fakultete.

Pri profilu diplomata so se ustanovitelji programa zgledovali po nemških oziroma avstrijskih izkušnjah s podobnimi programi, ki so zelo dobro sprejeti. Podobne izkušnje s tem študijem so zbrali in predstavili tudi govorci na slovesnosti ob 20. rojstnem dnevu.

Prireditve so se razen najvišjih predstavnikov univerze in fakultet udeležili tudi bivši minister za gospodarski razvoj in tehnologijo Stanko Stepišnik, direktor področja gospo-



Rektor Univerze v Mariboru predaja zahvalno listino ustanovitelju študija s Fakultete za strojništvo red. prof. Andreju Polajnarju. V ozadju koordinatorskega svetila Gospodarskega inženirstva doc. dr. Igor Vrečko

darjenja v BSH Hišni aparati Boštjan Gorjup in Maksimiljan Šuman iz NKBM Invest, ki sta kot uspešna diplomanta GING-a tudi podala pogled na študij in svojo poklicno pot. Oba uspešna diplomanta sta izpostavila zadovoljstvo z izbiro tega študija, ki jima je omogočil uspešno kariero. O študiju gospodarskega inženirstva v Avstriji, kjer ima ta

pomembno mesto, je spregovoril profesor Stefan Vorbach s Tehniške univerze iz Gradca. Iz njegovega prispevka je bilo razvidno, da ta študij že več kot pol stoletja predstavlja nezamenljiv vir kadrov za avstrijsko gospodarstvo, nekaj podobnega se dogaja tudi v Sloveniji, kjer je študij v gospodarstvu vse bolj priznan.

<http://ging.uni-mb.si/>

Industrija

Vaša sigurna pot do tržišča v Srbiji

www.industrija.rs
www.facebook.com/casopis.industrija

Pokličite nas:
Časopis Industrija
Lazara Kujundžića 88, 11030 Beograd, Srbija

tel/fax: + 381 11 305 88 22
mob. + 381 60 344 84 28
e-mail: office@industrija.rs

Bionična smer arhitekture

Bionika ni le veda, ki skuša reševati probleme tehnike s študijem funkcij živih bitij, je hkrati poseben slog v arhitekturi in opremi interjerjev, se pa že kaže kot usmeritev za gradnjo bioničnih mest.

Bionični slog arhitekture in notranje opreme je v zadnjem času v svetu eden izmed vročih trendov, saj ima moč, da ustvari resnično ekološko prijazno okolje. Združuje organske in svoje naravne oblike z najnovejšimi tehnološkimi dosežki. Po mojem mnenju bodo najboljše rešitve za človeštvo prišle šele takrat, ko bomo znali živeti z naravo. Danes nas lahko že marsikaj prepriča, da je usmeritev bionike takšna, da človeka usmerja nazaj k naravi. Če pogledamo rešitve v naravnih bioloških sistemih in jih primerjamo s tistimi, ki jih ustvarja človek, je prav, da se ob tem večkrat zamislimo, ali morebiti s svojim početjem ne ustvarjamo nekega povsem nenaravnega sveta. Z dobrim opazovanjem narave bomo začeli sistematično spreminjati konstrukcijske rešitve ter v svoje tehnološke izdelke in procese s pridom uvajati naravne rešitve, ki nam bodo

prinesle energetske varčnosti, velik prihranek pri materialih in še veliko drugega. Inovacije v naravi kažejo pot k boljšim in racionalnejšim rešitvam, tudi takšnim, ki jih s sedanjo tehniko nismo sposobni izdelati.

Bionični slog

Intenziven razvoj bionike in notranjega oblikovanja se je začel s hitrim razvojem tehnologije gradnje in iskanja alternativnih virov energije, z globalno urbanizacijo in s pojavom novih, okolju prijaznih gradbenih materialov. Bionični koncept urejanja notranjosti bo prinašal veliko novih značilnosti, predvsem veliko zračnosti in svetlobe. Bionika po navadi vključuje svetle barve, gladke in ogledalne površine, veliko ponavljajočih se vzorcev ali naravnih okraskov, vendar običajno z minimalno teksturo. Vgrajene luči se običajno uporabljajo za poudarjanje prostora in posameznih oblik. Tradicionalno poskušajo ustvarjalci tega bioničnega sloga uporabiti minimalna sredstva z maksimalno funkcionalnostjo in dobrimi estetskimi rezultati. Danes se bionični slog vse pogostejše pojavlja ne samo v zgradbah za zabavo ali v opernih hišah in nakupovalnih središčih,

temveč tudi v zasebnih domovih. Pri notranji opremi lahko bionika ponudi zanimiv koncept uporabe arhitekturnih oblik za doseg presenetljive, domala celo futuristične notranjosti. Bionični slog se lahko vključi tudi v klasično notranjo opremo kot obliko personalizacije prostora. Notranjost prostorov in opreme se bo v prihodnosti poudarjala tudi z uporabo pametnih materialov in gradiv. Pri tem lahko pametna gradiva definiramo kot gradiva, katerih lastnosti ali oblike se spremenijo kot odgovor na spodbudo iz okolja. Po mnenju mnogih strokovnjakov bodo bionični slogi naša prihodnost.

Izziv: gradnja bioničnih mest

Nekoč bo človek gradil bionična mesta, prvi zametki teh idej so že danes realnost. Zdaj, ko smo tudi v Sloveniji dobili možnost za izobraževanje inženirja bionike, lahko pričakujemo, da se bo študij v prihodnjih letih usmeril tudi v bioniko v arhitekturi, še zlasti pa v energetiki, tehniki, medicini in drugih smereh. Višja in visoka strokovna šola na Ptujju je že zdaj na dobri poti, da uresniči veliko dobrih idej in zamisli, koristnih za razvoj sodobnega in naprednega gospodarstva v Slove-



Bionični stolp Taichung Ecopolis na Tajvanu, a) in bionično urejen interjer restavracije Twister v Kijevu, b)



Bionični stolp (Bionic Tower – Vertical City, Cervera & Pioz) bo ponudil dom 100.000 ljudem

niji. Danes ni naključje, da znanstveniki in inženirji bionike preučujejo in posnemajo delovanje posameznih rastlin in živali z namenom, da bi na osnovi zakonitosti iz narave ustvarili nove izdelke in izboljšali učinkovitost že obstoječih. Po bioničnih konceptih in zamislih se bodo gradila tudi bionična mesta.

Kakšna bodo bionična mesta

Bionična mesta bodo grajena za ekstremne vremenske razmere, za dinamični svet, v katerem živimo že danes in v katerem bodo živeli zanamci. V bioničnih mestih bodo ustvarjeni naravni in umetni ekosistemi, gradnja bioničnih mest pa

bo v bistvu povsem nova razvojna paradigma, ki bo izhajala iz zavedanja človeka, da se bo treba podrediti naravi, upoštevati okoljske spremembe, naraščajoče število prebivalstva, energetske in podnebne zahteve. Bionična mesta bodo delovala kot morfogenetska, povezana bodo z inteligentnimi ekosistemi in ponujala zelo veliko biotsko raznovrstnost. Načrtovalci bioničnih mest se zavedajo, da se bodo bivalne razmere na Zemlji v naslednjih obdobjih bistveno spremenile in da bo za človeštvo edina rešitev, da si ustvari takšne razmere, ki bodo v harmoniji z naravo in njenimi spremembami. Gradnja bioničnih mest bo bistveno drugačna od današnjih

konvencionalnih gradenj, uporabljeni bodo načini, da zgradbe ne bi kljubovale spremembam, ampak bi se nanje prilagodile.

Skrivnosti pametnih gradiv

Danes že imamo gradiva za gradnjo takih mest. To so pametna gradiva, ki bodo popolnoma spremenila dosedanje principe v tehniki, tehnologiji in oblikovanju (pametno gradivo lahko definiramo kot gradivo, katerega lastnosti ali oblika se spremenijo kot odgovor na spodbudo iz okolja). Gradivo naredi pametno to, da take spremembe kot odgovor na dražljaj iz okolja nastanejo načrtovano. Praviloma lahko odgovorijo na neznatno spodbudo, ki bi druga gradiva pustila popolnoma nespremenjena. Pametna so torej gradiva, ki so sposobna zaznavati spodbude, določene stimulacije iz svojega okolja in nanje načrtovano reagirati na predvidljiv, uporaben, odgovoren, reproduktiven in običajno reverzibilen način, in to ne le enkrat, število odgovorov na spodbudo iz okolja bo neomejeno.

Bionična mesta sedanosti

Zametke bioničnih mest lahko že najdemo na Kitajskem, v Singapurju, Združenih arabskih emiratih, na Tajvanu in še kje. Zanimiv je na primer koncept bioničnega stolpa Bionic Tower – Vertical City, Cervera & Pioz (tudi na fotografiji) kot vertikalne gradnje namesto horizontalnega urbanizma, ki zavzema ogromne površine nizkih zgradb.

Bionični stolp je eden prvih obstoječih modelov vertikalnega urbanizma in temelji na bionični arhitekturi. Opredeljen je kot ekološko napreden objekt, zgrajen v harmoniji z naravo; združuje novo življenjsko filozofijo in revolucionarne tehnološke rešitve, ki so sposobne preseči gradnjo v višino precej več kot 500 metrov.

*Janez Škrlec, inž.,
predsednik odbora za znanost in
tehnologijo pri OZS
in član sveta za znanost in
tehnologijo RS*

Zakaj zimski in poletni čas

Konec oktobra je v Parizu na BIPM potekal sestanek predstavnikov nacionalnih meroslovnih inštitutov, ki se ga je udeležil tudi predstavnik Urada RS za meroslovje dr. Rado Lapuh. BIPM je mednarodna institucija, ki za države članice izvaja naloge metrske konvencije in predvsem skrbi za implementacijo in razvoj mednarodnega merskega sistema enot SI. Na sicer rednem letnem sestanku so bile letos obravnavane ključne teme s področja meroslovja na najvišjem svetovnem nivoju, med drugim tudi strategija BIPM ter razvoj novih merilnih tehnik, ki bodo v naslednjih letih pripeljale do redefinicije nekaterih enot mednarodnega sistema enot SI.

BIPM med drugim skrbi tudi za koordinacijo enotnega svetovnega časa UTC, ki ga dejansko določajo na osnovi meritev časa v posameznih meroslovnih inštitutih po svetu.

V Sloveniji te meritve izvaja Slovenski inštitut za kakovost in meroslovje (SIQ), ki s svojo cezijevo uro tudi prispeva k določanju svetovnega časa UTC. BIPM je v zadnjem letu izpopolnil svoje metode, s čimer se je izboljšalo tudi trenutno določanje časa. Seveda je tu govor o izjemno majhnih napakah pri merjenju časa, saj tudi v Sloveniji določamo čas s posebno atomsko uro, katere odstopanje od mednarodnega časa UTC je dosti manjše od ene milijoninke sekunde. Večina uporabnikov tako točnega časa seveda ne potrebuje, ga pa SIQ distribuira preko internetnega omrežja in vaši računalniki imajo svoj čas sinhroniziran prav s tem časovnim strežnikom (time.siq.si).

Kot vemo, čas danes ne teče enakomerno, vsaj tisti, ki ga določamo z našimi urami ne. Skoraj vse evropske države ter Severna Amerika uporabljajo tudi poletni čas. Ta je bil leta 1916 najprej vpeljan v Nemčiji in Avstriji, kasneje tudi drugod, vendar se je po drugi svetovni vojni večinoma ukinil. V šestdesetih in sedemdesetih letih se je zaradi energetske krize marsikje ponovno vpeljal. V Sloveniji je bil vpeljan leta 1982.

Leta 2000 je Evropska skupnost sprejela direktivo o poletnem času in



Atomska Cezijeva ura v Slovenskem inštitutu za kakovost in meroslovje, skupaj s časovnim strežnikom in pripadajočo opremo. Vsa oprema se nahaja v prostoru s kontroliranimi pogoji, kjer je temperatura okolice vzdrževana na $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Slovenija od leta 2006 sledi evropskemu standardu, ko se čas za eno uro pomakne naprej prvo nedeljo v marcu (ob 1:00 UTC) in zopet za eno uro nazaj zadnjo nedeljo v oktobru (ob 1:00 UTC). S tem je čas v Sloveniji usklajen s časom v celotni Evropi, ki seveda pozna tri časovne pasove, UTC, UTC + 1h (tudi Slovenija) in UTC + 2h.

Več informacij o regulativi na področju časa v Evropi najdete na povezavi: http://www.euramet.org/fileadmin/docs/Publications/other_publications/Booklet_P1117_V20111005_final.pdf.

Razmišljanja o upravičenosti in smotrnosti poletnega časa so deljena. Zagovorniki ga podpirajo z argumenti o zmanjšani porabi energije, predvsem luči v poletnih dneh, z večjo aktivnostjo ljudi ter s tem povezanim izboljšanim zdravjem. Nasprotniki to zanikajo in dodajajo, da povzroča nemalo težav v transportu in psihičnem stresu ljudi ob samih premikih časa. Glas slednjih se vedno bolj krepi, čeprav zaenkrat ne razpolagamo s podatkom, da bo v kratkem prišlo do ukinitve poletnega časa. Zato smo 27. oktobra ponovno prestavili naše ure za eno uro nazaj.

Dr. Rado Lapuh
Urad RS za meroslovje



Točen čas je preko časovnega strežnika SIQ na razpolago tudi v prostorih Urada Republike Slovenije za meroslovje, skupaj z osnovnimi podatki o njegovi realizaciji

Inovacija in zmagovalni poslovni modeli povezujejo avstrijska in slovenska podjetja

Na dogodku Poslovni modeli 21. stoletja: zmage, ki so nam dosegljive, sta Skupina REFLECTA in Slovenska gospodarska zveza avstrijskim poslovnem in drugim mednarodnim udeležencem v Celovcu predstavili merljiv potencial energetskih in finančnih prihrankov, ki ga prinašajo inteligentni sistemi industrijske razsvetljave. Dr. Andrej Vizjak, PriceWaterhouseCoopers, je predstavil poslovne modele zmagovalcev tržnih niš, med katere sodi tudi slovenska Svetloba, Skupina REFLECTA, ki je dan pred tem prejela zlato nacionalno priznanje za inovacijo REFLECTA IntelSens.

Srečanje je povežalo tehnološko in poslovno znanje na področju inteligentnih sistemov industrijske razsvetljave, ki podjetjem omogočajo visoke prihranke, in s tem povezanih poslovnih modelov prihodnosti. Ustanovitelj in R & D direktor Svetlobe Hine Alex Vrtačnik in direktor mag. Aljoša Huber sta predstavila dejanske primere in merljive učinke uvedbe inteligentnih sistemov industrijske razsvetljave REFLECTA, ki se danes uporabljajo že v 11 državah in ustvarjajo prihranke vse do 80 % električne energije za razsvetljavo.

Avstrijske poslovneže je zanimalo predvsem, za kakšno velikost podjetij so sistemi primerni. Izvedeli so, da sistemi inteligentne raz-

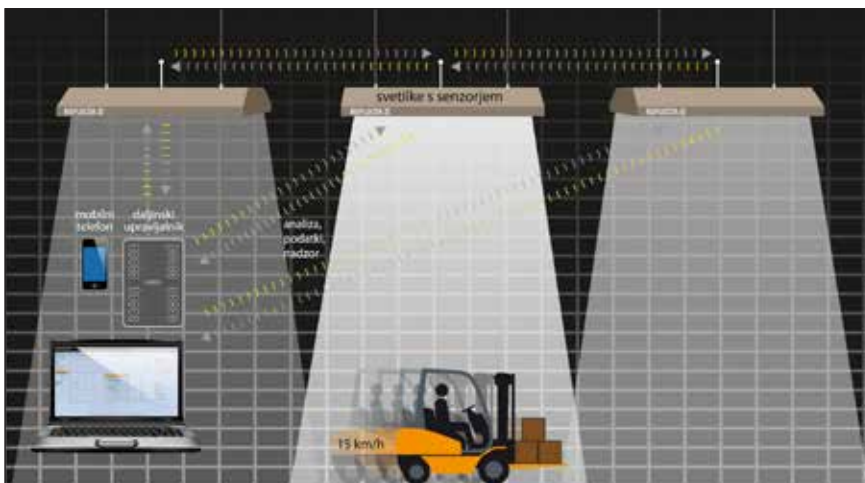
svetljave prinašajo prihranke tako malim kot srednjim in seveda tudi velikim proizvodnim in logističnim podjetjem in da je doba povračila le 2–3 leta. Pri tem se osvetljenost delovnih mest poveča tudi do 500 % (primer Henkel).

Dr. Andrej Vizjak, mednarodno priznan svetovalec in partner svetovalne družbe PriceWaterhouseCoopers, je udeležencem nazorno predstavil, zakaj krepitev panog zahteva nove poslovne modele in formule uspeha in kako se te razlikujejo med velikimi in malimi igralci na trgu: »Ekonomije smo se učili v času predpostavke popolne konkurence, tega sveta danes tako rekoč ni, priložnost in prihodnost so tržne niše.«

Dan pred mednarodnim dogodkom v Celovcu je inteligentni sistem razsvetljave REFLECTA IntelSens na Dnevu inovativnosti na Brdu pri Kranju prejel zlato priznanje Gospodarske zbornice Slovenije za najboljšo inovacijo. Priznanje je podjetju Svetloba podelil predsednik RS gospod Borut Pahor.

Dodatne informacije:
mag. Aljoša Huber, direktor

www.reflectapower.com



Shema IntelSense

IRT 3000
inovacijarazvojtehnologije

**NEPOGREŠLJIV VIR
INFORMACIJ ZA STROKO**
**VSAKA DVA MESECA
NA VEČ KOT 140 STRANEH**

Vodnik skozi množico informacij

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

Povprašajte za cenik
oglaševalskega prostora!
e-pošta: info@irt3000.si





➔ RAZBREMENILNI
VENTILI • REGULATORJI
TLAKA IN VARNOSTNI
VENTILI • RAZDELILNIKI
TOKA • POTNI VENTILI
• LOGIČNI ELEMENTI •
VMESNE PLOŠČE • OKROV
S PRIKLJUČKI ZA CEVI •
ELEKTROPROPORCIONALNI
VENTILI ZA VGRADNJO



Brüsseler Allee 2
41812 Erkelenz
NEMČIJA

Tel: +49 24 31/ 80 91 12
Fax: +49 24 31/ 80 91 19

info@sunhydraulik.de

www.sunhydraulik.de

Adaptivna cestna »razsvetljava na zahtevo«

Občina Slovenske Konjice in vodilni domači proizvajalec cestne LED-razsvetljave Grah Lighting sta izvedla edinstven projekt – »razsvetljava na zahtevo«. Tovrstna javna razsvetljava se samodejno prilagaja trenutnim prometnim razmeram.

Za dodatno varnost pešcev je sistem opremljen s selektivno senzorsko tehnologijo, ki ločuje med vozili in pešči, ki se približujejo, in dvigne nivo osvetlitve na 100 odstotkov kot pri ročni aktivaciji. Celotni sistem vodi centralna procesna enota, ki ima možnost komunikacije z zunanjim svetom s povezavo GSM/GPRS in omogoča nastavitve svetilnosti, postopnosti prižigavanja in aktivacije s pomočjo de-



Zamisel je nastala z namenom dodatno znižati stroške javne razsvetljave na najnižjo možno raven in kljub temu zagotoviti večjo prometno varnost. Gre za uporabo tehnologije, ki omogoča, da pešči sami vklopijo javno razsvetljava, ki sicer deluje, vendar s polovično močjo. Sistem uporabnikom omogoča, da s pritiskom stikala na drogu javne razsvetljave aktivirajo 100-odstotno delovanje svetilk. Te se po 15 minutah vrnejo na prvotno, 50-odstotno, moč delovanja in s tem prihranijo električno energijo ter zmanjšajo svetlobno onesnaževanje okolja, kar je posebej pomembno v obme-

tektorja ali druge naprave.

Novih 14 svetilk z vgrajenim sistemom je postavljenih v Škalcah, vrednost projekta znaša 12.000 evrov, investitorja pa sta občina in krajevna skupnost Slovenske Konjice. S tem projektom, ki je v celoti plod znanja slovenskih podjetij, je postavljen nov primer dobre prakse na področju urejanja javne razsvetljave kako slediti najnovejšim smernicam tehnološkega razvoja in je dokaz inovativnosti lokalnega in širšega slovenskega okolja.

www.grahlighting.eu

A. Stušek, uredništvo revije Ventil

Nemška pogonska in fluidna tehnika za kmetijske stroje in opremo

Nemško združenje strojne industrije (VDMA) se je na letošnjem sejmu *Agritechnica 2013* predstavilo z razstavo *Sistemi in sestavine*. 12. novembra je v Frankfurtu objavilo, da je v letu 2012 doseglo promet v vrednosti okoli 22 milijard evrov (pogonska tehnika 15,4 milijarde in fluidna tehnika 6,7 milijarde evrov) in tako predstavlja najmočnejši segment nemške strojne industrije in je najpomembnejši dobavitelj za izdelovalce kmetijskih strojev in opreme.

Močna prodaja zaradi vrhunske kakovosti

Kmetijski stroji in oprema predstavljajo okoli 9 odstotkov domače prodaje nemške industrije pogonske tehnike in okoli 12 odstotkov nemške industrije fluidne tehnike (2012). Kmetijski stroji in oprema so torej med najpomembnejšimi porabniki nemške strojne industrije.

Primerjava globalnih razmer kaže, da zavzema nemška med tremi konkurenčnimi industrijami prvo mesto. Njen izvoz predstavlja 21 % skupne proizvodnje pogonske tehnike pred Japonsko (14 %) in Kitajsko (12 %). Nemška industrija fluidne tehnike izvozi 25 % proizvodnje, na drugem mestu so ZDA (15 %) in na tretjem mestu Japonska (10 %).

Osnovni razlog uspešnosti nemške pogonske in fluidne tehnike je uporabnikom prilagojena vrhunska kakovost ponudbe učinkovitih modulno zasnovanih naprav, posebno za kmetijske stroje in opremo.

Pogonska in fluidna tehnika sta odločilni za uspešnost končnih izdelkov za kmetijsko tehniko. Kakovost kompletnih strojev je odvisna od vgrajenih sestavin in sistemov, saj ti

vplivajo na njihove lastnosti in učinkovitost. Zato so v svetovnih razmerah močno zaželeni kakovostni moduli Made in Germany, trdi Hartmut Rauen, član izvršnega komiteja VDMA, zadolžen za pogonsko in fluidno tehniko.

Posebej nemška fluidna tehnika velja za odlično doma in na globalnem trgu. Nemški trg je znan kot zelo robusten, inovacijsko in proizvodno zelo konkurenčen. Kot tak je uspešno zadržal svoj položaj na svetovnem trgu tudi v času krize, medtem ko so druge industrijske države v tem času precej nazadovale.

Tehnološke zahteve rastejo

Svetovno prebivalstvo raste in z njim potrebe po hrani. Kmetijstvo in kmetijska tehnika sta zato izredno pomembni področji, s tem povezano pa tudi pogonska in fluidna tehnika. Zahteve kmetijskega sektorja so zelo visoke. Inovativnost, zanesljivost, gospodarnost in okoljska prijaznost skupaj z življenjsko trajnostjo so kakovosti, ki zagotavljajo mednarodno konkurenčnost.

Član upravnega odbora firme AGCO GmbH in predsednik združenja za razvoj mobilnih strojev MOBIMA e. V. dr. H. Reiter poudarja zahteve uporabnikov: »Brez stroge industrije dobaviteljev vrhunski položaj nemške kmetijske tehnike ne bi bil mogoč. Saj predstavlja pogonska tehnika in hidravlika 40 % vrednosti traktorja. V prihodnosti bo kmetijska tehnika morala zagotavljati ustrezno tehnologijo za trajnostni razvoj kmetijstva, tj. za ustrezno pridelavo hrane, surovin in energije brez kvarnega učinkovanja na okolje. Zmanjševanje emisije CO₂ je eden od pomembnih izzivov. Zato v prihodnosti potrebujemo učinkovitejše izdelke, sestavine, sisteme in procese. Te pa lahko razvijamo samo z zanesljivim sodelovanjem z dobavitelji. Inovativne rešitve, visoka kakovost in zanesljivost

sodobnih proizvodnih in logističnih procesov v globalnih razmerah so zato osnova nadaljnjega razvoja. Nadaljnja elektrifikacija sestavin in sistemov bo pri tem izredno pomembna. Nemška kmetijska tehnika je na to dobro pripravljena zahvaljujoč razviti industriji dobaviteljev.«

Nova posebna razstava za promocijo sestavin in sistemov

Letos sta se nemška pogonska in fluidna tehnika prvič predstavili s posebno razstavo *Systems & Components* v hannovrskem razstavnem centru na sejmu *Agritechnica*. Razstava VDMA združenja pogonske in fluidne tehnike je izdelovalcem sestavin in sistemov omogočila pregledno predstavitev njihovega know-howa najširši javnosti. Posamezna podjetja, člani združenja pa so imeli priložnost svoje izdelke predstaviti na skupnem razstavišču. Sodelovalo je okoli 700 domačih razstavljalcev – od dobaviteljev do izdelovalcev kompletnih kmetijskih strojev in opreme.

V novi zamisli razstave v okviru *Agritechnice* pa je sodelovalo okoli 2 700 razstavljalcev iz 47 držav sveta.

Razstava *Systems & Components* je bila zelo pomembna za specialiste na področju strateških nakupov, raziskav in razvoja ter prodaje in zastopanja. Seveda pa so bili gosti sejma tudi končni uporabniki, kot so napredni kmetje in najemodajalci tovrstnih strojev in opreme.

Za morebitna vprašanja vam je na voljo: Hartmut Rauen, tel.: + 49 69 66 03 1331; faks: +49 69 66 03 1855; e-pošta: hartmut.rauen@vdma.org.

Vir: Rauen, H.: *VDMA: German drive technology and fluid power engineering supply key technologies and performance modules for agricultural machinery and equipment – VDMA – Drive Technology, Fluid Power – Press Release, 2013.*

A. Stušek, uredništvo revije Ventil

Obvladajte toplotne izgube pri hidravličnih napravah



Večja zgoščenost in manjše velikosti hidravličnih agregatov in s tem njihova večja toplotna učinkovitost postajajo osnovne zahteve pri projektiranju sodobnih hidravličnih naprav. V mnogih napravah je rezervoar edini ponor toplote, ki zagotavlja hlajenje. Tako postaja nepraktično staro pravilo-treh-prstov, da naj bo prostornina rezervoarja 2,5- do 3-kratna vrednost minutnega toka črpalke. Projektanti sedaj raziskujejo možnosti novih omejitev za optimiziranje naprave z ustrezno prilagoditvijo toplotne zmogljivosti.

Težko je razumeti pomembnost delovanja pri ustrezni temperaturi, npr.: občutljivost vpliva viskoznosti olja na mazanje in puščanje tesnilnih spojev. Povečanje temperature

za 20 °C lahko zmanjša viskoznost za polovico, kar neposredno vpliva na učinkovitost in trajnost hidravličnih sestavin.

Prostor, potreben za hidravlični agregat, lahko postane pomembno manjši in izguba toplote večja, kot npr. pri mobilni aplikaciji prečnega rezervoarja na terenskem vozilu, pri projektu Parkerja, kot je prikazano na sliki.

Več o izvedbi in izračunih v prispevku pod naslovom, navedenem v viru.

Vir: Trott, J.: *Beat the heat in compact systems – Hydraulic & Pneumatics* 66(2013)9, str. 48
Slika H & P 66(2013)9, str. 48

Znanstvene in strokovne prireditve

18. mednarodna konferenca o tesnjenju – Stuttgart 2014 – vabilo k prijavi aktivne udeležbe

Združenje za fluidno tehniko v okviru VDMA (Fluid Power Association of VDMA) – Skupina za tesnjenje organizira: 18th ISC – International Sealing Conference – Internationale Dichtungstagung (18. Mednarodna konferenca o tesnjenju), ki bo 8. in 9. oktobra 2014 na Univerzi v Stuttgartu. Konferenco bo vodil prof. dr. Werner Haas (Inštitut za strojne elemente).

Sodobni sistemi tesnjenja so pomembni za delovanje, zanesljivost in okoljsko kompatibilnost sestavin fluidne tehnike, kompleksnih strojev in inštalacij ter vozil. Bistvo delovanja in lastnosti tesnilk in tesnilnih spojev so mnogokrat skriti pred uporabniki in kupci.

Zato bo moto konference: *Sealing Technology – Hidden High Tech*

(Tehnologija tesnjenja – skrita visoka tehnika).

Namen konference je predstavitev rezultatov znanstvenih in razvojnih raziskav, izkušenj uporabnikov ter izmenjava informacij med vsemi zainteresiranimi strokovnjaki, ki se ukvarjajo s tesnjenjem.

Prijavite se na spletni naslov: www.sealingconference.com ali e-pošto: christian.geis@vdma.org.

Povzetke prispevkov v nemščini ali angleščini pošljite najpozneje do 28. februarja 2014 na naslov kontaktne osebe.

Tematike 18. ISC bodo naslednje:

- statične tesnilke
- gredne tesnilke
- sem-in-tjakajšnje tesnilke (hidravlika, nevmatika)
- osnove tehnologije tesnjenja
- materiali in površine

- ohranjanje energije, trenje, obraba
- simulacije
- standardizacija, predpisi, postopki preskušanja
- uporaba in praksa

Vzporedno s konferenco bo organizirana priložnostna razstava.

Kontaktna oseba:

Fachverband Fluidtechnik im VDMA
18th ISC

Dr. Christian Geis

Postfach 71 08 64

60498 Frankfurt/Main, Germany

tel.: +49 (0) 69 66 03-1318

faks: +49 (0) 69 66 03-2318

e-pošta: christian.geis@vdma.org

Vir: Geis, Ch.: *18th ISC – International Sealing Conference Stuttgart 2014 – VDMA – Fluidtechnik – Press Release, 2013-11-20*

A. Stušek, uredništvo revije Ventil

Rusija – motor razvoja Evrope

»V primerjavi z drugimi trgi gre za evropsko industrijo gradbenih strojev na ruskem trgu zelo dobro,« je izjavil Ralf Wenzel, generalni sekretar Evropskega združenja gradbene industrije CECE ob otvoritvi strokovnega sejma CTT, ki je potekal od 4. do 7. junija letos v Moskvi. Eno od treh vrtljivih stolpnih dvigal, ki se trenutno izdelajo v Evropi, gre v Rusijo. Državni in privatni projekti v naftni in plinski industriji, infrastrukturni

in stanovanjski gradnji dodatno pospešujejo povpraševanje. Gradbena dvigala, mešalniki betona in betonske črpalke se množično kupujejo. Le nakup strojev za gradnjo cest se je v prvem četrtletju 2013 precej znižal. »Kljub temu ostaja Rusija še naprej najpomembnejši motor razvoja Evrope,« ugotavlja Wenzel. Situacija v evropski industriji gradbenih strojev se v prvem četrtletju 2013 skoraj ni spremenila. Južna Evropa čaka na

luč na koncu predora, medtem ko sta severna in centralna Evropa še kar v redu. V prvem četrtletju 2013 je prodaja strojev za gradnjo cest in premikanje zemlje padla za 20 do 30 % v primerjavi s prejšnjim letom. Porast prodaje je opazen le na nekaterih posebnih trgih, kot so: Rusija, Skandinavija in Turčija ali Nemčija.

Po O + P 57(2013) 7–8, str. 8

John Deere – kakovostna oprema za kmetijstvo

Svetovno uveljavljeno mednarodno podjetje *John Deere* ima svoje tovarne v 18 državah sveta in 67 000 sodelavcev. Sedež podjetja in osnovni obrati so v ZDA in Evropi, pa tudi na Kitajskem, v Indiji, Južni Ameriki in Južni Afriki. V letu 2012 je skupni promet dosegel 26,16 milijard USD. Pri tem je 75 % vrednosti opreme za kmetijstvo in osnovno nego rastlin. Dnevno John Deere investira 5 milijonov USD v raz-

iskave in razvoj. V Nemčiji deluje na šestih lokacijah. V Mannheimu izdelujejo dve vrsti traktorjev, kombajne in poljske rezilnice, v Bruchsalu pa kabine. Dodatni proizvodni obrati so še v Gummersbachu (kosilnice), obrat v Stadtlouhnu in tehnološki center v Kaiserslauternu. Proizvodnja v Evropi je koncentrirana v posebnih skupinah: v Franciji izdelujejo motorje, na Nizozemskem poljske škropilnice in na

Finskem gozdne stroje. V Mannheimu od leta 1921 montirajo traktorje – trenutno ima John Deere v Nemčiji 20-odstotni tržni delež (www.deere.de). Letno tukaj 4 000 sodelavcev izdelava okoli 40 000 traktorjev z močjo med 50 in 150 kW. Od tega jih okoli 18 % izvozijo v Severno Ameriko, 50 % pa prodajo v Zahodni Evropi. Goni la izdelujejo v Mannheimu.

Po O + P 57(2013) 7–8, str. 13

Eaton na Češkem

Konec julija 2013 je svetovno znano podjetje na področju fluidne tehnike *Eaton* pričelo z gradnjo sodobnega inovacijskega centra v češkem mestu Rastoky. Slavnostnemu začetku del so poleg regionalnih predstavnikov firme Eaton prisostvovali tudi župan

mesta Rastoky, visoki predstavniki Češke tehniške univerze (CVUT) ter vodstveni organi podjetij *Czech Invest* in gradbenega podjetja *Trigma*. Nova zgradba naj bi bila zgrajena do konca leta 2014, center pa bi pričel delovati v začetku leta 2015.

Eaton ne investira samo v gradnjo nove zgradbe, ampak bo zagotovil tudi kvalificirane strokovnjake – tuje in domače.

Po Fluid 45(2013)9 – str. 6

Sauer-Danfoss je sedaj Danfoss

Firma Sauer-Danfoss je spremenila ime v *Danfoss*, vendar še naprej ponuja inovativne rešitve za hidravlične sisteme in naprave na različnih

področjih industrije in gospodarstva, zagotavlja tehnično kompetenco in servis, ki ste ga pri njej navajeni.

Novi *Danfoss* je močna globalna korporacija, ki združuje specialiste hidravlike v enem podjetju.

Po Fluid 45(2013)9

Cinkarna Celje – Poslovna enota Polimeri

Janez TUŠEK

Spoštovani direktor g. Darko Košak, prosim vas, da za bralce revije VENTIL odgovorite na nekaj vprašanj, da bolje spoznamo vaše uspešno in inovativno podjetje, dejavnost, poslanstvo in pomen vašega podjetja v slovenskem in globalnem prostoru. Predvsem nas zanima tisti del vašega podjetja, ki pokriva področje fluidne tehnike, ki jo lahko uvrstimo tudi na področje mehatronike.

Ventil: Poslovna enota Polimeri je del podjetja Cinkarna Celje, ki ima zelo bogato in dolgo zgodovino. Prosim, da na kratko predstavite vaše matično podjetje, njegovo zgodovino, dejavnost, število zaposlenih, vaše trge, kupce in drugo.

D. Košak: Ko govorimo o našem podjetju, lahko s ponosom povem, da ima 140-letno zgodovino. Pričeli so z metalurgijo, predelavo cinkove rude in kasneje dodali še področje

kemije. Podjetje se je vseskozi spreminjalo, tudi rastlo do 2600 zaposlenih. Danes imamo 1000 zaposlenih in šest poslovnih enot z različnimi programi ter Razvoj, Vzdrževanje, Marketing, Skupne službe. Tudi proizvodov je cela vrsta. Najpomembnejši so: pigment titan dioksid, cink titanova pločevina, grafični proizvodi, laki in barve, proizvodi za gradbeništvo, za zaščito rastlin ter proizvodi za zaščito nosilnih konstrukcij pred različnimi kemičnimi in mehanskimi

vplivi. Smo podjetje, ki se je vseskozi posodabljal tako v tehnološkem kot tudi ekološkem smislu. Danes smo sodobno podjetje, ki se trudi za kvaliteto proizvodov in zadovoljnega kupca. Posebej skrbimo za ekologijo in svojo okolico, saj nam ni vseeno, kakšno bo naše okolje jutri.

Ventil: Kaj je v preteklosti botrovalo odločitvi, da ste ustanovili poslovno enoto Polimeri?



Cinkarna Celje



PTFE izdelki

D. Košak: Poslovna enota Polimeri je nastala iz notranje potrebe po zaščiti nosilnih kovinskih in armirano-betonskih konstrukcij in elementov. Ustanovljeni smo bili pred 30 leti, ko so naši predhodniki ugotovili, da lahko rešujemo težave na proizvodnih sredstvih z lastnim znanjem. Najprej so skrbeli le za lastne proizvodne procese, kasneje pa so svoje znanje pričeli tržiti tudi izven matičnega podjetja. Ker je Cinkarna v osnovi kemična industrija, smo si nabrali zelo veliko izkušenj, ki jih poskušamo preliti tudi v bližnjo in daljno okolico.

Ventil: Dejavnost vašega podjetja je povezana predvsem z najrazličnejšimi kemičnimi, delno metalurškimi in delno tudi s strojniškimi procesi. Koliko je pri vas še prisotno strojništvo v klasičnem smislu in mogoče v novem času mehatronika in drugi sodobni strojniški procesi, postopki in dejavnosti?

D. Košak: Sedaj govorimo o poslovni enoti Polimeri. Sami ste lahko opazili, da so naši proizvodi zelo kompleksni. V njih je veliko znanja in tudi dodane vrednosti. Strojništvo

kot stroka je seveda naša osnova. Doseganje konkurenčnosti pa nas sili v zmanjševanje vloženega dela v proizvod. Tu se srečamo z avtomatizacijo in tudi z robotiko. Počasi dvigamo dodano vrednost, vendar nam zadnje desetletje recesije ni omogočalo hitrejšega razvoja. Zelo dobro vemo, da je nadaljevanje posodabljanja procesov v smeri, ki ste jo omenili, nujno.

Ventil: Prosim vas, da predstavite vaše najpomembnejše proizvode, da

mogoče s sliko ali shemo predstavite delovanje teh vaših sklopov, njihove osnovne značilnosti, njihovo uporabo v praksi, področja, kjer se ti sklopi uporabljajo, in seveda materiale, ki te sklope sestavljajo.

D. Košak: Pri takšnem vprašanju je vedno izziv, kako na kratko predstaviti vse, kar zmoremo. Naj tokrat poskusim najprej z materiali, ki jih obvladujemo. To sta: politetrafluoretilen, ki ga najbolj poznamo pod trgovskim imenom teflon. To je čudovit polimer z odličnimi lastnostmi, ki jih izkoriščamo v inženirski praksi. Pojavlja se v različnih oblikah in z značilnimi fizikalnimi lastnostmi. Z obvladanjem tehnologije vgrajevanja tega materiala smo razvili najrazličnejše izdelke. Izstopajo izdelki, ki sestavljajo sisteme za pretok agresivnih medijev. Sem spadajo teflonirani krogelni ventili, prikazani na *sliki*, loputasti teflonirani ventili, vsi elementi, ki jih potrebujemo za gradnjo cevovoda, elementi za opazovanje pretoka, različni cevni reaktorji, izmenjevalci toplote, teflonirane gibljive cevi, najrazličnejši teflonirani elementi, ki so potrebni v procesni industriji, ter mnogi elementi po načrtih in naročilu kupca. Dosti teh elementov tudi vgrajujemo v objekte pri naših kupcih. Vgrajeni sistem je prikazan na *sliki*.

Naslednji pomemben material je guma. To je elastomer, izdelan iz različnih elastomernih gradnikov. Z gumo ščitimo nosilne kovinske



Krogelni ventil



Montaža cevi

in armiranobetonske izdelke pred delovanjem kemične in mehanke agresije. Vgrajeno gume lahko vulkaniziramo v dveh avtoklavah v delavnici ali pa tudi pri kupcih v samem proizvodnem procesu.

Ventil: V današnjem času brez inovacij, patentov in izboljšav dolgoročno ne more praktično preživeti nobeno podjetje, ki posluje na trgu končnih produktov. Vaša proizvodnja je maloserijska, skoraj unikatna in seveda tudi inovativna. Kako vi vodite to področje, kako motivirate zaposlene in koliko inovacij se v vašem podjetju rodi v enem letu?

D. Košak: Res je. Večina naših proizvodov je plod znanja, ki se je plemenitilo od vsega začetka. Večina postopkov v proizvodnji je unikatnih in so rezultat naših zaposlenih. Menim, da je inovatorstvo proces, ki ga je potrebno skrbno negovati. Na ravni celotnega podjetja imamo vpeljan zelo dober sistem za zaje-manje in nagrajevanje idej. Vseskozi pa je potrebno spodbujati zavedanje, da smo odvisni od svojega znanja in spretnosti. Vsakodnevno zaznavamo ideje in majhne spre-

membe, ki na koncu prinesejo pozitiven rezultat. Iz vseh teh idej pa na leto natančneje obdelamo okoli 20 idej, za katere so naši sodelavci že prejeli priznanja.

Ventil: Mnogim podjetjem in tudi posameznikom je zelo pogosto odveč uvajanje sistemov za zagotavljanje kakovosti po raznih standardih in ko so ti uvedeni, se je pogosto zelo težko ravnati in delovati po njihovih

pravilih. Pri vas ste verjetno morali zaradi zahtevne proizvodnje zelo zgodaj vpeljati sisteme kakovosti in tudi druge certifikate in se ravnati po številnih standardih. Kako vam to uspeva in kako vam je zaposlene uspelo prepričati, da delujejo v skladu s standardi?

D. Košak: Vrača se le zadovoljen kupec. Kakovost je tu seveda na prvem mestu. V celotnem podjetju smo z veliko vloženega dela uspeli pridobiti certifikat kakovosti ISO 9001, na podlagi katerega uspevamo zagotavljati kakovost. Seveda pa sam certifikat brez vpeljanega sistema za vzdrževanje kakovosti ni dovolj. Zaradi izjemno veliko sestavnih elementov, ki morajo zadostiti kriterijem kakovosti, negujemo sistem avtokontrole. Deluje preprosto. Vsak je odgovoren za kvaliteto izdelka, ki ga trenutno izdeluje. Seveda mora natančno vedeti, kako ga narediti, kakšen mora biti in kako ga preveriti. Vpeljevanje takšnega sistema ni enostavno, zahteva veliko znanja, strpnosti in potrpežljivosti. Seveda se trud na koncu izplača.

Certifikat kakovosti pa ni dovolj. Pridobili smo tudi okoljski certifikat ISO 14001 in certifikat za varno delo BS OHSAS 18001. Polimeri pa smo pridobili tudi certifikat PID o tlačni regulativi, ki nam omogoča uporabljati znak CE, pomeni pa varno uporabo izdelka, ter certifikat EX, ki nam dovoljuje uporabo izdelkov



Ekstruzija in stiskanje PTFE



Gumiranje opreme

v eksplozijsko nevarnih območjih. S tem nikakor nismo končali. V procesu pridobivanja imamo še certifikate, ki nam bodo omogočali dostop do novih kupcev.

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

Menim, da Cinkarna kot celota preživlja krizo precej uspešno. Recesija pa za Polimere pomeni manj kupcev, ki kupijo le visoko kvalitetno blago, le tisto, kar trenutno potrebujejo, in to bi plačali čez nekaj mesecev. V teh norih časih se izjemno zastruje tudi konkurenca. Na krizo smo odgovorili z optimaliziranjem proizvodnih procesov, posodabljanjem opreme, zniževanjem stroškov in širjenjem prodaje na trge, kjer še nismo bili. To slednje je najtežje. Lahko ste prepričani, da je tam že polno ponudnikov izdelkov, podobnih našim. Napredujemo le s trdim in potrpežljivim delom. To slednje naj bo tudi naš nasvet za izhod iz krize. Udobnejšega recepta na našo žalost ne poznamo.

Ventil: Vse razvite države v svetu, Evropska skupnost in tudi Slovenija namenjajo kar nekaj denarja za raziskave in razvoj oziroma za sofi-

nanciranje raziskovalnih in razvojnih projektov. Ali se vaše podjetje prijavlja na javne razpise za raziskovalne projekte, kako je na tem področju uspešno in kaj vi menite o takšnem načinu sofinanciranja raziskovalno-razvojnega dela? Oziroma: kaj je na splošno vaše mnenje o subvencijah, ki zadnje čase razburjajo slovensko podjetniško javnost?

D. Košak: Razvoj je pri nas domena celotnega podjetja. Na razpise za sofinanciranje raziskovalnih in razvojnih projektov se prijavljamo vedno, kadar sovpadajo z našimi siceršnjimi nalogami. Glavni razlog za to pa je predvsem v možnosti prenosa znanja in sodelovanja z inštituti in sorodno industrijo.

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

D. Košak: Naše podjetje je zainteresirano za delo znanstvenih inštitucij,

usmerjeno v reševanje praktičnih problemov oziroma razvoj konkretnih novih izdelkov. Kakšen je način za realizacijo tega cilja, pa je vseeno. Možnosti je vsekakor več.

Ventil: Samo slovenski trg je za vsako uspešno podjetje premajhen. Kje so vaši trgi in kupci? Ali osvajate trge tudi v tujini? Kako prepričate tuja podjetja, da so vaši produkti kakovostni in da vam lahko zaupajo?

D. Košak: Z odgovorom se bom osredotočil le na PO Polimeri. Čeprav smo majhna, fleksibilna enota v okviru CC, je za nas slovenski trg premajhen. Kupce iščemo vsepovsod okoli nas. Tako v deželah Evropske skupnosti kot tudi v deželah na Balkanu. Delujemo na področju, kjer ima naša konkurenca mnogo daljšo tradicijo, priznana ime in preizkušene izdelke. Blagovno znamko, ki pomeni tradicijo in kvaliteto, je potrebno skrbno in strpno graditi. Napredujemo sicer počasi, vendar vztrajno. Vse skupaj poteka nekako tako: prvo leto te poslušajo, drugo opazujejo in tretje, morda že drugo, če si dovolj vztrajen, preizkusijo tvoj izdelek. Če verjameš v svoj izdelek, potem posli stečejo.

Ventil: Glede na vašo proizvodnjo morate verjetno zelo močno skrbeti za okolje in za zaposlene. Katere certifikate imate in katere presoje ste morali prestati?

D. Košak: V podjetju vzdržujemo sisteme po: ISO 9001, ISO 14001, EMAS (PE Kemija Mozirje), BS OHSAS 18001, SIST IEC 17025, POR (Program odgovornega ravnanja z okoljem), Green Light (potrdilo o odgovornem ravnanju z energijo), HASAP in imamo vrsto certifikatov za konkretne proizvode.

Ventil: Najlepša hvala za odgovore in uspešno poslovanje tudi ne v prihodnje.

Prof. dr. Janez Tušek
UL, Fakulteta za strojništvo

Acoustic Emission Investigation of Cracks on Engraving Tool Steel Inserts

Dragan KUSIĆ, Aleš HANČIČ, Rajko SVEČKO, Tomaž KEK, Janez GRUM

Abstract: In daily industrial production of different plastic products, we often have to deal with various defects that occur on the molds primarily as a result of material wear and tear, improper storage and improper settings on the injection molding machine. In the phase of testing plastic materials, we often use different inserts that are made from standard tool steels, such as OCR12VM. In the case of tool steel inserts, after a few years of usage, micro-cracks can occur and they can later quickly spread in proportion to the applied loading. We know that we can detect the formation of cracks on the tool steel inserts with the help of different non-destructive testing methods. Therefore, the purpose of this paper is to present a detailed review of the applicability of the acoustic emission (AE) method for the detection of cracks on a tool steel insert during a regular molding production cycle of standard test specimens. In this paper, we focused exclusively on the acoustic emission signal acquisition with the use of two resonant 150 kHz piezoelectric AE sensors on those tool steel inserts that were already affected by macro-cracks. The obtained acoustic emission results from such tool steel inserts were compared with those obtained from brand new tool steel insert. The final acoustic emission results from the crack defected tool steel insert revealed, as expected, that the energy and intensity of the captured AE signals are higher compared with the ones that were captured on the brand new engraving insert under the same processing conditions.

Key words: Acoustic emission, tool steel insert, cracks, test specimens, PZT sensors.

1 Introduction

Injection molding is a well-known plastic manufacturing process where heated molten plastic material is forced into a mold cavity under high pressure. The plastic material solidifies into a shape that has conformed to the contour of the mold. Nowadays, it is still regarded as the most important and very popular manufacturing process because of the simple operation steps. A typical production cycle begins when the mold closes, followed by

the injection of the plastic into the mold cavity. Once the cavity is filled, additional pressure compensates for material shrinkage. In the next step, the screw turns, feeding the next shot to the front screw tip. This causes the screw to retract as the next cycle is almost prepared. Once the molded part is sufficiently cooled, the mold opens, and the part is finally ejected. An example of a typical injection molding machine

is shown in Fig. 1. Like in all today's industrial manufacturing processes, the injection molding process can produce plastic parts which have poor quality and therefore are characterized as bad ones. In the field of injection molding, the first signs of micro-cracks can occur on the mold during long term production, and that usually causes the production of bad parts. In such cases, if a proper inspection inside the com-



Figure 1. Example of a typical injection molding machine

Dragan Kusić, univ. dipl. inž., dr. Aleš Hančič, univ. dipl. inž., both TECOS Slovenian Tool and Die Development Centre, Celje; prof. dr. Rajko Svečko, univ. dipl. inž., University of Maribor, Faculty of Electrical Engineering and Computer Science; doc.dr. Tomaž Kek, univ. dipl. inž. prof. dr. Janez Grum, univ. dipl. inž., both University of Ljubljana, Faculty of Mechanical Engineering

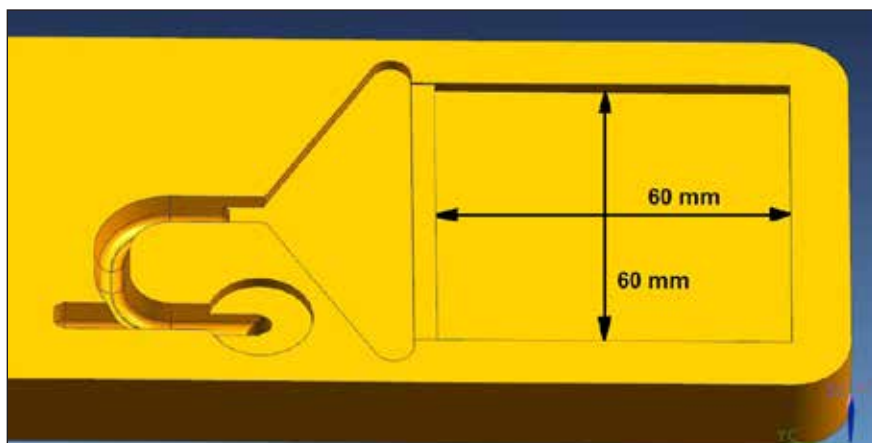


Figure 2. CAD model of the tool steel insert that was used for experiments

pany is not provided, a whole series of newly produced parts can be rejected. This can lead to a heavy economical loss for the production company. The location and advancement of a possible crack on the tool steel insert can be detected with the use of the acoustic emission technique, as was already reported by many researchers [1-5]. The primary objective of monitoring the crack advancement with the acoustic emission method is to obtain useful information about the quality of tool steel inserts which guarantees good quality of the produced test specimens.

■ 2 Experimental procedure

Acoustic emission signals were captured during the production cycle of standard test specimens that were intended for the shrinkage evaluation of various plastic materials. The main aim was to analyze the influence of a possible crack located in the tool steel insert on the captured acoustic emission signals. After finishing the experiment on a tool steel insert with a macro-crack, we repeated the experiment under the same processing conditions on a brand new tool steel insert. In this way, we could compare the captured acoustic emission signals. The captured acoustic emission signals were then correlated with the quality of the produced test specimens. The acoustic emission measurement system AMSY-5 from Vallen-Systeme GmbH was used for capturing and

analyzing the AE signals. Two piezoelectric AE sensors VS150-M (resonant at 150 kHz) were mounted with silicone grease and two sensor holders on the tool steel insert from both sides. Both PZT sensors were connected via two preamplifiers AEP4 with a fixed gain of 40dB on the first and second channel of the AMSY-5 measurement system. While evaluating the acquired AE signals, we focused on their maximal amplitudes and energy values during the filling and packing stages. The CAD model of the tool steel insert for the production of standard test specimens is shown in Fig. 2.

If we want to produce standard test specimens of good quality, the process parameters must be set correctly. Before the start of the experiment,

it was necessary to select and fix the following process parameters: in the course of the experiment, the injection pressure was set to 1100 bar and the holding pressure was set to 500 bar. On the new tool steel insert, the melt temperature in the cylinder was set to 230 °C and the injection speed was set to 50 mm/s. On the tool steel insert with a macro-crack, the melt temperature was set to 240 °C and the injection speed was 45 mm/s. The main criterion for the quality of the produced test specimens was chosen to be the amount of shrinkage in longitudinal and transverse directions of the melt flow.

■ 3 Experimental results

In the first part, we carried out the experiments on a brand new tool steel insert. In the second part, a tool steel insert with visible signs of a macro-crack was used. To provide similar processing conditions in both cases, we used the same polypropylene material from Sirmax manufacturer (H40 C2 FNAT) which is mainly used in the automotive industry. After the test specimens were produced, they were scanned after 24 hours with an optical 3D digitizer ATOS II SO. This industrial 3D optical digitizer has two high-resolution CCD cameras (1280x1024 pixels), as shown in Fig. 3.



Figure 3. Optical 3D digitizer ATOS II SO with two high-resolution CCD cameras

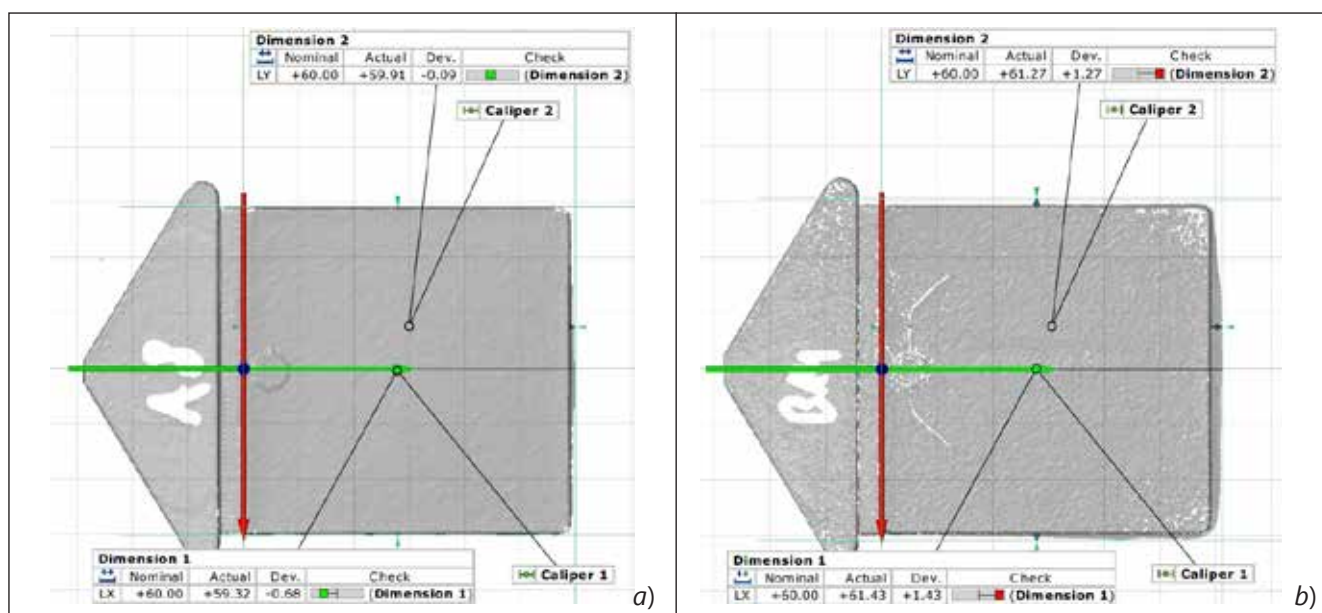


Figure 4. Scanned test specimens (a) specimen 8 produced on a new tool steel insert, (b) specimen 14 produced on a tool steel insert with visible signs of a macro-crack.

Once the test specimens are digitized, the measured data can be saved and used later on. Usually, we are interested in individual measuring values and sections across the test

specimen. Larger deviations and/or dimensional changes compared to the nominal ones are easy to verify and control. Optical 3D digitizer is based on the principle of capturing

images with the camera which then, with the help of an appropriate program, prepares a computer model. The accuracy that can be achieved with these digitizers depends largely on the quality of the camera which records the desired object. Of course, in a very small precision scale, the accuracy also depends on the wavelength of the light. The biggest advantage of the 3D digitizer from Fig. 3 lies in the extremely rapid procedure of digitizing and excellent precision (the precision declared for

very small objects is up to 2 microns). Examples of the produced and later scanned test specimens, one from a brand new tool steel insert and one from an insert with a visible macro-crack, are shown in Fig. 4.

As can be seen in Fig. 4b, test specimen 14 has a clearly visible macro-crack. Also, both dimensions are outside of the nominal 60 mm in the longitudinal (1.27 mm) and transverse (1.43 mm) directions. In Fig. 4a we can see that test specimen 8 is within the prescribed tolerances (59.91 mm in length and 59.32 mm in width) and with no visible defects.

The advantage of scanning the test specimens is that the quality of the surface and its deviations can be compared to the flat (ideal) surface, as shown in Fig. 5. By comparing both scanned test specimens in Fig. 5, we can see in Fig. 5b that—compared to the ideal surface—there are significant surface deviations which are within the range of 0.17 mm in the exact place of the macro-crack. The acoustic emission signal intensity is proportional to signal energy [6-7] and defined by an integral of signal square

$$E_{AE} = \int_0^{\infty} |V(t)|^2 dt \quad (1)$$

The amplitudes of the acoustic emission signals can be given in

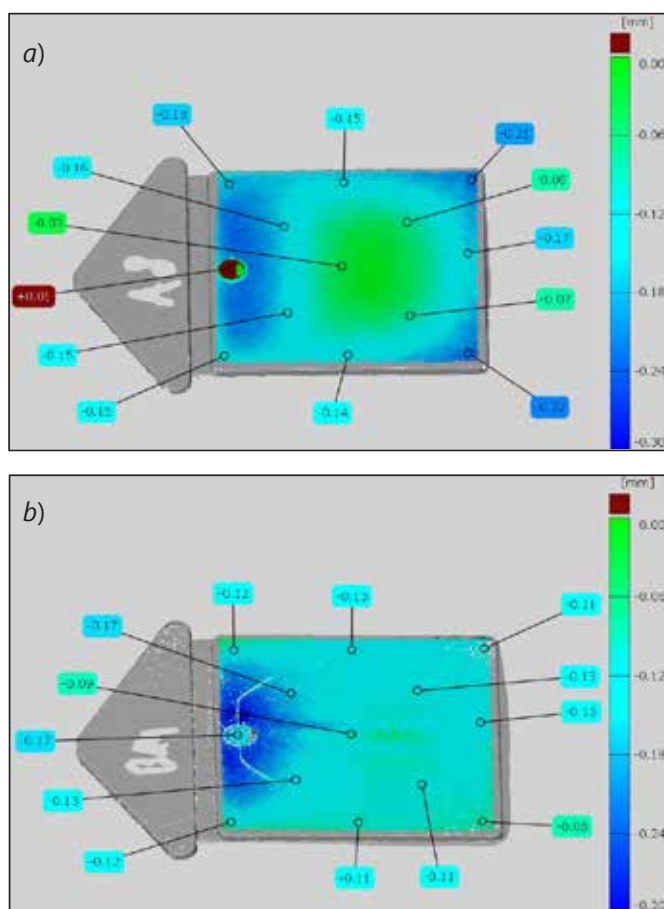


Figure 5. Measuring surface deviations on (a) test specimen 8 produced on new tool steel insert, (b) test specimen 14 produced on tool steel insert with visible signs of a macro-crack.

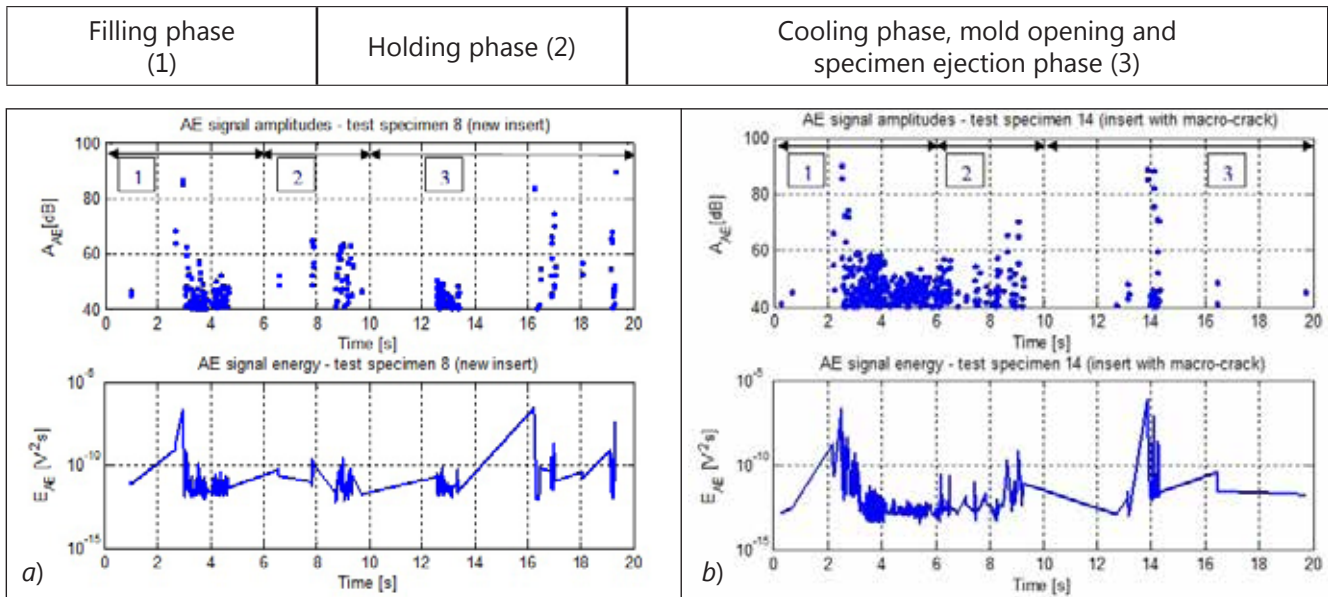


Figure 6. Captured AE signals during the production of (a) test specimen 8 (new insert), (b) test specimen 14 (insert with a macro-crack).

the form of voltage, but it is usually converted into decibels with the following equation

$$A_{AE} = 20 \log \left(\frac{|V(t)|}{V_r} \right) \quad (2)$$

where $V(t)$ is the maximal measured voltage of the AE signal and V_r is the reference input voltage on preamplifier which was in our case equal to 0.001 mV. By measuring the simple waveform parameters, such as energy, amplitude, hits, counts etc., of the acquired AE signals, we can obtain useful information about the AE source intensity and its seriousness. In this way, we can determine if the tool steel inserts' quality is still good or if it is necessary to replace them in the near future. Acoustic emission energy measurements are important especially in those cases where the measured AE signal amplitudes are low. By squaring the captured AE signal burst, a simple pulse is produced and consequently the hit counting is simplified, which is clearly visible in Fig. 6. The peak AE signal amplitudes are normally related to the intensity of one or more AE sources which in our case are the macro-cracks located on the tool steel insert. In past research works [6], correlations between total counts, count rate and various fracture mechanics parameters (for example

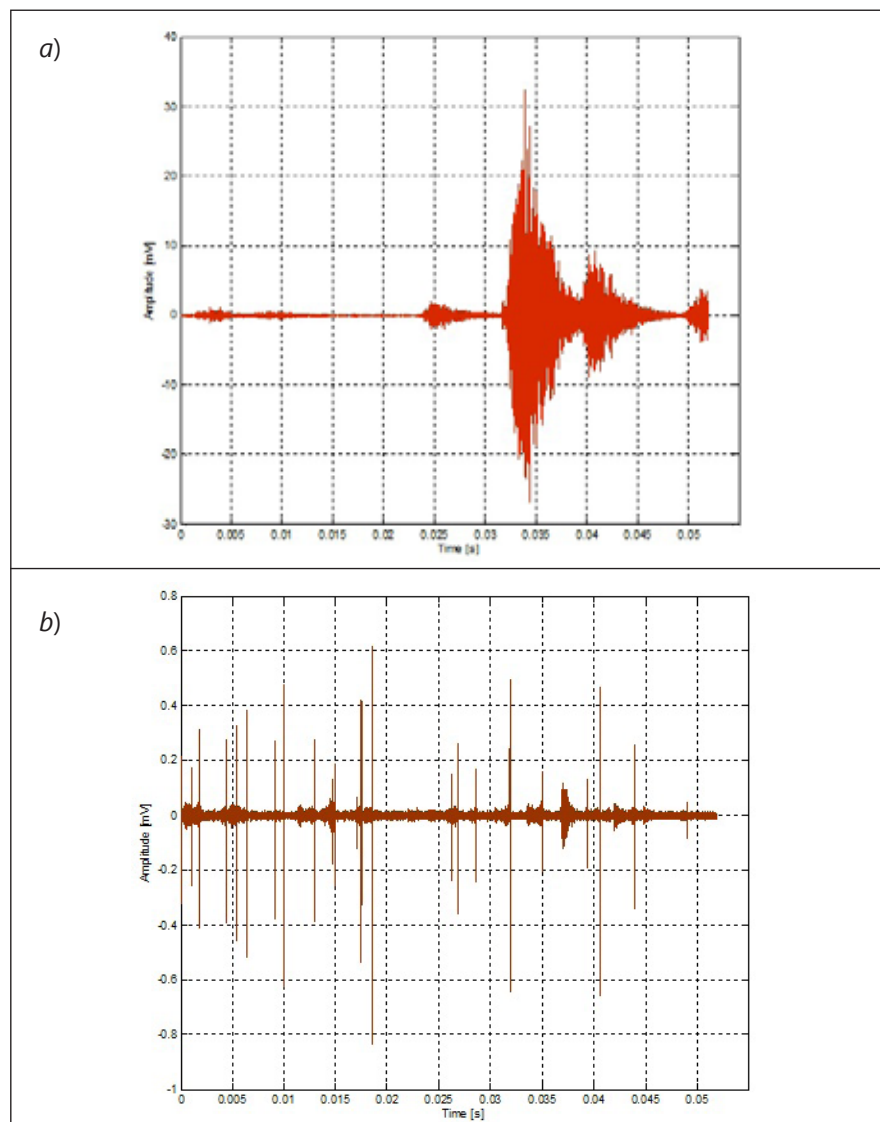


Figure 7. Maximal amplitude values of the captured AE signals during the production of test specimen 14 (a) injection phase, 1100 bar, (b) holding phase, 500 bar.

the stress intensity factor) have been established and can be expressed by the following equation

$$N \cong K^n \quad (3)$$

where K is the stress intensity factor, N is the total number of counts and n is a constant value between 2 and 10. The fatigue crack propagation rate is defined by

$$\frac{dN}{dc} \cong \frac{da}{dc} \quad (4)$$

where a is the crack size, c is the number of cycles and N is the total number of counts.

Fig. 6 shows the amplitudes and the AE signal energy during the production of test specimens 8 and 14. On the tool steel insert with a macro-crack, a significant increase in the number of detected AE signals in the filling phase can be seen (Fig. 7a), which is due to the filling of the polymer melt through macro-cracks until the test specimen is filled. This transition of the melt through the macro-cracks is even more evident in Fig. 7b where rapid transitions of the AE signal from 0.2 mV (46dB) to 0.81 mV (58.2 dB) can be clearly seen.

Based on a detailed comparison of the captured AE signals from both tool steel inserts from Fig. 6, we found that a higher number of AE signals was present during the production of test specimen 14 on the tool steel insert with visible signs of macro-cracks. During the production of test specimen 14, we

can clearly notice higher amplitude and energy values of the captured AE signal in the filling and packing phases (Fig. 7).

4 Conclusion

The aim of this research work was to determine to what an extent it is possible to detect the presence of macro-cracks on engraving tool steel inserts with the AE method by conducting a close comparison between the captured AE signals obtained from a new tool steel insert and those from a tool steel insert with visible cracks under the same processing conditions. From our experimental results, we were able to obtain useful information about the presence of macro-cracks during the production of standard test specimens. In the filling stage of the production of test specimens with both inserts, we found that there was a more apparent difference in the number of detected AE signals during the phase of the injection of the commercial polypropylene material in favor of the tool steel insert with visible signs of macro-cracks. Also, the results clearly show the difference in the maximum amplitudes during the filling and holding phases, as well as in the energies of the captured AE signals. As can be seen from the practically obtained results from the captured AE signals, we can successfully use the AE method for detecting fractures on tool steel inserts, which is an important advantage of this nondestructive testing method.

References

- [1] Cao J., Luo H., Han Z.: Acoustic emission source mechanism analysis and crack length prediction during fatigue crack propagation in 16Mn steel and welds, *Procedia Engineering*, Vol. 27, 2012, 1524-1537.
- [2] Biancolini M.E., Brutti C., Paparo G., Zanini A.: Fatigue cracks nucleation on steel, acoustic emission and fractal analysis, *International Journal of Fatigue*, Vol. 28, 2006, 1820-1825.
- [3] Moorthy V., Jayakumar T., Raj B.: Influence of micro structure on acoustic emission behavior during stage 2 fatigue crack growth in solution annealed, thermally aged and weld specimens of AISI type 316 stainless steel, *Materials Science and Engineering: A*, Vol. 212, 1996, 273-280.
- [4] Mukhopadhyay C.K., Sasikala G., Jayakumar T., Raj B.: Acoustic emission during fracture toughness tests of SA333 Gr.6 steel, *Engineering Fracture Mechanics*, Vol. 96, 2012, 294-306.
- [5] Berkovits A., Fang D.: Study of fatigue crack characteristics by acoustic emission, *Engineering Fracture Mechanics*, Vol. 51, 1995, 401-416.
- [6] Vallen H.: *Acoustic Emission Testing: Fundamentals, Equipment, Applications*, Vol. 6, Castell Publication Inc., Wuppertal, 2006.
- [7] Miller R.K., Hill E.v.K., Moore P.O.: *Nondestructive Testing Handbook*, Third edition, Vol. 6, Acoustic Emission Testing, American Society for Nondestructive Testing, Inc., 2005.

Analiza signalovakustične emisije, ki so posledica razpok na vložkih orodij za brizganje plastike

Razširjeni povzetek

V vsakodnevni industrijski proizvodnji različnih plastičnih izdelkov imamo velikokrat opravka z raznimi napakami, ki nastanejo na brizgalnem orodju predvsem kot rezultat obrabe oz. luščenja materiala, nepravilnega skladiščenja brizgalnega orodja ter neustreznih nastavitvev procesnih parametrov na brizgalnem stroju. V fazi testiranja raznovrstnih termoplastičnih materialov se običajno uporabljajo različni orodni vložki, ki so narejeni iz standardnega orodnega jekla, kot npr. OCR12VM. V primeru gravurnih orodnih vložkov se po nekaj letih uporabe lahko v zgodnji fazi pojavijo prve mikro- oz. makrorazpoke, ki se lahko kasneje hitro

razširijo glede na stopnjo obremenitev pri nadaljnji uporabi. S pomočjo različnih neporušitvenih testnih metod lahko uspešno odkrivamo že obstoječe kot tudi novo nastale razpoke na gravurnih orodnih vložkih. Iz tega razloga je glavni namen tega prispevka nekoliko podrobneje predstaviti uporabnost metode akustične emisije (AE) za odkrivanje razpok na gravurnem orodnem vložku med klasičnim proizvodnim ciklom, tj. brizganjem standardnih testnih ploščic. V tem prispevku smo se osredotočili izključno na zajem signalov akustične emisije s pomočjo dveh resonančnih 150 kHz piezoelektričnih senzorjev akustične emisije na takšnem gravurnem orodnem vložku, ki je že načrt z vidno makrorazpoko. Dobljeni rezultati akustične emisije na poškodovanem gravurnem orodnem vložku so bili nato primerjani pod istimi procesnimi pogoji še s popolnoma novim gravurnim orodnim vložkom. Končni rezultati akustične emisije, pridobljeni na gravurnem orodnem vložku z makrorazpoko, so pokazali, kot je bilo pričakovano, da sta energija in intenzivnost zajetih AE-signalov višji v primerjavi s tistimi, ki smo jih posneli na povsem novem gravurnem orodnem vložku pod enakimi procesnimi pogoji, kar potrjuje uporabnost metode akustične emisije za odkrivanje in kasnejše lociranje napak na gravurnih orodnih vložkih.

Ključne besede: akustična emisija, gravurni orodni vložek, razpoke, testni vzorci, piezoelektrični senzorji

Acknowledgement

The research work was partly financed by the European Union, European Social Fund, and by the Slovenian Ministry for Higher Education, Science and Technology.

 **JAKŠA**
MAGNETNI VENTILI
od 1965

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



www.jaksa.si



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

Accurate Modeling and Identification of Servo-Hydraulic Cylinder Systems in Multi-Axial Test Applications

LINGJUN LI, THOMAS THURNER

Abstract: Servo-hydraulic control is regarded as a key technology in most mechanical testing systems for the investigation of strength and fatigue properties of materials, mechanical components and structures. High performance but robust control strategies are necessary as part of the test control system to ensure high test quality and reproducible test results which are of special importance when considering multi-axial component tests using high channel count test rigs with several active and synchronously operating servo-hydraulic test cylinders. Such high performance multidimensional control algorithms demand sufficient information about the dynamic characteristics of the used test cylinders, the test rig and – at least as a good estimate – of the device under test. In this paper we introduce a special kind of identification strategy for deriving accurate mathematical models for a class of commonly used servo-hydraulic test cylinders: low-cost symmetric test cylinders with significant friction. In order to accurately describe the dynamics of the servo-hydraulic cylinder system, we first build a mathematical model of the system which includes some still unknown parameters. These unknown parameters are determined by utilizing a special identification scheme based on the black box identification method to estimate initial values of the unknown parameters, followed by the grey box identification method for accurately estimating the complete cylinder system model. The developed black-grey box identification method delivers accurate information on the cylinder dynamics. The comparison between simulation results and measured data from real world experiments demonstrates the high accuracy of the derived servo-hydraulic cylinder system model, and thus validates the effectiveness of the developed system identification method.

Keywords: Electro-hydraulic servo system, servo-hydraulic test cylinder, fatigue test, friction, system modeling, system identification, simulation

■ 1 Introduction

Multi-axial testing systems with servo-hydraulic test cylinders and dedicated control systems are widely used in experimental mechanics and related test applications because of their advantages, such as high energy density, good linearity, little dead zone, high sensitivity, fine dynamic performance, fast response, high precision and so on. With further development of the electro-hydraulic servo control technology due to

the higher demands on the industrial testing system performance, their application fields and ranges are expanding constantly. Consequently, the electro-hydraulic transmission and control systems become more and more complex and the requirements on their control algorithms become higher and higher. For instance, the duration and/or the costs of mechanical tests should remain low, but with increased test precision and reproducibility it is necessary to ensure high suppression of external disturbances and the ability to cope with non-linearities and time dependency in the actuator dynamics and the overall plant. Furthermore, regarding multi-axis electro-hydraulic servo control sys-

tems, severe coupling of the used control axes can appear in combination with non-ideal mechanical link elements. These effects have to be considered in the development and implementation of such test control systems and control strategies. It is further essential for any test engineer to understand the dynamic characteristics of the used test equipment and the plant in order to be able to setup such a test system with optimum dynamic response, control precision and working reliability.

Throughout this paper, we describe a certain kind of system identification for building mathematical models for a commonly used class

Lingjun Li, MSc.; Dr. Thomas Thurner, both Institute of Lightweight Design, Graz University of Technology, Austria

of servo-hydraulic test cylinder systems with significant friction. These test cylinder systems are composed of the cylinder itself, with a mechanically guided and sealed cylinder rod, the servo-valve and the distance and/or force measurement. Our proposed black-grey-box modeling process, based on system identification experiments, can build and parametrize an accurate model of the dynamic properties of these cylinder systems to enable sufficient actuator knowledge as demanded by high performance but robust test control algorithms in dynamic multi-axial test rigs.

■ 2 Related Work

Based on a brief discussion of the modeling and identification processes for servo-hydraulic systems, the work relevant to the content of the paper in hand will be addressed in this section.

2.1 System Modeling

In general, to obtain a mathematical model of a certain dynamic system, three kinds of modeling methods are possible for deriving a proper mathematical system description [1,2]:

If we know all the relevant information describing our system, such as its physical structure, the operation mechanism, important material parameters and so on, we can use the white box modeling method based on a purely analytical system description.

The second method is the so-called black box modeling method, applied when we have little or even no knowledge about the system and we can only use experiments with known input signals to estimate a mathematical system description from the measured system response.

The third method is the grey box modeling method: we have good information about the system dynamics, such as its physical structure

and operation mechanism, however some system information, such as the values of some physical and/or material parameters, is unknown.

In [3], we have built the mathematical model of a 250kN type hydraulic cylinder system with a hydrostatic bearing and thus with negligible friction within the cylinder sub system. Based on a grey-box modeling approach, we have derived an accurate system model which we reduced to a low order model without significant loss in the quality of the system dynamics description for most of our applications. The results obtained from both simulation studies and real world experiments show that this method of modeling and simplification is effective for test cylinders with negligible friction. This modeling process fails when significant friction phenomena are appearing in a cylinder system, such as from mechanical guiding elements and rubber seals.

2.2 System Identification

System identification is the method for estimating the structure and parameters of a dynamic system based on the information from the input and output signals of the related systems. After 50 years of development and research in the field of system identification of electro-hydraulic servo systems, several powerful identification methods have been developed and successfully implemented [4,5,6].

In [7], Jang has applied adaptive network algorithms to realize system identification. His algorithm has a self-learning function, nevertheless, the complexity of the obtained overall control system grows exponentially when increasing the number of model dimensions of the system. Zhang has proposed a Fuzzy-Tree algorithm [8,9] which has some advantages, such as fast calculation and high precision. Many research works on identification algorithms based on neural networks prefer BP feed forward neural networks, however, these algorithms

have several disadvantages, such as slow convergence speed. In [10], an adaptive algorithm to adjust the learning rate has been applied to speed up convergence. In [11], a new parameter identification method based on neural network has been proposed by using the upper and lower bounds of the parameters of an electro-hydraulic load simulator. In recent years, several researchers have used neural networks in combination with genetic algorithms. They have realized an optimal design of the topological structure and the weighting parameters of the neural networks [12]. A new kind of genetic algorithm has been applied in a parameter identification scheme of the digital electro-hydraulic governing system for a steam turbine [13].

All these identification algorithms can be used mainly in single-input single-output (SISO) systems. With the increase of the number of control axes and thus increased control dimensions of the system, suitable identification algorithms are much more complex. Hence it is difficult to apply identification algorithms in multi-input multi-output (MIMO) systems. Consequently, it is desirable and in some cases necessary to develop simple and effective identification algorithms which are suitable for MIMO systems. Several essential principles for the MIMO system identification have been introduced in [14]. Furthermore, the principles and methods of the system identification are also important for technicians and they can be found in [15].

■ 3 Modeling and Identification of Servo-Hydraulic Cylinder Systems

An electro-hydraulic servo system is a fully integrated system which includes a digital control unit, a hydraulic actuator and the assisting components, such as cabling, mechanical connections and so on. When considering the control unit, we can in general distinguish between valve controlled systems and

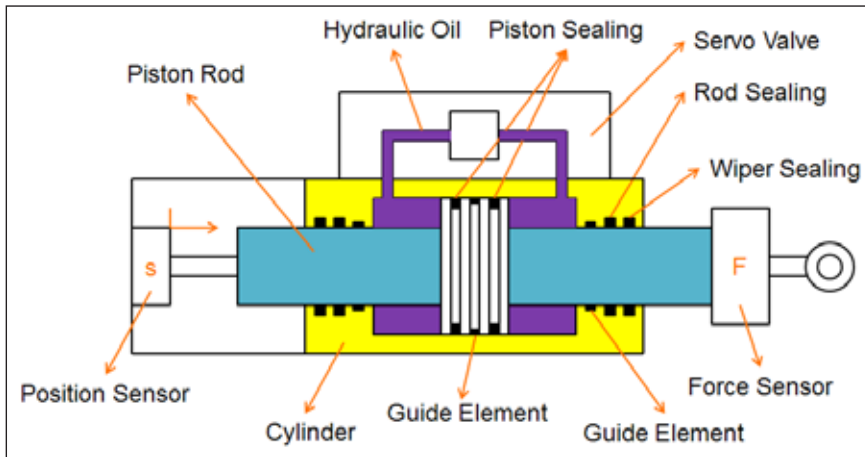


Figure 1. Principal structure of a valve controlled symmetrically operating cylinder system with attached position and force sensor, sealing rings and mechanical guidance elements.

pump controlled systems. Throughout this paper, we only consider a *valve controlled servo hydraulic cylinder system operated in position control*, composed of the cylinder structure, the servo valve and the sensor unit. These key components can be treated as individual sub-systems of the overall cylinder system, and consequently, we derive the corresponding mathematical submodels and then combine them into the overall cylinder system model during the proposed system modeling process. Figure 1 shows the principal structure of a typical symmetrically operating servo-hydraulic cylinder system.

3.1 Modeling of Test Cylinder Systems

The first step to sufficiently describe the dynamic characteristics of an electro-hydraulic servo control system is to obtain an accurate mathematical model of the system dynamics. Without a proper mathematical model it is difficult or sometimes even impossible to achieve an acceptable control performance for the overall rig control for ensuring high test quality—especially for dynamic test applications.

As the first step in the derivation of the overall model of a position-controlled servo-hydraulic cylinder system, the analytical models of the test cylinder, the servo valve and the involved sensors are derived separately. These sub-system descrip-

tions are then combined to obtain the full system model as the final step in our modeling process.

3.1.1 Modeling of the Cylinder

The cylinder model is built from three basic mathematical relationships: the pressure-flow equation of the control valve, the continuity equation of the fluid and the pressure-load equation.

Pressure-flow equation of the control valve

The flow through the valve orifices is usually described by the orifice equation with the relationship between the valve spool position x_v and the load pressure p_L [16]:

$$Q_L = c_v x_v \sqrt{p_s - p_L} \quad (1)$$

where c_v is the flow coefficient and p_s is the supply pressure. We assume that p_s is constant.

Q_L has a nonlinear relationship with x_v and p_L , and consequently, we have to linearize it by introducing the first order Taylor series expansion to Eq. 1 to obtain

$$Q_L = Q_{L0} + \Delta Q_L = Q_{L0} + \frac{\partial Q_L}{\partial x_v} \Big|_{x_{v0}, p_{L0}} \Delta x_v + \frac{\partial Q_L}{\partial p_L} \Big|_{x_{v0}, p_{L0}} \Delta p_L \quad (2)$$

where Q_{L0} is the flow of the working point (defined by x_{v0} and p_{L0}). Eq. 2 is the linearized equation, only valid in the vicinity of the working point. When simplifying the modeling process by focusing only on the so-called zero working point ($Q_{L0} = 0$, $x_{v0} = 0$, $p_{L0} = 0$), one can calculate the linearized pressure-flow equation of the control valve [17]:

$$Q_L = K_q x_v - K_c p_L \quad (3)$$

with K_q being the flow gain and K_c being the flow-pressure coefficient.

Continuity equation of the fluid

According to [16], the continuity equation of the fluid is given by

$$Q_L = A \frac{dy}{dt} + C_l p_L + \frac{V_t}{4K} \frac{dp_L}{dt} \quad (4)$$

where A is the piston working area of the cylinder, y is the displacement of the piston rod, C_l is the leakage coefficient of the cylinder, V_t is the whole volume of cylinder chambers, and K is the bulk modulus of the used oil. Note that we do not consider the oil volume within the pipelines and the servo-valve since with very short pipelines this oil volume can be neglected when compared to the oil volume inside the cylinder chambers.

Pressure-load equation

The pressure-load equation can be written as:

$$A p_L = m \frac{d^2 y}{dt^2} + B \frac{dy}{dt} + K_m y + F \quad (5)$$

where m is the load mass (including piston rod), B is the kinetic damping coefficient, K_m is the spring stiffness of the elastic load and F is the load force.

Applying the Laplace transform to Eq. 3, Eq. 4 and Eq. 5 leads to the following equations

$$Q_L = K_q X_v - K_c P_L \quad (6)$$

$$Q_L = A_s Y + (C_t + \frac{V_t}{4K} s) P_L \quad (7)$$

$$A P_L = m s^2 Y + B s Y + K_m Y + F \quad (8)$$

We further assume that we can consider a cylinder rod without externally applied forces, i.e. $F = 0$. In this case, the open loop transfer function of the cylinder can be derived by combining Eq. 6, Eq. 7 and Eq. 8 into:

$$\frac{Y(s)}{Q_0(s)} = \frac{\frac{1}{A}}{\frac{V_t m}{4K A^2} s^3 + [\frac{m(K_c + C_t)}{A^2} + \frac{B V_t}{4K A^2}] s^2 + [1 + \frac{B(K_c + C_t)}{A^2} + \frac{K_m V_t}{4K A^2}] s + \frac{K_m(K_c + C_t)}{A^2}} \quad (9)$$

where $Y(s)$ is the Laplace transform of the displacement signal of the piston rod and $Q_0(s)$ is the Laplace transform of the no-load flow signal of the servo valve.

Throughout our experiments, we use a 40kN type cylinder with significant friction, where friction arises mainly from the type of the used mechanical rod guiding elements (bearing strips).

Consequently, we build a simple friction model for this kind of a test cylinder, using the relation

$$F_f = B_f v \quad (10)$$

where F_f is the friction force, B_f is the friction coefficient and v is the velocity of the piston rod.

In our model, the friction can be treated as part of the damping, hence Eq. 9 remains valid as the open loop transfer function of the used test cylinder.

The open loop transfer function of the cylinder (Eq. 9) can be simplified to

$$\frac{Y(s)}{Q_0(s)} = \frac{\frac{1}{A}}{s(\frac{s^2}{\omega_h^2} + \frac{2\xi_h}{\omega_h} s + 1)} \quad (11)$$

where ω_h is the natural frequency and ξ_h is the damping ratio.

The most important known physical parameters of the used test cylinder are given as follows: the piston working area of the cylinder $A = 1300.6 \text{ mm}^2$, the volume of the oil in both the inlet chamber and the outlet chamber of the cylinder $V_t = 167523 \text{ mm}^3$ and the mass of the piston rod $m = 6.07 \text{ kg}$.

Furthermore, friction is one of the

most important factors that influence the dynamic characteristics of the 40kN type cylinder. Nevertheless, it is in general difficult – and in our case impossible – to directly calculate the occurring friction parameters, emphasizing the need for proper system identification as part of the system modeling process.

The conducted modeling process can be interpreted as a *classic grey box modeling for the cylinder structure* – an analytical system description with some unknown system parameters.

3.1.2 Modeling of the Servo Valve

The servo valve is itself a complex mechatronic system and many parameters can only be determined as a wide range or are completely unknown. Nevertheless, manufacturers' datasheet information usually provides the step response and the frequency response for such valves [18]. Consequently, we use this information in a simple 1st order model approximation for the used valve units (valve types G761-3003 and G761-3004 of MOOG). Due to the high quality and the high operational bandwidth of the used valves, the chosen 1st order model remains sufficiently accurate for our test application. The model for the given servo valve unit is then determined by

$$\frac{Q_0(s)}{I(s)} = \frac{K_{sv}}{\frac{s}{\omega_{sv}} + 1} \quad (12)$$

where K_{sv} is the flow gain and ω_{sv} is the cut-off frequency. These valve-specific parameters have been obtained from the datasheet of the used servo-valve [17,18].

3.1.3 Modeling of the Sensor Part

For the measurement of the cylinder rod position, a high quality MTS Temposonics R-Series position sensor has been attached inside the cylinder. This sensor possesses a negligible linear position measurement uncertainty of less than 0.01 %. Furthermore, the dynamic non-idealities for this sensor type are significantly above the bandwidth of the used combination of servo valve and test cylinder. Hence we can validly assume that the sensor-amplifier system can be considered ideal and its transfer function reduces to $F(s) = 1$.

3.1.4 Overall Model of the Test Cylinder system

The overall mathematical model of the valve controlled servo cylinder system is obtained by combining the previously derived sub-models of the cylinder, the servo valve and the sensor, and can be written as:

$$\frac{Y(s)}{I(s)} = \frac{\frac{K_{sv}}{A}}{s(\frac{s^2}{\omega_h^2} + \frac{2\xi_h}{\omega_h} s + 1)(\frac{s}{\omega_{sv}} + 1)} \quad (13)$$

but the included system parameters ω_h , ξ_h , ω_{sv} and K_{sv} are unknown and thus have to be estimated by the following system identification process.

3.2. System Identification

In our real world experiment, the cylinder system described above is connected to a digital control system; in our application, a state-of-the-art PID-controller is implemen-

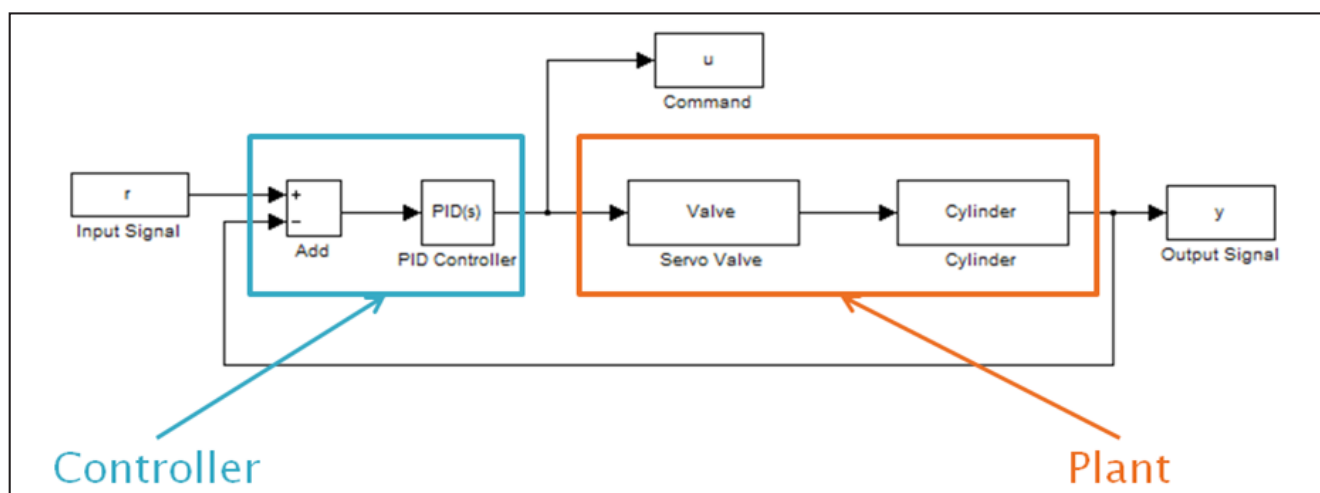


Figure 2. Schematic system diagram: The cylinder system (plant) consists of the servo valve and the test cylinder structure (including its hydraulic-mechanic components).

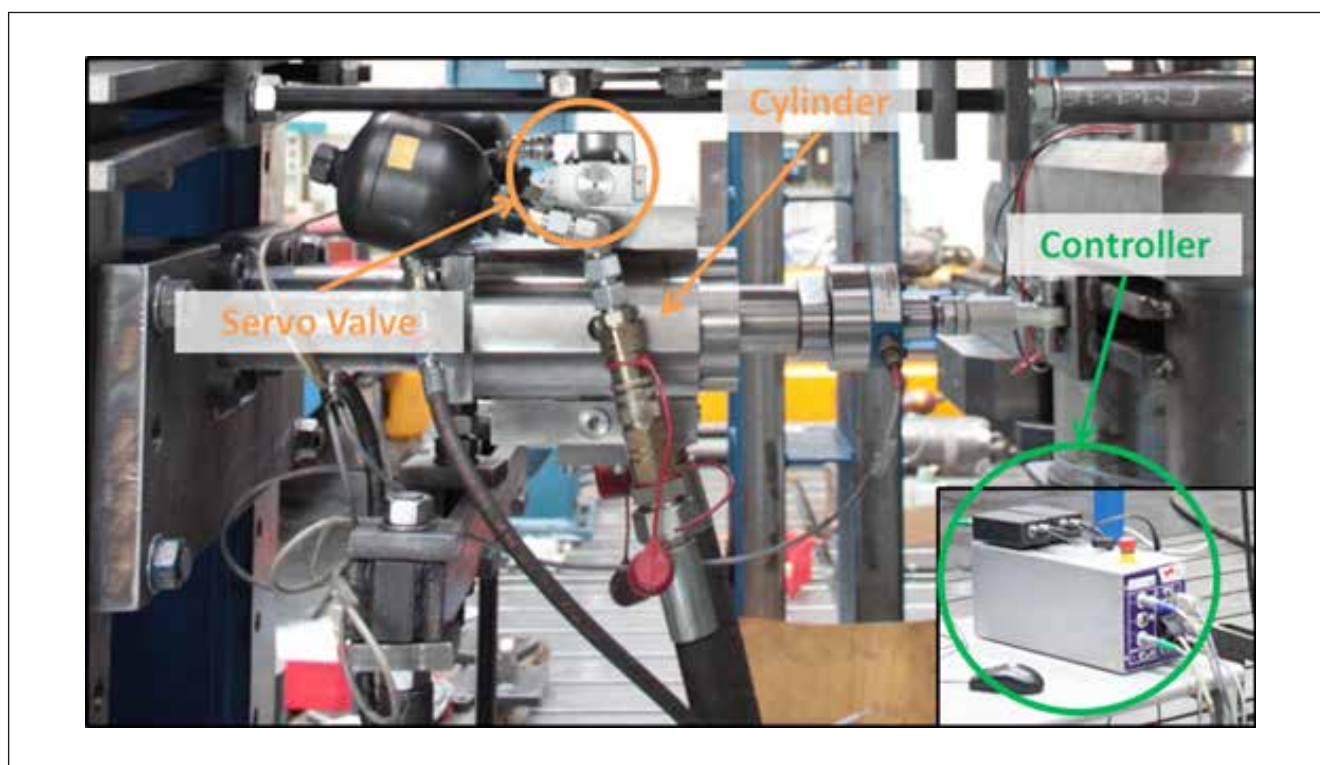


Figure 3. Test cylinder system, including the cylinder unit with the included position sensor, the directly attached servo valve and the digital cylinder controller unit.

ted as part of the real time cylinder control system (SPH SmartControl). The overall test system is thus composed of the PID controller, the servo valve and the 40kN test cylinder (with significant friction), as shown in Figure 2 for our single-channel control system (the sensor unit is considered ideal, as discussed previously). Figure 3 provides a photograph of the used real world test system – the test cylinder (as part of a multi-axis test rig) with the attached servo valve and the connected

digital cylinder controller.

3.2.1 Input Signal Design for Identification

In the system identification procedures, two types of suitable colored noise signals are used as reference setpoint signals: a) zero mean white Gaussian noise, 1st order low-pass filtered with a cutoff frequency of $f_c=10\text{Hz}$, and b) zero mean white Gaussian noise, 6th order bandpass filtered with low and high

cutoff frequencies of $f_l=150\text{Hz}$ and $f_h=450\text{Hz}$.

We assume that the cylinder system can be considered linear, thus we superimpose the low frequency signal on the high frequency signal for identification and verification.

3.2.2 Black-Gray Box Model Identification

The grey box model identification method is not directly applicable

to our cylinder system composed of the 40kN type cylinder and the G761-3003 servo valve because the value of friction is still unknown. We cannot estimate the initial values of the unknown system parameters from Eq. 13 accurately, but precise values are needed for the grey box model identification (as demanded by identification routines, such as the System Identification Toolbox in Matlab [19]).

Consequently, we apply a *combined black-grey box model identification method*. First, we build a white box model of the whole system, i.e. we roughly estimate the values of the unknown parameters in Eq. 13 according to our experience. Then, we apply the black box model identification procedure which improves the white box model by adjusting some model parameter estimates. Using the obtained improved model as a new initial model, we apply the grey box model identification so as to derive an overall system model with satisfying accuracy. These steps are explained in more detail below.

Black Box Model Identification

Based on the measured system input signal (position setpoint signal) and the measured output signal (cylinder rod position), we can calculate the power spectrum density (PSD) of the plant. This procedure is a kind of a nonparametric black box model identification method since we use a non-parametric PSD estimation (periodogram averaging, Welch method). The result of this black box model identification allows us to improve the white box model with better estimates of the values of the unknown parameters, such as ω_h and ξ_h . This step is essential for the following grey box model identification in order to obtain accurate identification results.

Grey Box Model Identification

For the grey box model identification, we utilize the well-known prediction error method (PEM) of the System Identification Toolbox of Matlab [19].

To obtain an accurate mathematical description of our test cylinder system, we combine the black box model identification method and the grey box model identification method into the so-called *black-grey box model identification*.

Black-Grey Box Model Identification

The principle of the proposed black-grey box model identification method is shown as a process chart in Figure 4 and is described as follows: firstly, based on the hydraulic theory, we build the grey box model of the whole system. According to our practical expertise, we include pre-estimates for the values of the unknown parameters as rough estimates (some of the values may have big errors) so as to achieve an inaccurate white box model.

Moreover, after designing the setpoint signal r , the signal is applied to the controlled servo-hydraulic cylinder system, delivering the output cylinder rod position signal y as the system response to our input signal. Additionally, we also acquire the applied control variable u , i.e. the output signal of the PID controller. Then, the black box model identification method (PSD estimation from measured system signals) is used to obtain the frequency response of the system in a non-parametric representation: we calculate the cross power spectral densities P_{ry} and P_{ru} with Welch's method in

Matlab, which enables us to derive the frequency response of the plant

(the cylinder system) by evaluating the ratio of the obtained cross spectral densities $P_{ry} = P_{ry} / P_{ru}$.

When comparing the frequency response of the inaccurate white box model estimate of the whole system with the experimentally obtained frequency response estimation from the above mentioned process, we can tune the values of the uncertain parameters ω_h and ξ_h from the white box model until the two frequency response curves roughly fit together on an amplitude basis. This enables us to obtain a proper initial theoretical model, including valid estimates for a) the initial values of some unknown parameters for the subsequent grey box model identification of the system and b) the initial values of the still unknown system parameters in the open loop transfer function (Eq. 13). Then, the standard grey box model identification method called prediction error method (PEM) is used to derive the final mathematical model of the overall electro-hydraulic servo system.

4 Results

When utilizing the proposed black-grey box modeling for identifying the dynamic model of our cylinder system with friction, we obtain very accurate results, at least for the relevant operational bandwidth of such cylinder types ranging from 0 to 100 Hz.

In order to verify the identification results, a suitable Simulink system

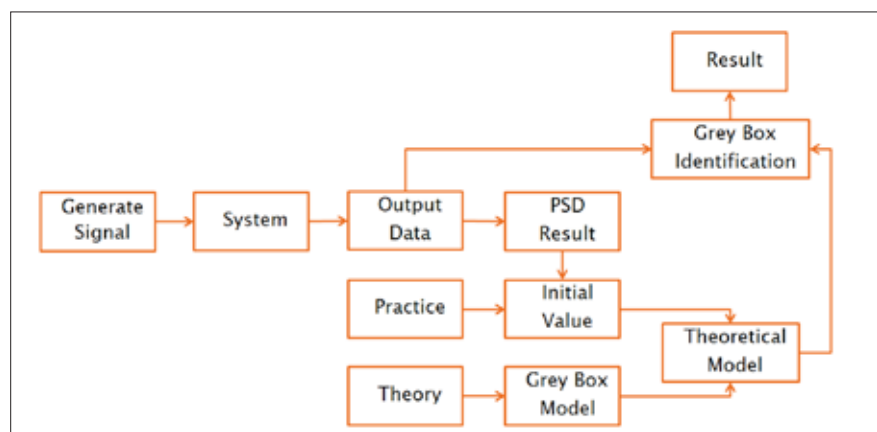


Figure 4. Schematic diagram of a black-grey box model identification.

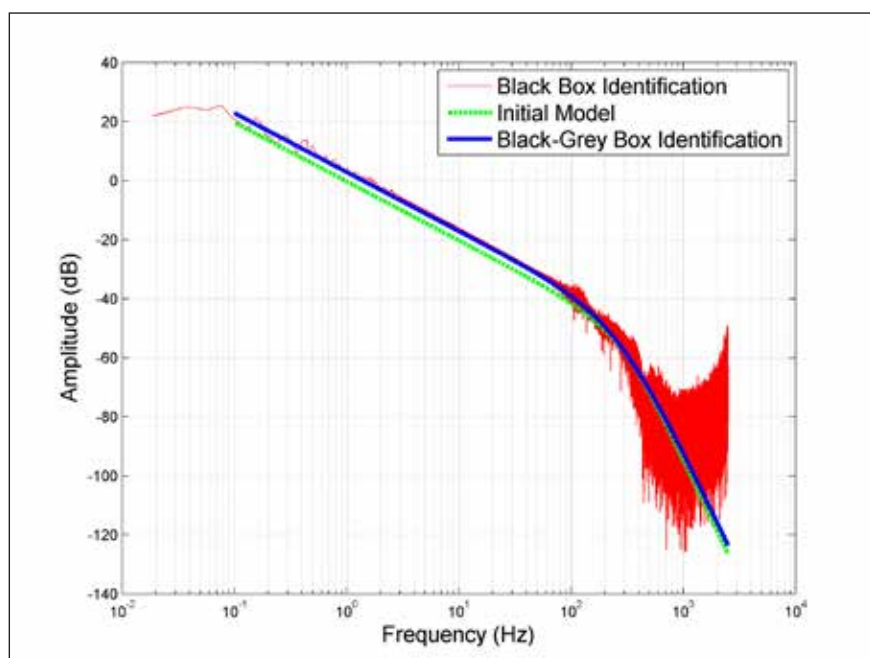


Figure 5. Comparison of the frequency response from the simulated cylinder system (green line: analytical grey box model, blue line: black-grey box model approach) with the real world measurement data (red line: frequency response from PSD estimation).

simulation with the identical input signal as the setpoint sequence in the real world system has been performed. Figure 5 provides a comparison of the identification results with the real world data from our experiments: the red line shows the plot of the real system frequency response obtained from measure-

ment data. The frequency response function (FRF) is obtained, as detailed above, by a non-parametric PSD estimate which can be regarded as a standard black box identification process. The green line shows the FRF obtained from the simulation, using only the grey box model where the unknown parameters have

been improved based on prior PSD result. Using this model as the new initial model for the consequent grey box identification, we obtain an accurate model for our cylinder system. The corresponding final FRF estimate is shown with the blue line. By comparing the three results, we can draw the following conclusion: the black box identification result (PSD) can improve our theoretical model which is now feasible to be considered as the initial theoretical model for finally obtaining an accurate system model with the grey box identification method.

Figure 6 shows the output signal measured in the real world cylinder system compared to the output signal from the simulation model. As can be seen, the waveform of the simulated system output signal is very close to the measured output signal waveform (the measured cylinder rod position), showing a nearly perfect agreement between simulation and reality also for the comparison on a time series basis.

The obtained results prove that a) our simple friction model is reasonable and b) the developed black-grey box model identification method is reliable and delivers accurate mathematical descriptions of our test cylinder system dynamics.

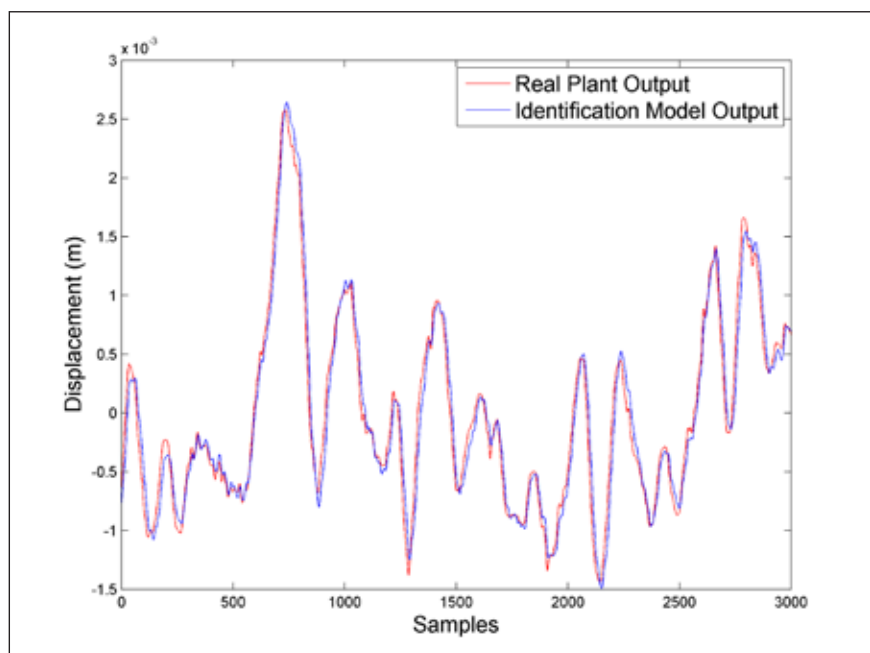


Figure 6. Comparison of the system output signal (the cylinder rod position) for the real world test cylinder obtained with measurement (red signal), and simulation data obtained using the previously identified cylinder model (blue signal).

To verify the universality of this black-grey box model identification method, we use a changed servo-hydraulic cylinder system with the same 40kN type cylinder but a different servo valve G761-3004 of MOOG with double specified flow rate. Taking into account these systematic changes in our cylinder system, we would expect the obtained mathematical model to differ from the previously obtained model only by the servo-valve system gain K_s , while delivering identical results for the cylinder-based parameters. We conducted the same experiments for the changed cylinder system and then again performed our proposed system identification method. Comparing the identification

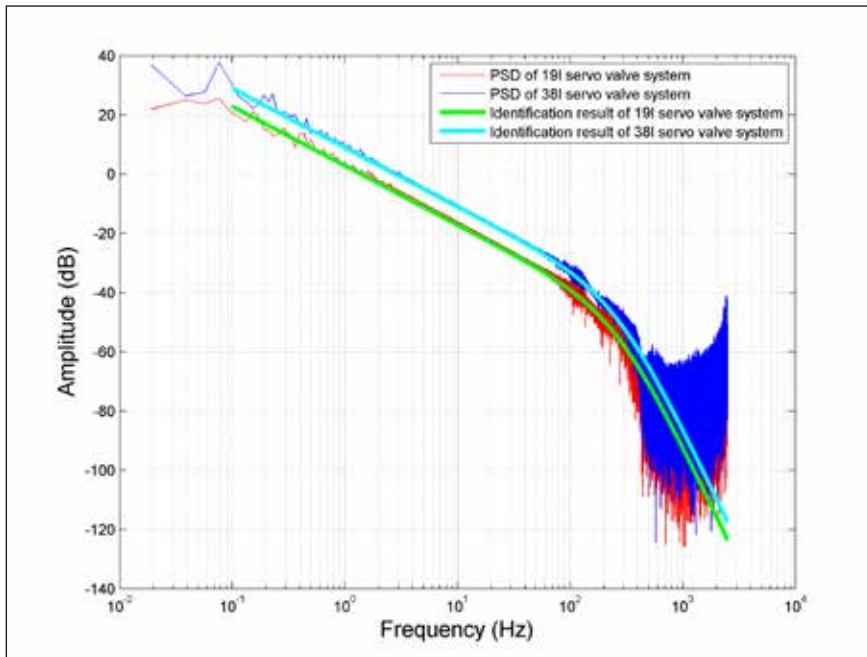


Figure 7. Comparison of the identification results (frequency response) of the two different electro-hydraulic servo systems.

Table 1. Comparison of the determined values of certain parameters of the cylinder system which are obtained by the developed system identification process

Systems	ω_h (Hz)	ξ_h	ω_{sv} (Hz)	K_{sv} (m ³ /(s·A))
Cylinder system with 19 l/min servo valve (type Moog G761-3003)	343	0.9766	160	0.0114
Cylinder system with 38 l/min servo valve (type Moog G761-3004)	343	1.0012	160	0.0230

results for both cylinder systems, we observe that only the servo-valve gain parameter has been increased by a factor of 2, as we have expected.

5 Conclusion

In this paper, we derive the mathematical model of an electro-hydraulic servo system utilizing a novel black-grey box model identification method for the servo-hydraulic test cylinder systems with significant friction. The identification method performs well for cylinder systems with some unknown physical parameters that cannot be estimated accurately prior to the identification process. Simulation results and their comparison with measurement data from real world experiments show that the developed identification strategy is satisfying in terms of delivering an accurate model of the cylinder system dynamics. Further

experiments and identification results with a different system validate the universality of our proposed method.

Future research will focus on the development of identification and control strategies for multi-axial servo-hydraulic test applications.

References

- [1] Khamesee M.B., Craig David G.: "Controller design using white box and black box methods for a magnetically suspended robotic system," 2005 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation, Vol. 3, page 1346-1350, 2005.
- [2] Zaker B., Gharehpetian G.B., Mirsalim M. and Moaddabi N.: "PMU-based linear and non-linear black-box modeling of power systems," 2013 21st Iranian Conference on Electrical

- Engineering, page 1-6, 2013.
- [3] Li L.J., Thurner T.: "Modeling and simulation of servo-hydraulic cylinder systems for multi axis test control," Advanced Materials Research, Vol. 711, page 416-421, 2013.
- [4] Ling T.G., Rahmat M.F. and Husain A.R.: "System identification and control of an electro-hydraulic actuator system," 2012 IEEE 8th International Colloquium on Signal Processing and its Applications, page 85-88, 2012.
- [5] Ling T.G., Rahmat M.F., Husain A.R. and Ghazali R.: "System identification of electro-hydraulic actuator servo system," 2011 4th International Conference on Mechatronics, page 1-7, 2011.
- [6] Ghazali R., Sam Y.M., Rahmat

- M.F. and Zulfatman: "Open-loop and closed-loop recursive identification of an electro-hydraulic actuator system," 2010 IEEE Conference on Robotics Automation and Mechatronics, page 285-290, 2010.
- [7] Jang J.-S. R.: "ANFIS: Adaptive-network-based fuzzy inference system," IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics, Vol. 23, page 665-685, 1993.
- [8] Zhang J.G., Mao J.Q., Dai J.Y. and Wei K.H.: "Fuzzy-tree model and its application to complex system modeling," IFAC, page 1-12, 1999.
- [9] Zhang J.G., Mao J.Q., Xia T. and Wei K.H.: "Fuzzy-tree model and its applications to complex system modeling," ACTA AUTOMATICA SINICA, Vol. 26, page 378-381, 2000.
- [10] Pralos A.G., Fernandez B., Atiyaz A.F. and Tsai W.K.: "An accelerated learning algorithm for

- multilayer perception network," IEEE Trans on NN, Vol. 5, page 493-497, 1997.
- [11] Zhang B., Zhao K.D. and Sun F.Y.: "Neural network parameter identification of electro-hydraulic load simulator," ACTA AERONAUTICA ET ASTRONAUTICA SINICA, Vol. 30, page 374-379, 2009.
- [12] Ling S.H., Lam H.K. and Leung F.H.F.: "A variable-parameter neural network trained by improved genetic algorithm and its application," Proceedings of International Joint Conference on Neural Networks, page 1343-1348, 2005.
- [13] Dai Y.P., Deng R.G., Liu J., Sun K. and Wang Y.: "Study on parameter identification for steam turbine DHE governing system based on genetic algorithm," Proceedings of the CSEE, Vol. 22, page 101-104, 2002.
- [14] Manring N.D.: *Hydraulic Control Systems*, Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2005.
- [15] Ljung L.: *System Identification: Theory for the User*, 2nd ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall, 1999.
- [16] Jelali M. and Kroll A.: *Hydraulic Servo-system: Modeling, Identification and Control*, London, Great Britain: Springer, 2003.
- [17] Sun Y.S., Jin B.Q. and Xiong X.Y.: "Research united simulation of electro-hydraulic servo-proportional valve controlled cylinder servo position system," Hydraulics Pneumatics & Seals, Vol. 4, page 38-42, 2009.
- [18] Moog, Inc.: G761 Series Servovalves, Technical reference, East Aurora, NY, USA: Moog, Inc., <http://www.moog.com/literature/ICD/g761seriesvalves.pdf>, Nov. 2013.
- [19] Ljung L.: *System Identification Toolbox User's Guide*, R2011b, Natick, MA, USA: The MathWorks, Inc., Sep. 2011.

Natančno modeliranje in identifikacija sistemov s servohidravličnimi valji pri večosnih testnih aplikacijah

Razširjeni povzetek

Uporaba servohidravličnih sistemov je ključnega pomena pri napravah, namenjenih preizkušanju trdnostnih lastnosti in utrujenosti materiala tako strojnih delov kot konstrukcij. Da lahko zagotovimo visoko kakovost testiranja in dobro ponovljivost rezultatov, je potrebno uporabljati robustne strategije vodenja takšnega sistema. To je še posebej nujno v primeru večosnih testnih sistemov, kjer uporabljamo večje število sinhrono delujočih servohidravličnih valjev. Za učinkovito uporabo primernih regulacijskih algoritmov so potrebne natančne informacije o dinamičnih lastnostih aktuatorjev in celotne testne naprave.

V prispevku je obravnavana posebna metoda identifikacijskega sistema za pridobitev natančnega matematičnega modela, primerne za skupino najpogostejše uporabljenih, cenovno ugodnih simetričnih servohidravličnih valjev z večjim vplivom trenja. Da lahko natančno opišemo dinamiko takšnega servohidravličnega valja, je bil v prvem koraku zasnovan matematični model hidravličnega valja, voden s servoventilom. Model je zasnovan na klasičnem pristopu, na podlagi tokovne enačbe, ki opisuje tok tekočine skozi odprtine ventila spremenljivega prereza na podlagi enačb, ki podajajo spremembe tlaka v komorah valja, ter na podlagi zakona o ravnotežju sil na batu valja. Dinamika servoventila je podana kot PT1-člen, medtem ko dinamika merilnega člena ni upoštevana. Dobljena skupna prenosna funkcija sistema, ki povezuje položaj valja kot izhodno veličino sistema in krmilni signal na ventil kot vhodno veličino, je četrte stopnje z integralnim delovanjem. V tako dobljenem modelu so lastna frekvenca in stopnja dušenja valja ter lastna frekvenca in faktor ojačenja servoventila neznani parametri. Ti parametri se določijo kasneje na podlagi posebne identifikacijske sheme, ki temelji na metodi črne škatle (»black-box«) za oceno začetne vrednosti neznanih parametrov, kasneje pa se za natančnejšo oceno celotnega modela sistema uporabi metoda sive škatle (»grey-box«). Na ta način lahko predlagana metoda črne škatle zagotavlja natančnejše informacije o dinamiki sistema.

To dokazujeta primerjava frekvenčne karakteristike zasnovanega modela z eksperimentalno posneto v širokem frekvenčnem območju vhodnega signala kot tudi primerjava dinamičnih odzivov, dobljenih na podlagi simulacije in eksperimentalnih rezultatov, pri čemer so bili v obeh primerih za vzbujanje uporabljeni ključni signali. Univerzalnost predlagane metode je testirana na podlagi opisanega aktuatorja, vodenega s servoventilom z enkrat večjim nazivnim pretokom. Primerjava rezultatov simulacije in eksperimenta kaže visoko natančnost predstavljenega modela uporabljenega servohidravličnega sistema, kar potrjuje učinkovitost razvite metode identifikacije.

Prihodnje raziskave bodo usmerjene v razvoj metode za identifikacijo in regulacijske strategije, primerne za večosne servohidravlične sisteme.

Ključne besede: elektrohidravlični servosistem, servohidravlični valj, test utrujanja materiala, trenje, modeliranje, identifikacija, simulacija



CINKARNA

PREDELAVA FLUORIRANIH POLIMEROV

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



CINKARNA

Metalurško-kemična industrija Celje, d.d.
Kidričeva 26, 3001 Celje, t 03 427 66 41, 03 427 66 45, 03 427 66 46, f 03 427 66 39

www.cinkarna.si

Kakšne bodo posledice nove Uredbe o hrupu za zdravje ljudi v Republiki Sloveniji – 2. del

Mirko ČUDINA

■ **7 Uporaba kosilnic, škroplilnic, žag in drugih naprav z motorji z notranjim zgorevanjem, vrtnih in brusilnih strojev, kladiv in žag ter izvajanje drugih hrupnih vrtnih in hišnih opravil, ki povzročajo v okolju visoke ravni hrupa**

7.1 Uporaba ob nedeljah in dela prostih praznikih **po stari uredbi** ni dovoljena.

7.2 Uporaba **po novi uredbi** ni omejena.

7.3 **Po nemški uredbi** veljajo mejne vrednosti z upoštevanjem popravkov iz točk 5. in 6.

■ **8 Območje vpliva prometa za II. območje varstva pred hrupom od sredine pomembne ceste ali železniške proge**

8.1 **Po stari uredbi** 15 m od ceste.

8.2 **Po novi uredbi** 1000 m od ceste.

8.3 **Po nemški uredbi** veljajo smer-nice RLS-90 in Schall 03 iz leta 1990.

Prof. dr. Mirko Čudina, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Razpredelnica 2. Primerjava med mejnimi vrednostmi za posamezna območja varstva pred hrupom po stari, novi in nemški uredbi

Območje varstva pred hrupom	Stara uredba		Nova uredba		Nemška uredba*	
	podnevi	ponoči	podnevi	ponoči	podnevi	ponoči
I. območje (varovana območja, zdravilišča, bolnišnice, nacionalni parki)	50	40	50	40	45	35
II. območje (čisto stanovanjsko območje) (splošno bivalno območje in manjša naselja)	55	45	55	45	50 55	35 40
III. območje (mestna jedra, mešano stanovanjsko-obrtna območja in vasi)	60	50	60	50	60	45
IV. območje (industrijska območja in skladišča) v industriji	70	70	75	65	65 70	50 70

* Po nemški uredbi posamezni hrupni dogodki, ki trajajo kratek čas, ne smejo presegati imisijske vrednosti iz zgornje razpredelnice za več kot 30 dB(A) podnevi in ne več kot 20 dB(A) ponoči. Pri nas take definicije virov hrupa nimamo. Za redke hrupne dogodke, ki jih glede na stanje tehnike ni mogoče znižati na nižjo raven, pa imisijske vrednosti hrupa ne smejo presegati 70 dB(A) podnevi in 55 dB(A) ponoči za vsa območja varstva pred hrupom, pri čemer ti dogodki ne smejo trajati dalj kot 10 dni ali noči v koledarskem letu in ne več kot dva zaporedna konca tedna. Pri tem kratkotrajne hrupne konice ne smejo presegati imisijskih vrednosti za več kot 20 dB(A) podnevi in ne več kot 10 dB(A) ponoči v območjih I do III ter za več kot 25 dB(A) podnevi in ne več kot 15 dB(A) ponoči za IV. območje varstva pred hrupom. V primerjavi z našo staro in novo uredbo nemška uredba predpisuje nižje ravni hrupa v okolju za 5 do 10 dB(A) podnevi in za 5 do 20 dB(A) ponoči.

Razpredelnica 3. Primerjava med mejnimi vrednostmi hrupa zaradi cestnega in železniškega prometa po stari, novi in nemški uredbi v dB(A)

Območje varstva pred hrupom	Stara uredba		Nova uredba**		Nemška uredba**	
	podnevi	ponoči	podnevi	ponoči	podnevi	ponoči
I. območje (varovana območja, zdravilišča, bolnišnice, nacionalni parki)	54	44	55	45	57	47
II. območje (čisto stanovanjsko območje)	59	49	60	50	59	49
III. območje (mestna jedra, mešana stanovanjsko-obrtna območja in vasi)	64	54	65	55	64	54
IV. območje (industrijska območja in skladišča)	69	59	70	60	69	59

** Meje imisijske vrednosti zaradi cestnega in železniškega prometa so po novi slovenski uredbi torej za 1 dB(A) višje kot po stari. Trenutno veljavne nemške mejne vrednosti za hrup zaradi cestnega in železniškega prometa so enake tistim iz naše stare uredbe (izjema je le I. območje, v katerem so dovoljene ravni višje za 3 dB(A) kot v naši stari uredbi) in za 2 dB(A) višje kot po naši novi uredbi. Naša nova uredba je vpeljala tudi nov pojem vpliva več cest na imisijsko mesto, pri čemer veljajo kritične mejne vrednosti, ki so za 4 dB(A) višje kot pri vplivu ene same ceste iz gornje razpredelnice. Enako velja v prisotnosti cestnega prometa in drugih virov hrupa, kot so klimatska naprava, strešni ventilator itn. Tako naša stara uredba kot trenutno veljavna nemška uredba ne poznata pojma vpliva več cest na imisijsko mesto, ampak vrednotita enako vpliv več in ene same ceste. To pomeni, da so po novi uredbi mejne vrednosti v primerjavi s staro uredbo v določenih primerih (vpliva več cest) dovoljene ravni hrupa lahko višje za 5 dB(A) podnevi in ponoči. Pri tem je treba dodati, da je v teh primerih dovoljena kritična raven, ki znaša 69 dB(A), ki je le za 1 dB nižja od mejne ravni za IV. (industrijsko) območje, ki znaša 70 dB(A) (zadnja vrstica v zgornji razpredelnici). Seveda je treba še upoštevati, da so delavci v industrijskem območju praviloma izpostavljeni le v času 8-urnega dela, in to le 5 dni v tednu (brez sobot in nedelj, brez dela prostih dni in brez dopusta), medtem ko so prebivalci v stanovanjih izpostavljeni praktično enaki ravni 24 ur na dan vseh 365 dni v letu. Zato je lahko v tem primeru kumulativno sprejeta zvočna energija v stanovanjih večja kot na delovnem mestu v teku enega leta do petkrat ali v ekvivalentu do 7 dB(A).

■ 9 Mirno območje poselitve kot območje največjega varstva pred hrupom

9.1 **Po stari uredbi** je mirno območje čisto stanovanjsko naselje (II. območje varstva pred hrupom).

9.2 **Po novi uredbi** je to območje mestne občine, kjer živi več kakor 100.000 prebivalcev, to pomeni, da velja samo za Ljubljano in Maribor, čeprav direktiva EU dovoljuje tudi manjša poselitvena območja.

9.3 **Po nemški uredbi** ni podatka.

■ 10 Cerkveni zvonovi kot vir hrupa

10.1 **Po stari uredbi** so viri hrupa.

10.2 **Po novi uredbi** niso viri hrupa.

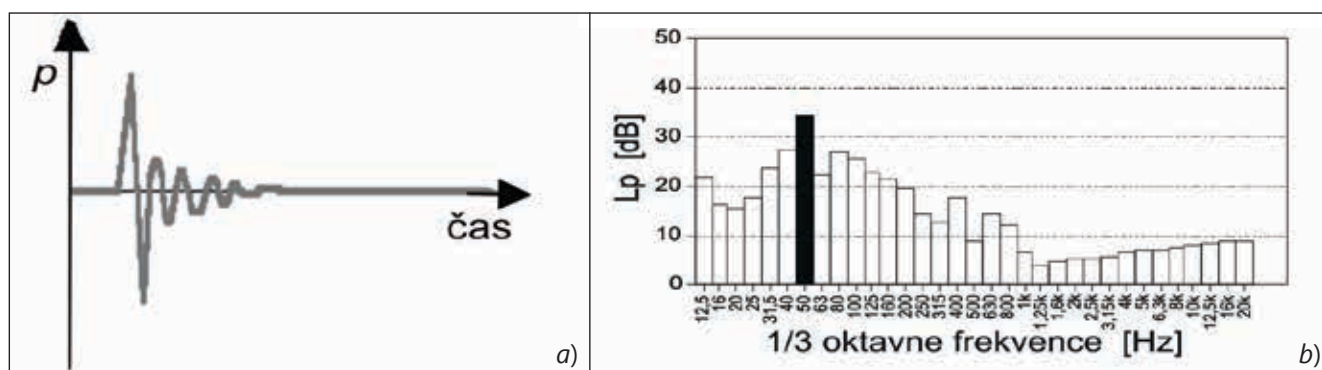
10.3 **Po nemški uredbi** so viri hrupa in veljajo naslednje mejne vrednosti:

- za splošno stanovanjsko (II.) območje: 40 dB(A) ponoči in 55 dB(A) podnevi,
- za mestna jedra, mešana območja in vasi: 45 dB(A) ponoči in 60 dB(A) podnevi,
- za varovano (I.) območje (bolnice, parki): 35 dB(A) ponoči in 45 dB(A) podnevi in
- za čisto stanovanjsko območje: 35 dB(A) ponoči in 50 dB(A) podnevi. Pri tem velja, da posamezne kratkotrajne prekoračitve ne smejo presežati teh vrednosti za 30 dB(A) podnevi in 20 dB(A) ponoči.

■ 11 Meje vrednosti za posamezna območja varstva pred hrupom v dB(A)

V razpredelnici 2 je prikazana primerjava med mejnimi vrednostmi za posamezna območja varstva pred hrupom po stari, novi in nemški uredbi. V razpredelnici 3 pa primerjava med mejnimi vrednostmi hrupa zaradi cestnega in železniškega prometa.

Če povzamemo, iz navedenih postavk z zaporedno št. 1 do 11 je razvidno, da je ocenjena raven hrupa L_r po novi uredbi nižja od tiste po stari uredbi, in sicer po 1. točki do 6 dB, po 2. točki do 10 in več dB, po 3. točki do 6 dB, po 4. točki tudi do 26 dB, po 5. točki 1 dB, po 6. točki do 6 dB (le ob nedeljah in praznikih), od 7. do 10. točke do 5 dB in po 11. točki 1 ali 5 oz. 7 dB(A). Ker vse postavke ne nastopajo sočasno ali so v medsebojni povezavi, celotna ocenjena raven hrupa L_r ni nižja za vsoto vseh teh, to je 67 dB(A), ampak manj. Po grobi oceni so ocenjene ravni hrupa v večini primerov nižje vsaj za 15 do 20 dB(A). To konkretno pomeni, da za razliko, kolikor je L_r manjši, je lahko izmerjeni L_{eq} večji. V mnogih primerih je tako izmerjena ekvivalentna raven hrupa L_{eq} lahko po novem enaka mejni ravni, to je za III. območje varstva pred hrupom tudi 60 dB(A) podnevi. To za ljudi gotovo ni dobro, je pa dobro za upravljalce virov hrupa, ker je potreben strošek za sanacijo hrupa toliko manjši oz. ga ni.



Slika 1. a) Impulzni hrup štrli v časovni domeni in b) poudarjeni ton (črni stolpec) štrli v frekvenčni domeni

Iz zgornje analize je razvidno tudi, da je po novi uredbi najbolj razvrednoten vpliv popravka zaradi impulznega hrupa in poudarjenih tonov ter pri obdobju ocenjevanja obremenitve s hrupom (namesto dnevno je po novi uredbi letno). Zapletenost določanja obeh popravkov zaradi impulznega hrupa in poudarjenih tonov po novi uredbi ima očitno namen razvrednotenja njunega vpliva. Podrobna analiza pokaže, da je njun vpliv, razen v res izjemnih primerih, praktično izničen oz. zmanjšan na nič (0), kar je v primerjavi s staro uredbo dejansko veliko korakov nazaj. Zaradi lažjega razumevanja je impulzni hrup tisti, ki izstopa v časovni domeni, poudarjeni toni pa izstopajo v frekvenčni domeni, *slika 1*.

Impulzni hrup in poudarjeni toni so tisti, ki najbolj prispevajo k poškodbi ali celo izgubi sluha. Izguba sluha pomeni premik praga slišnosti. Premik praga slišnosti je lahko začasen (Temporary Threshold Shift) in trajen (Permanent Threshold Shift). Ta premik praga slišnosti je lahko tako

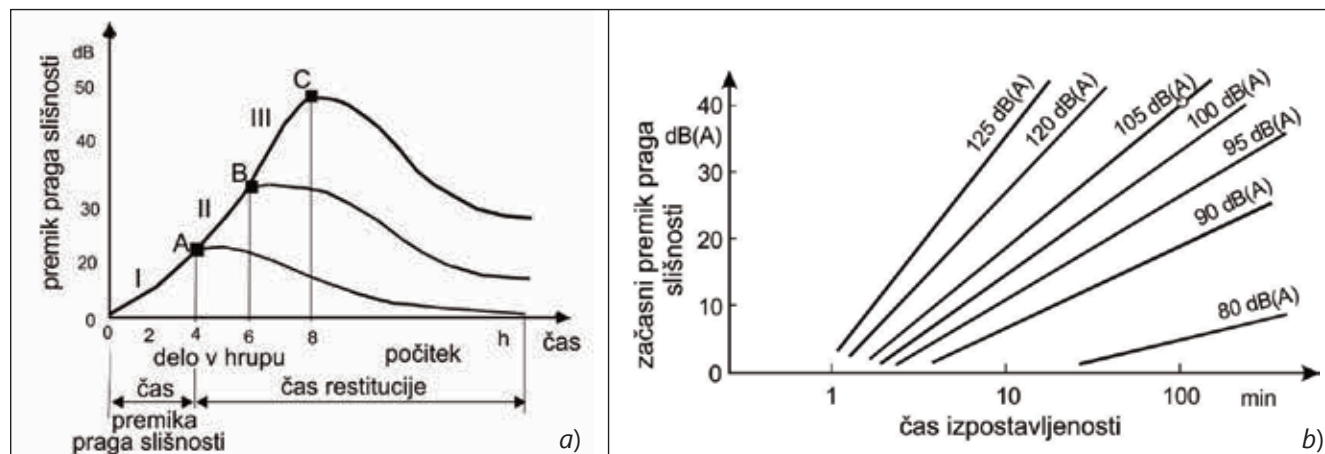
majhen (do 30 dB), da ga lahko zanemarimo, ali tako velik (nad 90 dB), da pride do popolne izgube sluha. Do pomika praga slišnosti prihaja v treh sukcesivnih fazah I, II in III (glej *slika 2a*). Če po fazi I (točka A) nastopi počitek, se sluh povrne na začetno stanje, če ni počitka, pa se nadaljuje premik praga slišnosti v II. fazo. Če po II. fazi (točka B) nastopi počitek, se sluh ne povrne v začetno stanje, vendar še ne govorimo o slušni prizadetosti. Če po II. fazi ni počitka, se nadaljuje III. faza, po kateri se sluh ne povrne več v začetno stanje, tudi če potem stalno živimo v tihi okolici, pride torej do trajnega premika praga slišnosti in izgube sluha.

Premik praga slišnosti je odvisen od ravni hrupa in časa izpostavljenosti (glej *slika 2b*). Prisotnost impulznega hrupa in poudarjenih tonov skupaj s časom izpostavljenosti hrupu prispevata tudi k podaljšanju potrebnega časa za restitucijo (rehabilitacije ali povrnitve sluha). Tako je čas restitucije po izpostavljenosti impulznemu hrupu do petkrat in več

daljši kot pri izpostavljenosti enakomernemu hrupu brez impulznih dogodkov. Namesto dveh rabimo kar deset ur slušnega počitka.

Praktično zvišanje mejnih vrednosti hrupa po novi uredbi, predvsem zaradi neupoštevanja impulznega hrupa in poudarjenih tonov ter letnega vrednotenja namesto dnevnega pomeni, da hrup v Republiki Sloveniji sploh ni več problem, saj velika večina virov hrupa, vključno s hrupom prometa, sploh niti približno ne dosega mejnih vrednosti. Čez noč smo postali najbolj okoljsko urejena država, saj problem hrupa komaj še zaznamo, čeprav vsi vemo, da je hrup resen problem. Po evropskih merilih (vir: Noise and Radiation 363, ki ga je izdala Evropska komisija) je več kot 50 odstotkov celotne populacije v Evropi obremenjenih s čezmerno ravno hrupa, to pomeni nad 65 dB(A) podnevi in nad 50 dB(A) ponoči. Republika Slovenija je vsekakor v Evropi.

Hrup je sicer subjektivna kategorija, vendar v mnogih primerih negativ-



Slika 2. Premik praga slišnosti (a) in čas izpostavljenosti hrupu (b)

no vpliva na zdravje in počutje ljudi. Nova uredba je bistveno prispevala k zmanjšani stopnji varovanja okolja in zdravja ter posledično k povečanju števila uporabnikov slušnih pripomočkov. Leta 2003 sem v Delovi prilogi Delo za znanost objavil prispevek z naslovom »Problematika impulznega hrupa v Sloveniji«, v katerem sem zapisal, da se od vseh poklicnih bolezni kar 50 odstotkov nanaša na hrup oz. akustično travmo. Med temi je bilo takih, ki jim je bila priznana poškodba sluha in ki so tako pridobili pravico do brezplačnega slušnega aparata, več kakor 9000 na leto. Zavod za zdravstveno zavarovanje Slovenije (ZZZS) pa je iz tega naslova financiral približno 3.000.000 EUR/leto. Marca 2013 sem od ZZZS pridobil sveže podatke o številu slušnih aparatov, ki so jih priznali svojim zavarovancem v letih 2008 in 2012, torej za naslednje pet- in štiriletno obdobje. V letu 2008 so izdali 8367 zaušesnih in 2989 vušesnih slušnih aparatov (skupaj torej 11.356 slušnih aparatov), v letu 2012 pa 10.306 zaušesnih in 2.789 vušesnih slušnih aparatov (ali skupaj 13.095 slušnih aparatov). Strošek ZZZS za ta namen je znašal 3.501.950 EUR v letu 2008 in 4.084.265 EUR v letu 2012. V primerjavi z letom 2003 je bilo v letu 2008, to je po naslednjih petih letih, izdanih 2356 več slušnih aparatov in v letu 2012, ali po naslednjih štirih letih 4095 več slušnih aparatov, kar pomeni letni prirast v povprečju za 400 slušnih aparatov. V denarju je letni prirast 100.000 EUR. Vsako leto je torej okrog 4000 novih hendikepiranih državljanov, kar pomeni, da jih je bilo takih v zadnjih desetih letih 40.000 več. Če k letnemu strošku od okoli 4.000.000 EUR, ki jih plačuje ZZZS, prištejemo še druge stroške za nadstandardne slušne pripomočke, katerih cena je tudi do 1.000 EUR in več, za katere prispevajo posamezniki sami, nadalje stroške zdravniških pregledov in stroške, ki jih utrpi delodajalec zaradi izostanka z dela in slabšega

učinka delavca na delovnem mestu, potem znaša celotna družbena škoda vsaj dvakrat več, to je 8.000.000 EUR/leto. V Sloveniji imamo slušno prizadetih več kot 10 odstotkov celotne populacije (vir: Društvo gluhih in naglušnih Slovenije), pri katerih so vzroki pri več kot polovici poklicne narave, to je zaradi izpostavljenosti čezmernim ravnom hrupa (ali glasbe), največ v delovnem okolju. Pri preostalih so vzroki starostni in v manjši meri dedni in bolezenski.

Vendar naglušni niso samo finančno breme družbe, ampak predstavljajo problem za družbo tudi sicer, saj je komunikacija z njimi pogosto otežena ali celo nemogoča, ker ne slišijo ali slišijo slabo. Poškodba sluha je torej hendikep za prizadetega, za okolico in za družbo v celoti. Žal niso redki primeri, ko za delavca začnemo skrbeti šele potem, ko je ta že naglušen ali celo gluhi, saj poklicnih bolezni nihče več ne spremlja. Poleg tega ima hrup kot eden od glavnih povzročiteljev naglušnosti tudi druge psihofiziološke in sociološke učinke, saj izguba sluha pomeni izgubo najvitalnejšega človeškega organa in čuta, po mnogih pomembnejšega od čuta vida, ki sicer spodbuja naše intelektualne zmožnosti. Resne študije so tudi pokazale, da hrup vpliva tudi na zmanjšan učni uspeh šolajoč se mladine, zlasti ob letališčih in večjih prometnicah, ter da se ob večjih mestnih vpadnicah poveča umrljivost tudi do 30 odstotkov. Čezmernim ravnom hrupa niso izpostavljeni samo delavci v industrijskih obratih, ampak nehoti tudi mnogi prebivalci v naravnem in življenjskem okolju. Številni sodni spori na tem področju to potrjujejo.

Snovalci nove uredbe so z bistveno omilitvijo mejnih vrednosti na področju hrupa naredili družbi veliko škodo, vodila jih je verjetno Direktiva 2002/49/ES Evropskega parlamenta in Sveta o ocenjevanju in upravljanju okoljskega hrupa (Directive 2002/49/EC of the European

Parliament and of the Council) iz leta 2002, v kateri je bilo zapisano, da je ta Direktiva del politike Skupnosti, ki obravnava hrup v okolju kot enega glavnih okoljskih problemov v Evropi in da z njo želijo doseči visoko raven varovanja zdravja in okolja, ter članice EU pozvala, da prilagodijo svoje uredbe novi direktivi in v povezavi s standardom ISO 1996-2:1987. Pri nas smo nepremišljeno zelo pohiteli in smo že avgusta leta 2004 imeli novo uredbo z veljavnostjo s 1. januarjem 2005. Žal so avtorji spregledali, da je v ta isti Direktivi 2002/49/ES zapisano tudi, citiram: »Če država ima svojo uredbo, jo lahko uporablja naprej.« in »Če država članica nima metode merjenja ali če želi uporabiti drugo metodo, je metoda lahko opredeljena na podlagi opredelitve kazalca in načel, navedenih v ISO 1996-1:1982 in ISO 1996-2:1987.« Iz tega izhaja, da direktiva ES ni bila namenjena državam, ki imajo to zakonodajo zgledno urejeno, ampak tistim, ki imajo na tem področju slabo uredbo ali je celo sploh nimajo. To potrjuje tudi dejstvo, da Nemčija in druge industrijsko razvite evropske države svojih uredb še do danes niso spreminjale. Glede na vsebino in kontradiktornosti v obeh prej navedenih ISO-standardih je mogoče tudi, da sta bila namenjena državam za nove »umazane« (beri tudi hrupne) tehnologije. Mi smo jim ustregli, oni očitno še opazili niso. Zato bi bilo želeli, da bi ARSO spremenil trenutno veljavno uredbo in jo prilagodil uredbam naših vzornikov, nemški in avstrijski, to je uredbam držav, v katerih civilizacijski krog smo sodili in še vedno sodimo. ■



Obremenjevanje in vzdrževanje industrijskih olj v hidroelektrarnah

Boštjan GREGORC

Izvleček: Turbinska olja se zaradi sprememb načina obratovanja v energetskega sistema v zadnjih desetletjih hitreje starajo, kar vpliva na stroške vzdrževanja in na obratovalno nesposobnost v času zamenjave oljne polnitve. Primeren način vzdrževanja in poznavanje mehanizmov staranja olja lahko pripomoreta k podaljšanju intervala časa zamenjave. Prav tako pa s pravilnim vzdrževanjem turbinskih olj vplivamo na manjše število neplaniranih zaustavitev agregatov zaradi nedelovanja regulacijskih in ležajnih sistemov.

Ključne besede: hidroelektrarne, regulacija, turbinska olja, meritve

1 Uvod

Turbinska olja imajo pri obratovanju hidroelektrarn pomembno vlogo, saj s hidravličnim krmiljenjem turbin in vzpostavljanjem triboloških razmer v ležajih zagotavljamo nemoteno obratovanje sistema. Turbinsko olje se na posameznem agregatu v osnovi uporablja za krmiljenje vodilnih in gonilnih lopat (Kaplanove turbine) ter za mazanje in odvod toplote v treh drsnih ležajih posamezne turbine.

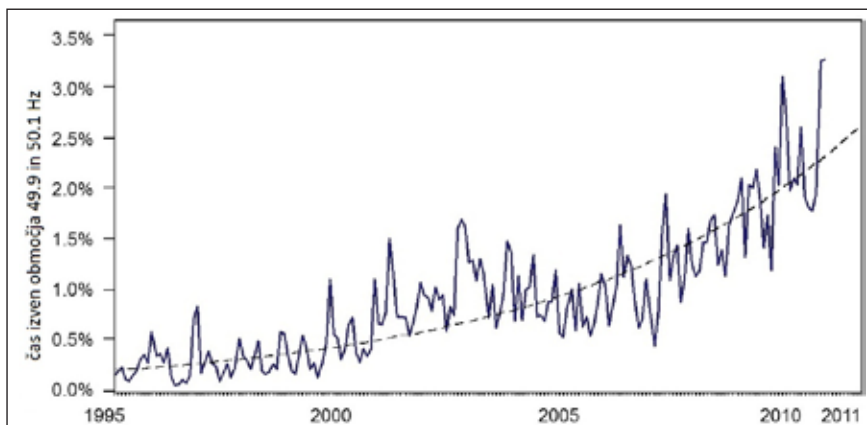
Hidroelektrarne na Dravi se nenehno posodablajo zaradi iztekaajoče se življenjske dobe opreme in nekoliko spremenjenih zahtev po obratovanju. Predvidena življenjska doba turbinske opreme je 40 let. Starejši agregati (grajeni pred letom 1990) so večinoma obratovali s tlaki v regulacijskem sistemu med 30 in 40 bar, kar je posledično vplivalo na večje dimenzije servomotorjev ter prostornine oljnih polnitev. Tako so polnitve za posamezen agregat znašale do 45.000 l turbinskega olja in dosegale življenjsko dobo 40 let. Starejše izvedbe agregatov so imele večje oljne izgube regulacijskih sistemov, saj so uporabljale manj

precizno tehniko regulacije. Obratovanje z agregati je bilo v preteklosti tudi manj dinamično (zagona, sekvenca, sprememba moči, število zagonov in zaustavitev agregatov), kar pa se je spremenilo z uvedbo tržnih razmer v elektroenergetskem sistemu (EES).

Novi hidravlični sistemi agregatov v večini uporabljajo sistemski tlak 60 bar (na DEM), zato so se zmanjšale dimenzije servomotorjev in količine oljnih polnitev. Glede na razmere v električnem omrežju se je povečala tudi odzivnost agregatov, kar je prispevalo k dodatnemu povečanju obremenjenosti turbinskih olj. Dodatno obremenjenost olja v regulacijskih sistemih predstavlja tudi primarna regulacija frekvence omrežja, ki jo izvajajo določeni agregati. V skladu z UCTE [1] so postavljene osnovne zahteve za proizvodjal-

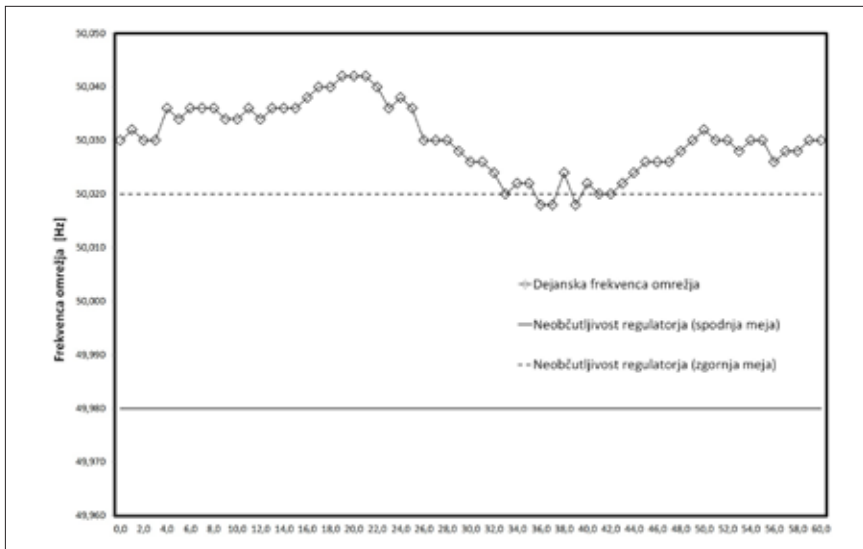
ce električne energije po primarni in sekundarni regulaciji frekvence omrežja. V primeru delujoče primarne regulacije se mora hidravlični regulator odzvati na spremembe mrežne frekvence, večje od ± 20 mHz (vsota merilne natančnosti frekvence in neobčutljivosti regulatorja). Prav tako pa je definirana statika turbinske regulacije, pri čemer velja za hidroelektrarne 4–5 % [2]. Vsekakor pa bo predstavljala primarna regulacija frekvence problematično delovanje agregatov v naslednjih letih, saj večanje deleža sončne in vetrne energije negativno vpliva na frekvenčne razmere v EES. Na *sliki 1* je prikazano časovno odstopanje frekvence zaradi povečanja razpršenih obnovljivih virov.

Nihanje mrežne frekvence ob predpostavljenih robnih pogojih izrazito



Slika 1. Sprememba povečanja časa odstopanja frekvence (1995–2011) [1]

dr. Boštjan Gregorc, univ. dipl. inž., Dravske elektrarne Maribor, d. o. o., Maribor



Slika 2. Odstopanje frekvence (junij 2013)

vpliva na delovanje turbinskih regulatorjev ter na življenjsko dobo hidravličnih komponent in hidravličnega olja. Na *sliki 2* je prikazan interval obratovanja agregata v hidroelektrarni, ko je bila frekvenca omrežja izven območja ± 20 mHz.

■ 2 Obremenjenost turbinskih olj

Pri analizi stanja obremenjenosti turbinskega olja je bila izvedena kratka analiza porabe olja v hidravličnem sistemu agregata hidroelektrarne z imensko močjo turbine 18,3 MW. Vključene so bile meritve oljnih izgub turbinskega regulatorja v primeru obratovanja agregata znotraj

cone primarne regulacije (± 20 mHz) in izven omenjenega območja.

Osnovni podatki analiziranega hidravličnega sistema so:

Sistemiški tlak:
 $p_s = 60$ bar

Volumen oljnega rezervoarja:
 $V_{rez} = 6000$

Neobčutljivost pozicioniranja:
 $i_y < 0,02\%$

Servomotor – mrtvi čas:
 $< 0,2$ s

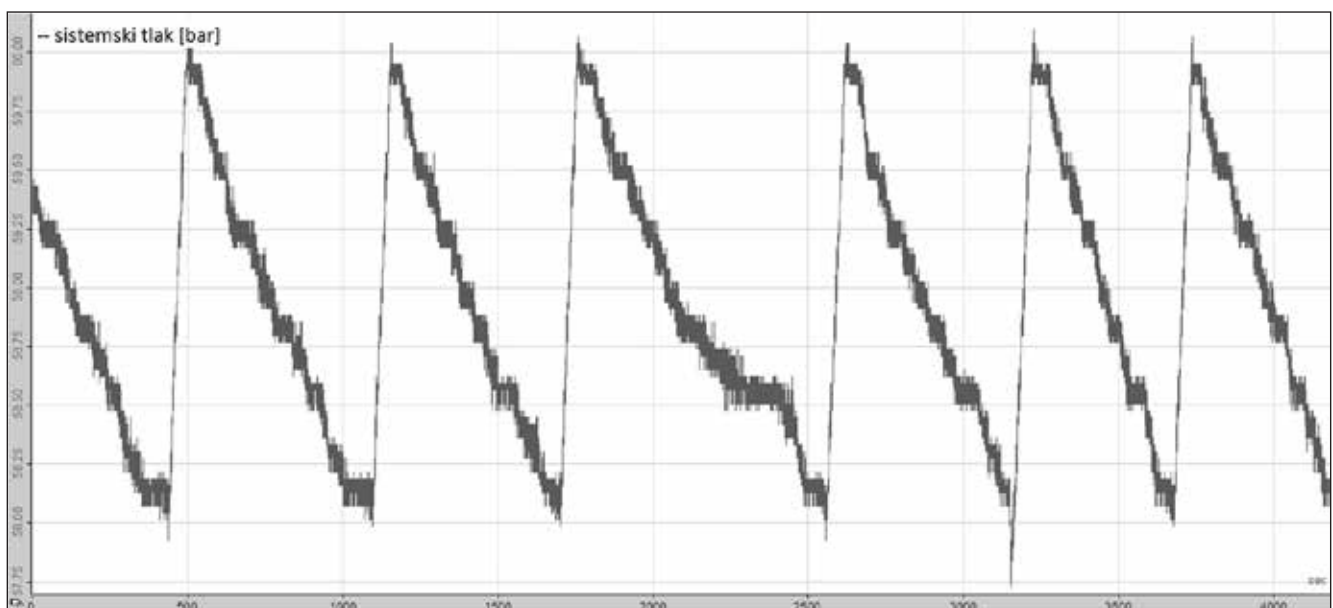
Temperaturno območje obratovanja hidravličnega regulatorja:
 $25 - 50^\circ\text{C}$

Viskoznost turbinskega olja:
ISO VG68 mm^2/s

Prikaz porabe olja za regulacijo vodilnih in gonilnih lopat agregata se odraža na padcu sistemskega tlaka. *Slika 3* prikazuje intervale doziranja/porabe turbinskega olja, ko agregat obratuje pretežno v primarni regulaciji.

Na podlagi znanih intervalov nihanja gladin in tlakov v sistemu je ocena cirkulacije oljne polnitve v primeru delovanja primarne regulacije in znaša ok. $650 \times V_{rez}$. V primeru manjšega odziva hidravličnega regulatorja na mrežne spremembe ($> \pm 200$ mHz) je ocena cirkulacije olja v sistemu ok. $120 \times V_{rez}$, kar v večini predstavljajo oljne izgube, ter del porabe tlačne energije za regulacijo po moči. Na *sliki 4* je prikazan primer spremembe nihanja generatorske moči zaradi delovanja primarne regulacije.

Vsekakor pa vpliva regulacija Kaplanovih turbin v primeru aktivne primarne regulacije frekvence na hitrejše staranje oljne polnitve in na povečano obrabo krmilnih komponent turbinskega regulatorja. Prav tako se poveča poraba električne energije za delovanje turbinskega regulatorja. S stališča regulacijskih sistemov in odzivnosti so za obratovanje v območju primarne regulacije frekvence primernejše hidroelektrarne s Peltonovimi turbinami.



Slika 3. Prikaz dopolnjevanja in porabe turbinskega olja (junij 2013)



Slika 4. Prikaz nihanja delovne moči generatorja v primeru delovanja primarne regulacije in v primeru neaktivnosti

■ 3 Vzdrževanje turbinskih olj

Uporabnost (življenjska doba) oljne polnitve v regulacijskih in ležajnih sistemih je odvisna od kvalitete turbinskega olja, obratovalnih značilnosti in vzdrževanja. Neizvajanje vzdrževanja zmanjšuje uporabnost turbinskega olja in povečuje nujnost obnove oz. zamenjave hidravličnih in ležajnih sistemov. Pri vzdrževanju turbinskega olja je potrebno posebej paziti na:

- vsebnost nečistoč v olju (delci v olju),
- stanje fizikalno-kemičnih parametrov v posamezni polnitvi,
- vsebnost vode,
- temperaturni režim in penjenje.

Nečistoče v olju

Dejavnik, s katerim se izrazito vpliva na podaljšanje oljne polnitve turbinskega olja, je ustrezna čistost olja, ki neposredno vpliva na obrabo hidravličnih komponent. Prav tako nečistoče (vsebnost delcev) negativno vplivajo na fizikalno-kemične

lastnosti olja (povečanje nevtralizacijskega števila). Pri podrobnejšem spremljanju vsebnosti nečistoč v enem letu smo v regulacijskih sistemih zaznali povečanje s 16/14/11 na 21/19/16 (ISO 4406:1999), kar pomeni, da se je v celotni oljni polnitvi agregata z volumnom 10000 l vsebnost nečistoč povečala z 1,5 g na 60 g. Glede na povečano količino nastalih nečistoč v izbranem časovnem intervalu je možno sklepati na povečano obrabo v regulacijskih in ležajnih sistemih (slika 5). Za detekcijo nečistoč v olju je priporočljiva vgradnja merilnikov/indikatorjev nečistoč z on-line grafičnim prikazom.

Glede na podrobno analizo sestave obrabnih kovinskih delcev (železo, baker, cink, ...) in poznavanje vgrajenih komponent v sisteme (metoda PML.07.16) je možno z ustreznimi posegi preprečiti nenapovedane zaustavitve agregatov in posledične stroške.

Fizikalno-kemični parametri posamezne polnitve

Za vsako novo oljno polnitev je priporočljivo izvesti fizikalno-kemično

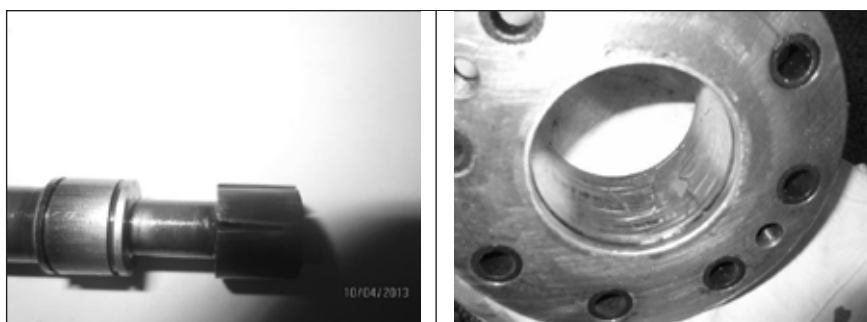
analizo za spremljanje sprememb posameznega parametra [3], [4]. Na podlagi sprememb je možno določiti sprejemljivost oljne polnitve za obratovanje agregata. V okviru laboratorijskih analiz je smiselno spremljati naslednje parametre turbinskega olja:

- barvo,
- nevtralizacijsko število,
- vsebnost antioksidanta,
- obrabne kovine,
- aditive,
- penjenje,
- električno prevodnost,
- MPC,
- RPVOT.

Pogostost izvedbe laboratorijskih analiz za turbinska olja je smiselna v časovnem intervalu 2–3 let, pri čemer je potrebno pogostost analiz povečati ob opaženih spremembah navedenih parametrov. Pogostost vzorčenja je potrebno povečati pri starejših oljnih polnitvah (> 10 let), kjer je smiselno izvajati laboratorijske analize najmanj enkrat letno.

Vsebnost vode v turbinskem olju

Vsebnost vode v turbinskem olju negativno vpliva na čas uporabnosti turbinskega olja v rezervoarjih. Voda vpliva na dodane aditivne elemente olja – oksidacija olja – in na nastanek korozije v sistemih. Glede na večletno spremljanje stanja olja in ustrezno preprečevanje vstopa vode v obliki pare ali kapljevine v sistem so normalne vsebnosti vode



Slika 5. Prikaz obrabe na krmilnem batu (levo) in na drsnem ležaju (desno)

v hidravličnih sistemih pri temperaturi 40 °C nižje od 40 mg/kg. V primeru vdora vode v sistem (ležajni ali regulacijski) se po odstranitvi deleža vode izrazito zmanjša vsebnost cinka v hidravličnem olju, poveča se penjenje in zmanjša količina antioksidanta. Prav tako se zaradi vode poslabšajo demulzivne lastnosti olja. Ocenjujemo, da vpliv vdora vode v oljne sisteme zmanjša uporabnost olja za ok. 25 % glede na prvotno stanje. Prav tako pa vdori vode povzročajo odpoved krmilnih/izvršilnih ventilov. Še spremenljiva zgornja vrednost vsebnosti vode v turbinskem olju je 100 mg/kg. Vsebnost vode v turbinskem olju je smiselno spremljati z on-line senzorji.

Temperaturni režim in penjenje

Z vzdrževanjem primerne temperature turbinskega olja v sistemih se čas uporabnosti oljnih polnitve podaljša. Obratovalna območja olja v rezervoarjih posameznega agregata hidroelektrarn se gibljejo med 30 in 50 °C. Glede na možno regulacijo temperature s pomočjo toplotnih prenosnikov zrak/olje, voda/olje je smiselno vzdrževati temperaturo olja na ok. 40 °C. Z višanjem temperature se hitrost staranja turbinskega olja povečuje.

Penjenje olja se pogosto pojavi zaradi mešanja olja in zraka. Prav tako pa imata na pojav penjenja pomemben vpliv konstrukcija oljnega rezervoarja kot tudi kvaliteta oljne polnitve. Za vse sisteme je najvažnejša hitrost izločanja parne faze iz olja, saj ima slednja pomemben vpliv na vzpostavitev in nosilnost oljnega filma ter na natančnost pozicioniranja krmilnih in regulacijskih elementov (stisljivost olja!). Penjenje turbinskega olja narašča s starostjo oljne polnitve rezervoarjev. Glede na večletno spremljanje stanja penjenja olja je za obratovanje še sprejemljiva vrednost 500/10 (ml). V primeru preseganja vrednosti je potrebno podrobno preučiti oljni sistem in stanje oljne polnitve.

Prepoznavanje stanja oljne polnitve (mineralna olja – kinematična viskoznost 68 mm²/s)

Za prepoznavanje stanja oljne polnitve je pomembno poznavanje fi-

Preglednica 1. Ocenjene mejne vrednosti turbinskih mineralnih olj

	Mejna vrednost	Metoda
Čistost olja	16/12/10	ISO 4406
Barva	>L5	ASTM D 1500
Nevtralizacijsko število	> 0,45 [mg KOH/g]	ASTM D 974
Električna prevodnost	$\Delta > 50$ [%]	/
Dielektrična konstanta	$\Delta > 5$ [%]	/
Vsebnost antioksidanta	< 15 [%]	ASTM D 7418
Penjenje olja	> 500/10 [ml]	ISO 6247
FT-IR	> 0,45 [/]	ASTM E 2272
Vsebnost vode	> 100 [mg/kg]	ASTM D 6304

zikalno-kemičnih parametrov ob prvem polnjenju rezervoarja, kar predstavlja osnovo za primerjanje ob uporabljenih enakih metodah merjenja.

Na podlagi opravljenih podrobnih analiz testiranja dveh različnih proizvajalcev turbinskega olja in pregleda večletnih laboratorijskih poročil regulacijskih in ležajnih sistemov so kot mejni kriteriji pred zamenjavo obstoječe polnitve podane ocenjene mejne vrednosti za mineralna turbinska olja (*preglednica 1*).

Glede na spremljanje trendov fizikalno-kemičnih lastnosti turbinskega olja je eden izmed kriterijev sprejemljivosti za obratovanje barva, kjer je ocenjena mejna vrednost $L = 5$. Za oceno stanja olja ima pomembno vlogo nevtralizacijsko število, saj se neposredno navezuje na pojav kislih produktov olja in porabo aditivnih elementov. Ocenjena mejna vrednost za nevtralizacijsko število je 0,45 mg KOH/g. Večanje nevtralizacijskega števila neposredno vpliva na zmanjšanje vsebnosti antioksidanta v turbinskem olju, kjer upoštevamo ocenjeno mejno vrednost 15 %. Olje s staranjem minimalno spreminja mazalne lastnosti in viskoznost (se zmanjša). Uporabnost mineralnega turbinskega olja je možno oceniti na podlagi FT-IR, kjer je ocenjena mejna vrednost 0,45. Sprejemljivost oljne polnitve je možno oceniti na podlagi dielektrične konstante, kjer je ocenjena mejna vrednost 5-odstotno povečanje glede na novo olje. Dielektrična konstanta se s staranjem olja povečuje, prav tako kot električna prevodnost olja. Električna prevo-

dnost se izrazito spreminja s staranjem olja in je eden izmed relativno preprostih parametrov spremljanja uporabnosti oljne polnitve. Povečanje električne prevodnosti za 50 % glede na novo olje oziroma ok. 450 pS/m predstavlja ocenjeno mejno vrednost uporabe. V okviru spremljanja stanja oljne polnitve spada še izvedba oksidacijske stabilnosti olja RPVOT (ASTM D 2272), kjer je ocenjeni mejni kriterij sprejemljivosti > 200 min.

Glede na ocenjene mejne kriterije je potrebno pred odločitvijo za zamenjavo oljnih polnitve preveriti pretekli obratovalni in temperaturni režim, izvajanje vzdrževanja olja (filtriranje, izločevanje vode, čiščenje rezervoarjev, ...) ter možnost mešanja z oljem drugačne sestave. Vsekakor pa je z laboratorijskim testiranjem glede na mejne vrednosti fizikalno-kemičnih lastnosti možno natančneje oceniti preostalo uporabno življenjsko dobo turbinskega olja.

4 Zaključek

bremenjevanje turbinskih olj v hidroelektrarnah je v zadnjih letih intenzivnejše. Oljne polnitve so manjše, sistemi pa obratujejo pod povišanimi tlačnimi razmerami, kar vse vpliva na zmanjšanje življenjske dobe oljne polnitve. Vključevanje hidroelektrarn s Kaplanovimi turbinami v sistem primarne regulacije frekvence omrežja predstavlja posebno problematiko glede na pričakovano življenjsko dobo turbinskih regulatorjev in oljnih polnitve turbine. Vsekakor pa s pravilnim vzdrževanjem temperature olja, fil-

tracije, izločevanja vode vplivamo na podaljšanje intervala zamenjave oljne polnitve kot tudi na življenjsko dobo regulacijskih in ležajnih sistemov. Glede na ustrezno prepoznavanje indikatorjev sprejemljivosti oljne polnitve za obratovanje je pomembno spremljanje električne prevodnosti olja in ostalih parametrov (preglednica 1), s čimer lahko

dejansko ocenimo primernost obstoječe oljne polnitve za obratovanje.

Literatura

- [1] <https://www.entsoe.eu/major-projects/network-code-development/load-frequency-control-reserves/>.
- [2] [http://www.uradni-list.si/1/](http://www.uradni-list.si/1/content?id=109820)

[content?id=109820http://www.rsareliability.com/Oil%20Analysis%20Tables.pdf](http://www.rsareliability.com/Oil%20Analysis%20Tables.pdf).

- [3] <http://www.rsareliability.com/Oil%20Analysis%20Tables.pdf>.
- [4] Reginald S. Robertson: ASTM in-Service Monitoring Program for Steam and Gas Turbine Oils; Volume 42, 8,466–473; Journal of the American of Lubrication Engineers (1989)

Loading and maintenance of industrial oils in hydroelectric power plants

Abstract: Due to changes in the operating mode of the energy system in the last decades, turbine oil is aging faster, which affects the cost of maintenance and causes operational inability at the time of oil replacement. Suitable maintenance mode and knowledge of the mechanisms of oil aging can help extend the replacement interval. Also, with proper turbine oil maintenance, we help diminish the number of unplanned shutdowns of aggregates due to non-functioning regulating and bearing systems.

Keywords: Hydro-power plants, regulation, turbine oils, measurements

industrijski
forum IRT
www.forum-irt.si



**6. INDUSTRIJSKI
FORUM IRT 2014**

Portorož
9. – 11. junij 2014

NAJPOMEMBNEJŠI STROKOVNI DOGODEK ZA INDUSTRIJO

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.

Dodatne informacije i prijava na dogodek:

Industrijski forum IRT, Motnica 7 A, 1236 Trzin, Slovenija
tel.: 01/5800 884 | faks: 01/5800 803
e-pošta: info@forum-irt.si | www.forum-irt.si

www.forum-irt.si

SPRETNİ PRVAKI

ENERGIJE, OPREME IN TRAJNOSTI

Evropa, Slovenija, Celje
20.–23. maj 2014



Najpomembnejša sejma svojih
vsebinskih področij v širši regiji

Sejma tradicije, ugleda in zaupanja

Sejma INTELIGENTNIH REŠITEV za
**ENERGETSKO UČINKOVITOST in
TRAJNOSTNI RAZVOJ**

17. mednarodni sejem **ENERGETIKA**

Energetika, varčna izraba energije in energetske viri

16. mednarodni sejem **TEROTECH-VZDRŽEVANJE**

Vzdrževanje, čiščenje in obnova zgradb

Zakaj morate biti zraven:

- najpomembnejši specializirani bienalni dogodek ponudnikov izdelkov in storitev za učinkovito vzdrževanje in uporabo objektov, strojev in resursov v industriji
- sejem omogoča neposreden stik z zainteresiranimi kupci

Zakaj ga ne smete zamuditi:

- predstavijo se najbolj pomembne blagovne znamke panoge
- srečanje s stanovskimi kolegi in ponudniki storitev
- strokovna predavanja in primeri dobrih praks



Promocija & specializiranost sta največji prednosti po mnenju razstavljalcev na zadnjih sejmih v 2012.



Informacije & novosti, ki jih prinaša sejem, sta največji prednosti po prepričanju obiskovalcev na zadnjih sejmih v 2012.



ROK ZA PRIJAVO:
13. januar 2014

m CE sejem

e CE sestanek

e CE novice

www.ce-sejem.si



Centralno mazanje – enolinijski sistem

Branko ŠIMAC, Matej TOMŠIČ

Izvleček: Mazanje je postopek, pri katerem med gibajoče se dele dovajamo mazalno sredstvo za znižanje trenja in temperature. Tako olajšamo gibanje in preprečimo poškodbe površin. S pravilnim mazanjem povečamo življenjsko dobo tornih površin, kar ugodno vpliva na stroške vzdrževanja in zanesljivost delovanja stroja.

Pri enolinijskih sistemih centralnega mazanja kot mazalni medij najpogosteje uporabljamo olja različnih viskoznosti. Za delovanje enolinijskega sistema so potrebni cikli. Sistem se izmenično obremenjuje (črpalka dozira olje, tlak narašča) in razbremenjuje (črpalka se ustavi in tlak olja se razbremeni v rezervoar). Tako ustvarjeni cikli sprožijo delovanje enolinijskih razvodnikov. V vsakem ciklu dozirajo razvodniki na posamezno mazalno mesto eno dozo maziva.

V prispevku bodo opisane tudi napake, ki se pojavijo zaradi nepravilne zasnove mazalnega sistema, naknadne predelave, izrabljenosti komponent ali uporabe neustreznega maziva.

Ključne besede: mazanje, črpalka, enolinijski sistem, enolinijski razvodniki, mazivo, olje, mazalno mesto

1 Uvod

Proizvajalci strojev v navodilih za uporabo navedejo mazalna mesta in priporočijo vrsto maziva, s katerim se mesta mažejo (olje ali mast). Zelo pomemben podatek je tudi, kako pogosto in s kakšno količino mažemo. Premalo mazanja povzroči prekomerno trenje in s tem obrabo gibljivih delov. Če mažemo preveč, običajno povzročimo prekomerno segrevanje, kar ima ravno tako škodljive posledice. Zato moramo paziti na primerno količino maziva, ki ga vnesemo pri enkratnem doziranju.

2 Centralno mazanje

Centralno mazanje se je razvilo z namenom, da bi izločili iz procesa mazanja napake, ki jim botruje človek, in zmanjšali porabo maziva. Oboje ima za posledico nižje stroške. Najprej so se začeli centralni mazalni sistemi vgrajevati v proizvodnji avtomobilskih delov. Dandanes je centralno mazanje pogosto že serijsko vgrajeno v vrednejše stroje z nekaj 10 ali več mazalnimi mesti.

Branko Šimac, inž., Matej Tomšič,
univ. dipl. inž., oba HENNLICH,
d. o. o., Podnart

Centralni mazalni sistem imajo tudi stroji z manj mazalnimi mesti, ki pa potrebujejo večje in redne odmerke maziva. Centralno mazanje nudi redno in samodejno oskrbo mazalnih mest z mazivom, ne le za posamezne stroje in postrojenja, ampak tudi za obsežne tehnološke naprave.

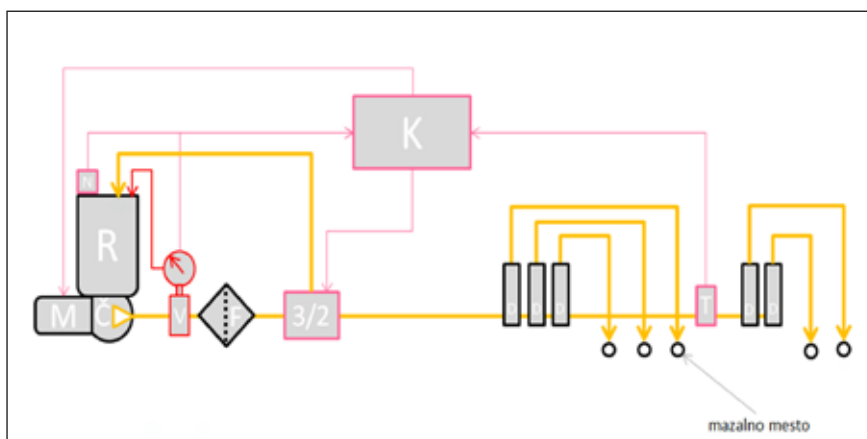
S centralnim sistemom mazanja zelo natančno časovno in količinsko odmerimo mazivo za mazalna mesta. Ker se mazivo prečrpa zaprto v ceveh, pride do mazalnega mesta čisto (ni kontaminirano z nečistotami). Tako imajo naprave s priključnim centralnim mazanjem običajno manj zastojev in daljšo življenjsko dobo od naprav, ki se mažejo ročno.

Pri izbiri pravega centralnega mazalnega sistema moramo analizirati:

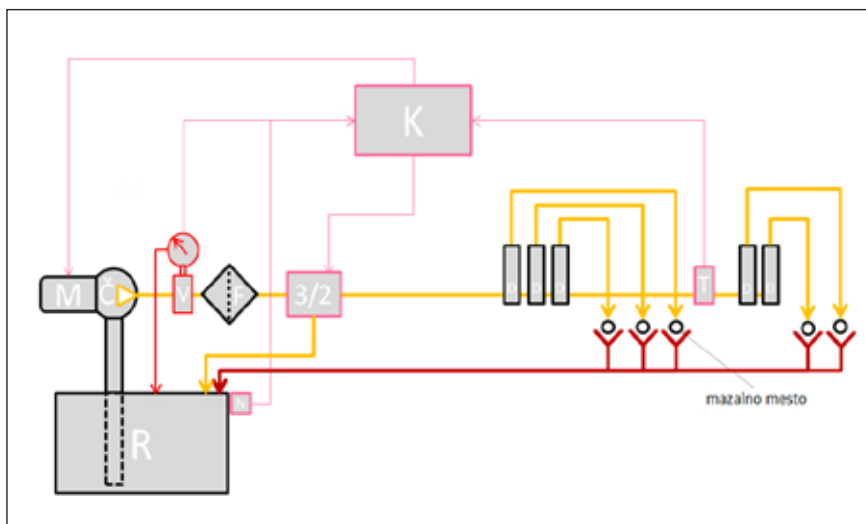
- čemu služi stroj in pod kakšnimi pogoji deluje ter kako nanj vpliva okolica,
- kakšne vrste so mazalna mesta in koliko jih je,
- kakšne so razdalje med mazalnimi mesti,
- katero mazivo se uporablja in kakšne so izkušnje; je to mazivo sploh primerno za prečrpavanje pod visokimi tlaki,
- kolikšna je bila dosedanja poraba maziva.

Ko smo to analizirali, lahko izberemo najprimernejši centralni sistem mazanja. Ta je največkrat sestavljen iz (glej *sliki 1 in 2*):

- rezervoarja (R),



Slika 1. Sistem s porabo maziva



Slika 2. Sistem s povratkom maziva v rezervoar

- črpalke (Č),
- varnostnega ventila (V),
- filtra (F),
- cevnega razvoda do razvodnikov,
- razvodnikov = dozirnih elementov (D),
- cevnega razvoda od razvodnikov do mazalnih mest,
- stikal oz. senzorjev za nivo maziva (N) oz. tlak (T) in
- krmilne enote (K).

Poznamo centralne mazalne sisteme, kjer se mazivo na mazalnem mestu porabi (slika 1), in sisteme, kjer se mazivo po uporabi vrne z mazalnih mest nazaj v rezervoar (slika 2).

Poznamo več vrst centralnih mazalnih sistemov, ki jih uporabljamo glede na zahteve stroja in želje uporabnika:

- enolinijski sistem,
- (enolinijski) progresivni sistem,

- večlinijski sistem,
- dvolinijski sistem,
- kombinirani sistemi.

V tem prispevku bomo bolj podrobno predstavili enolinijske sisteme centralnih mazanj in dve izvedenki v povezavi s komprimiranim zrakom. Enolinijskemu sistemu smo namenili glavno pozornost, ker je po lastnostih delovanja najbližji hidravličnim sistemom..

■ 3 Enolinijski sistem

Za delovanje enolinijskega sistema so potrebni cikli. Sistem se izmenično obremenjuje – črpalka (Č) dozira mazivo v cevni razvod in tlak narašča in razbremenjuje – črpalka se ustavi in sistem se razbremeni v rezervoar (R). Tako se ustvarjajo cikli. Ti sprožijo delovanje enolinijskih razvodnikov (D) (slika 1). V vsakem

ciklu dobi posamezno mazalno mesto eno dozo maziva. Cevni vod je lahko poljubno razvejan. Specifična lastnost tega sistema je (pri uporabi olj ali poltekočih maziv), da praktično vsa mazalna mesta istočasno prejmejo mazivo. Črpalka je največkrat zobniška električno gnana ali batna pnevmatsko gnana, redkeje batna, gnana z elektromotorjem ali elektromagnetom in še redkeje hidravlično gnana.

Čas doziranja in čas razbremenjevanja določimo s pomočjo kontrole tlakov s tlačnim stikalom (T) ali s časovnim relejem izkustveno na podlagi preizkusa delovanja sistema. Pri elektromotorno gnanih sistemih so tlačna stikala nujna.

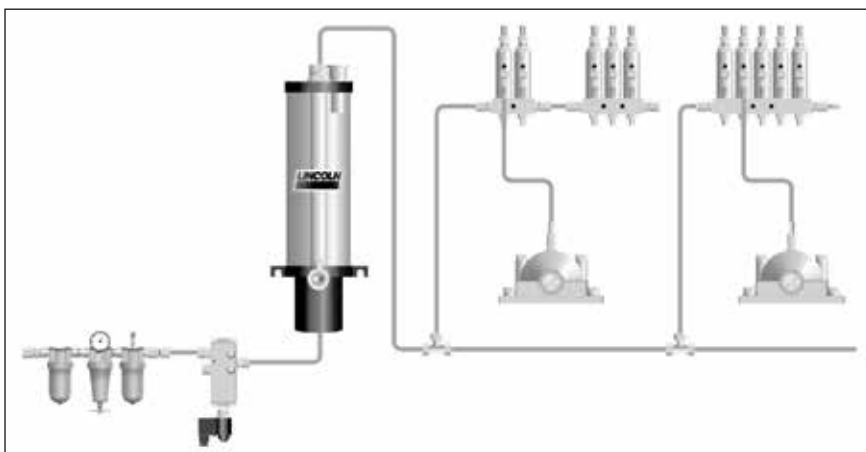
Pri manjših sistemih z batno črpalko črpalni bat naredi samo en hod in takrat dozira vso količino, ki jo potrebujejo mazalna mesta. Pri zobniških črpalkah in večjih pnevmatsko gnanih sistemih bat črpalke izmenično deluje, dokler ne zagotovi vse potrebne količine maziva oz. dokler ne zagotovi potrebnega tlaka.

Enolinijske sisteme lahko enostavno nadgrajujemo. Pri tem moramo paziti na kapaciteto črpalke in padce tlakov v cevnem razvodu.

Enostavnejši sistemi delujejo pri tlaku do 20 bar in največkrat samo z oljem. Manjši sistemi imajo razvodnike s fiksno količino olja, ki se dozira. Oskrbujejo nekaj 10 mazalnih mest na oddaljenosti do 10 m. Zmogljivejši sistemi delujejo tudi z mastjo do NLGI 2 pri tlakih tudi preko 400 bar. Na teh razvodnikih je možno dozirno količino zvezno regulirati. Oskrbujejo lahko 100 mazalnih mest na razdaljah, kjer so mazalna mesta na najdaljši veji oddaljena tudi preko 25 m.

3.1 Zmogljivejši enolinijski sistemi

Tovrstni sistemi delujejo tako z oljem kakor tudi z mastjo. Bistvena razlika je v velikosti črpalke in izvedbi razvodnikov. Črpalke morajo biti sposobne prenašati višje delovne tlake in dozirati več maziva, saj s temi sistemi oskrbujejo veliko mazalnih mest na večjih razdaljah.



Slika 3. Prikaz enostavnega enolinijskega sistema s pnevmatsko gnano batno črpalko



Slika 4. Primeri črpalk za zmogljivejši enolinijski sistem



Slika 5. Primeri nastavljivih razvodnikov

Običajno pri sistemih za olje uporabimo pnevmatske črpalke z razmerjem 20 : 1, pri sistemih za mast pa pnevmatske črpalke z razmerjem 50 : 1 ali pa hidravlično gnane črpalke. V obeh primerih imajo te črpalke že integriran 3/2 hidravlični ventil, ki omogoča obremenjevanje in razbremenjevanje sistema.

Zmogljivejši sistemi imajo običajno razvodnike, ki omogočajo mehansko nastavitve natančno določene količine (doze) maziva. Seveda imajo različni razvodniki različno območje nastavitve, ki sega od 0,01 cm³ do 10,00 cm³/cikel.

Pomembna lastnost teh sistemov je, da razvodnik potisne mazivo do

mazalnega mesta s tlakom, pri katerem se izvede cikel doziranja samega elementa. Zaradi te lastnosti so lahko mazalna mesta od razvodnika oddaljena tudi do 25 m.

3.2 Opis delovanja nastavljivih razvodnikov

Razvodniki, ki jih opisujemo, so sestavljeni iz (slika 6):

- vhod (P1) – dovod maziva,
- izhod (P2) – povezava do mazalnega mesta,
- batek (a),
- nepovratni ventil (b),
- merilna komora (c),
- stebelce za vizualno indikacijo (d),
- dozirna komora (e).

Čas doziranja

Mazivo, ki ga pod tlakom dozira črpalka, premakne batek (a) v razvodniku naprej. Pri tem procesu batek potiska količino maziva, ki se nahaja v dozirni komori (e) iz razvodnika skozi protipovratni ventil (b) v cev, ki vodi do mazalnega mesta. Istočasno se napolni merilna komora (c).

Čas razbremenjevanja:

Ko se začne sistem razbremenjevati (črpalka neha delati), tlak v dovodni cevi upade. Vzmet vrne batek v izhodiščno lego. V dozirni komori nastaja vakuum. Ko se odpre prehod med dozirno in merilno komoro, druga vzmet izvrši prenos maziva iz merilne v dozirno komoro. Razvodnik je pripravljen za ponoven cikel (slika 7).

4 Mazanje ležajev z mešanico olja in zraka

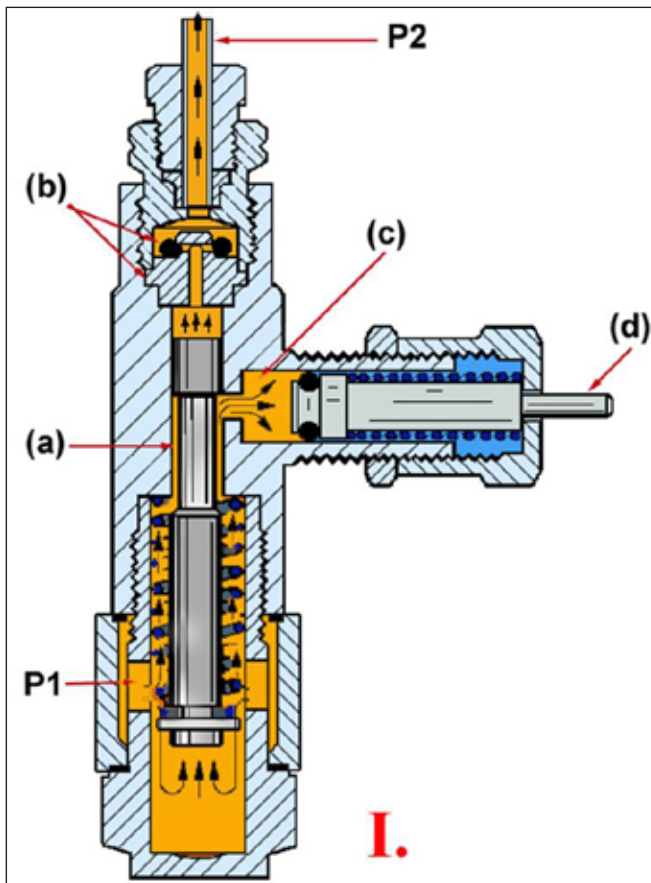
V tem primeru gre za mazalni sistem za mazanje ležajev, ki uporablja mešanico olja in zraka. Zrak je transportni medij za olje in istočasno hladilni medij, ki odvaja toploto iz ležajev. Zaradi zraka pri ležajih prihaja do nizkega tlaka, ki preprečuje vdor prahu v ležaj.

Najpogosteje se ta sistem uporablja pri mazanju hitro vrtečih se kotalnih ležajev delovnih valjev valjčnih mlinov, brusilnih kolutov in drugih naprav. Tam sta nujna odvajanje toplote in preprečevanje vdora prahu.

Elementi sistema olje-zrak (slika 8):

- regulator tlaka komprimiranega zraka (RT),
- zaporni ventil z regulacijo pretoka (Z+D),
- mešalna enota (ME).

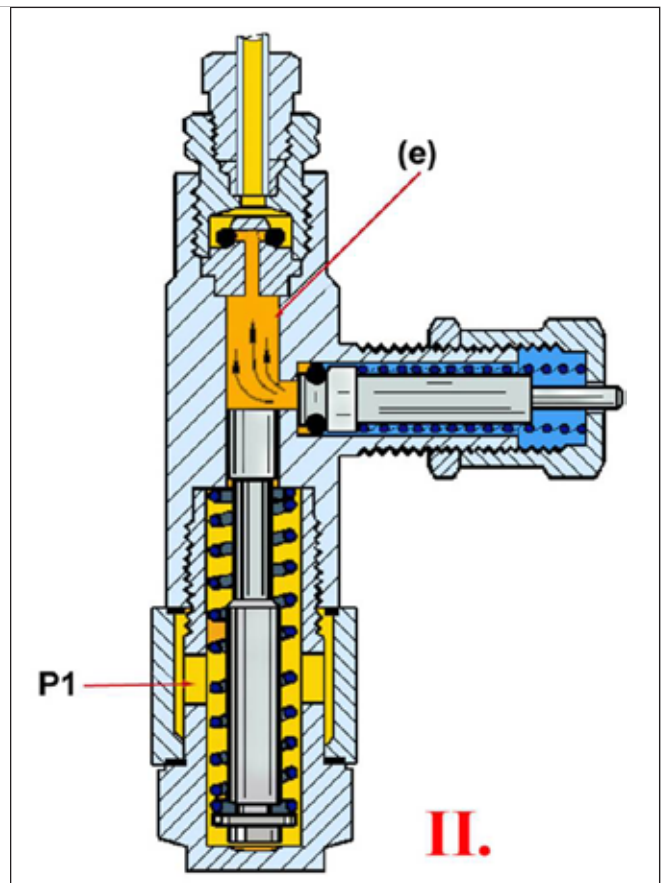
Oljni del sistema deluje v ciklih, značilnih za enolinijske sisteme. Olje se pod tlakom dovaja v prekat mešalne enote (ME). Tja se istočasno dovaja tudi komprimirani zrak. Tlak zraka reguliramo preko regulatorja tlaka (RT). Krmilimo preko zapornega elektromagnetnega ventila (Z). Med mazanjem je ventil stalno odprt. Skupna količina maziva, ki se dovaja do vseh ležajev, je odvisna od šte-



Slika 6. Čas doziranja

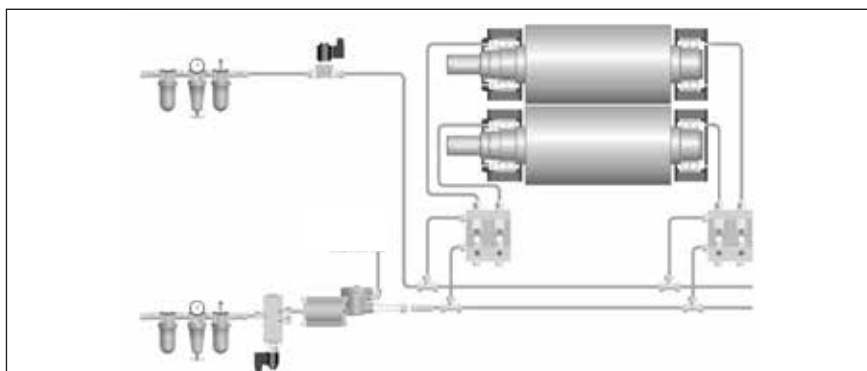
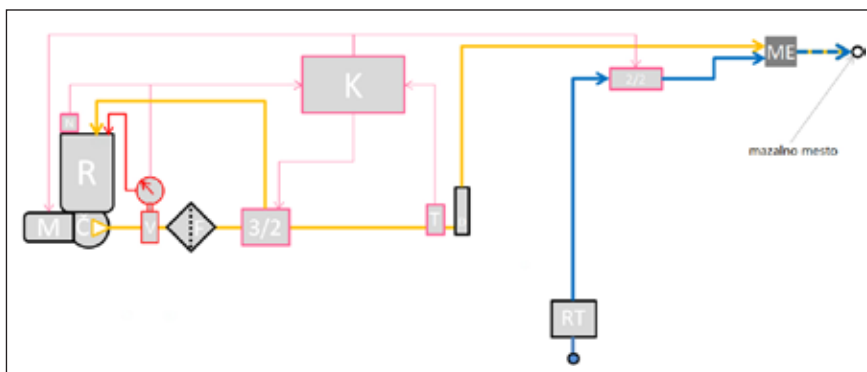
vila mazalnih ciklov, ki jih ustvarja črpalka, in od količine maziva, ki se dozira v posameznem ciklu. Količina zraka v ležajih se s pomočjo dušil-

nih ventilov (D) samostojno nastavi za vsak mešalni prekat. V mešalni prekat (ME) se olje črpa pulzirajoče vendar se mešanica do ležajev do-



Slika 7. Čas razbremenjevanja

vaja zvezno in homogeno. Opisana razporeditev omogoča samostojno in zelo natančno nastavitve količin dovedenega zraka in olja za vsako mazalno mesto posebej!

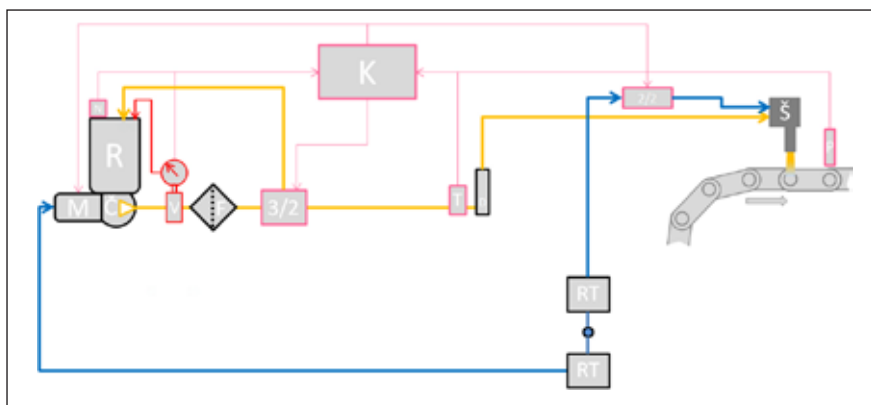


Slika 8. Prikaz sistema olje-zrak

5 Minimalno naoljevanje z mešanico olja in zraka na površine

Tovrstni mazalni sistem zagotavlja brezkontaktno mazanje. Komprimirani zrak trga kapljice olja in jih enakomerno in v tankem sloju nanaša na orodje, obdelovanec, verigo, zobnike, vodila ... ter orodje in obdelovanec hladi in hkrati čisti. V primerjavi z ostalimi rešitvami tu ni odpadnega olja ali povratka emulzije (slika 9)

Črpalka sesa olje iz rezervoarja (R). Ko dobi motor (M) črpalke ukaz, požene dozirni bat črpalke (Č), ki potisne – dozira – kapljico olja preko razvodnika (D) ali neposredno v šobo (Š). Olje, ki se ne meša z zrakom, se v posebni šobi (Š) v unikatni mešalni komori sreča s transportnim zrakom. Razporedi se po obodu šobe. Zrak je pod nizkim tlakom in služi le kot



Slika 9. Prikaz minimalnega mazanja s specialno šobo Orsco

transportni medij, ki potiska olje proti izstopu šobe in ga nato prenese na verigo. Zrak ne razpršuje olja v mikrokaplje, zato ne nastaja oljna megla kot pri drugih podobnih sistemih, kjer se uporablja komprimirani zrak. Zrak prenese olje v obliki srednje velikih kapljic na mazalno površino.

Razprševanje je lahko zvezno ali točkovno. V primeru točkovnega mazanja daje senzor pozicije (P) ukaz črpalki, kdaj mora šoba reagirati - dozirati, npr. v trenutku, ko je sornik verige pod šobo.

■ 6 Problemi pri dimenzioniranju oljnih sistemov

Težava pri projektiranju mazalnih sistemov je v tem, da pogosto zgoj računsko dimenzioniranje sistema ne da pričakovane rešitve. Proizvajalci ležajev kot tudi proizvajalci maziv v svojih katalogih podajo potrebne količine maziva za dana mazalna mesta v intervalih, odvisno od vrtiljav, tlaka, temperature in drugih vplivov okolja. Če upoštevamo samo podatke iz katalogov, običajno predimenzioniramo sistem. Predhodne izkušnje in dobra priprava na projekt so veliko vredne.

6.1 Napake pri projektiranju ali nastavitvah

Preveč mazanja: Povzroči segrevanje ležaja ter s tem povečano trenje in večjo obrabo ležaja.

- Izbrani preveliki razvodniki oz. razvodniki, nastavljeni na preveliko količino.

Premalo mazanja: Več trenja in s tem povezana večja obraba ležaja.

- Izbrani premajhni razvodniki oz. razvodniki, nastavljeni na premajhno količino.

Neenakomerno ali nezanesljivo delovanje:

- Interval obremenjevanja je prekratek ali pa je regulator tlaka zraka na črpalki nastavljen na prenizko vrednost (črpalka ne zagotovi dovolj tlaka). Zato tlak olja pri oddaljenih razvodnikih ni dovolj narastel, da bi premagal upor vzmeti in mazalnega mesta in premaknil batek. Razvodnik ne dozira ali ne dozira enakomerno.
- Interval razbremenjevanja je prekratek, dovodna cev je premajhnega preseka, ali pa je temperatura prenizka (olje se »zgosti«). Zato se oddaljeni razvodniki niso uspeli razbremeniti do konca in vzmet ni uspela vrniti batka v izhodiščno lego. Pri naslednjem ciklu se dozira premalo ali pa nič.
- Regulator tlaka zraka je nastavljen previsoko (črpalka »ustvari« previsok tlak) ali pa je varnostni ventil na izstopu iz črpalke nastavljen previsoko (ni ustreznega varovanja). Zato je tlak maziva v sistemu lahko previsok. Lahko počí cev ali pride do puščanja na spojih.
- Regulator tlaka komprimiranega zraka je nastavljen previsoko. Zato šobe tvorijo aerosole, to so mikrokaplje, ki lebdiijo v zraku in se ne usedajo na površino.
- Varnostni ventil na izhodu iz črpalke je nastavljen prenizko. Zato mazivo izhaja skozenj in tako v

sistemu ni zagotovljen zadosten tlak.

- Agresivna okolica. Zato komponente iz aluminija ali jekla korodirajo.
- Ni kontrole nivoja maziva v rezervoarju. Stroj lahko zato deluje brez mazanja, črpalka pa lahko poseša zrak in ne bo delovala, dokler sistema ne bomo odzračili tudi po ponovni napolnitvi rezervoarja z mazivom.
- Ob montaži sistem ni bil napolnjen z mazivom. Cevi so prazne. Dokler črpalka ne napolni cevovoda (kar je lahko več kot mesec), mazalna mesta niso mazana.
- Zamašena mazalna mesta so neprehodna za mazivo in niso namazana.
- Napačno izvedena mazalna mesta, npr. sorniki, nimajo vrezanega mazalnega kanala, ležaji so neprodušno zaprti. Tako ni prehoda za iztrošeno mazivo.

6.2 Uporaba neustreznega maziva

- Olje je pregosto ali pa je v sistemu uporabljena mast, ki tega ne podpira. Zato črpalka ne črpa ali razvodniki ne delujejo oz. se sistem ne razbremeni.
- Neprimerno mazivo za prečrpavanje pod tlakom. Zato se začnejo iz maziva izločati trdni delci, ki se naložijo v cevi in zmanjšajo oz. zaprejo presek (sedimentacija).
- Preveč vroča okolica. Zato lahko izparijo lažje hlapljive komponente, medtem ko se težje hlapljive naložijo na obodu cevi in zmanjšajo oz. zaprejo presek cevi.
- Nečistote v mazivu lahko blokirajo delovanje črpalnega elementa ali razvodnika. Zato lahko nepovratni ventil pušča in ne zagotovi zadostnega tlaka.

6.3 Iztrošenost komponent, poškodbe

- Stisnjena cevna napeljava. Zato je slabše oz. neprehodna za mazivo.
- Prekinjena cevna napeljava. Zato mazivo izteka v okolico.

- Poškodovano ustje šobe. Zato neenakomerno prši.
- Protipovratni ventil je ohlapen. Zato prepušča mazivo tudi v povratni smeri in črpalni ali dozirni bat ne ustvari zadostne količine in tlaka.
- Črpalni bat se iztroši. Zato del maziva zdrsi ob batu nazaj v rezervoar in v sistemu ni zadosti tlaka.
- Dozirni bat se iztroši. Zato uha-ja mazivo od dozirnem batu iz dozirne komore nazaj v dovodni cevovod namesto na mazalno mesto.
- Iztrošijo se tesnila pnevmatskega motorja. Zato črpalka ne uspe »zagotoviti« ustreznega tlaka v sistemu.

7 Zaključek

V prispevku smo podrobneje opredelili pojem centralnega mazanja, opisali glavne komponente in našli večino obstoječih centralnih mazalnih sistemov. Nekoliko podrobneje smo pregledali načine uporabe olja kot mazalnega medija v različnih sistemih (olje-zrak, minimalno naoljevanje, enolinijski sistem) in težave, s katerimi se lahko projektant oz. uporabnik sooči pri določenem projektu.

Pri pripravi projekta in navodil za uporabo se velja potruditi. Saj prava izbira mazalnega sistema in pravilna količina maziva pripomoreta k

povečanju življenjske dobe tornih površin. S pravilnim rokovanjem dosežemo, da bo sistem deloval tako, kot je predvideno. Oboje seveda ugodno vpliva na stroške vzdrževanja in zanesljivost delovanja stroja, pri katerem se uporablja centralno mazanje.

Literatura

- [1] SLOTRIB 2012 - SPLOŠNO O CENTRALNEM MAZANJU, B. Šimac, M. Tomšič,
- [2] http://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_lubrication_system.
- [3] Interna literatura podjetja HENLICH, d. o. o.

Central lubrication–Single line system

Abstract: Lubrication is the process where the moving parts are supplied with lubricant in order to reduce friction and temperature. Lubricants thus facilitate the movement and prevent damage to surfaces. With proper lubrication, the life of the friction surfaces is increased, which has a positive impact on the cost of maintenance and reliability of the machine.

In the single line central lubrication system, oils of various viscosities are used the most commonly. For the proper operation of the single line system, cycles are needed. The system alternates between strain (the pump is dosing oil and pressure rises) and relief (the pump stops and oil is relieved into a reservoir). The described cycles trigger the operation of the single line system injectors. In each dosing cycle, single line injectors distribute one dose of lubricant at each lubrication point.

In this article, the errors that occur due to improper lubrication system design, post-processing, deterioration of components or the use of improper lubricant will be described.

Key words: lubrication, pump, single line system, single line injector, grease, oil, lubrication point

SREČNO IN USPEŠNO 2013



HYDAC D.O.O., Zagrebska 20, SI – 200 Maribor, Tel: +386 2 460 15 20, Fax: +386 2 460 15 22, E – mail: info@hydac.si, www.hydac.si

Pulzni ventil VZWE

Pulzni ventil VZWE je 2/2-smerni ventil, posebej razvit za uporabo v odpraševalnih sistemih. Odlikujejo ga velik pretok, hitro odpiranje in zapiranje. Je robusten, ima dolgo življenjsko dobo in je cenovno ugoden. Ima številne možnosti priključitve. Izdeluje se v različnih velikostih (slika 1).



Slika 1. Pulzni ventil VZWE

VZWE odpravlja tveganja zaradi zamašitve. S kratkim udarom zraka zanesljivo očisti prašne filtre v mnogih vejah industrije. Za kratek in močan udar zraka se pogosto uporablja več pulznih ventilov hkrati (slika 2). Ima idealne lastnosti za zanesljivo čiščenje odpraševalnih sistemov ali postrojev.

Pulzne ventile uporabljajo v vseh branžah, v katerih je potrebno uporabljati in čistiti filtre. Tako so primerni v cementni industriji, predelavi tobaka, rudarstvu, aluminijski, keramični, gumarski, kemični, papirni, lesni, prehrabni industriji in drugod.

Večinoma so v proizvodnem procesu potrebni filtri, ki se med delovanjem polnijo. Čistilni sistemi s stisnjenim zrakom pri tem skrbijo za zanesljivo čiščenje filtrov. Kadar je filter umazan, se v filtrirno vrečo izstreli kratek tok stisnjenega zraka. Udarni val toka zraka sprosti umazanijo na filtrirni tkanini; ta nato pade v zbirni lijak za prah. Za udarni val morajo ventili doseči hitre odpirne in zapirne čase ter velike pretoke. Zaradi tega se pogosto hkrati upo-

rablja več pulznih ventilov VZWE.

Tehnični podatki:

- izvedba: 2/2- smerni ventil,
- velikosti: 3/4«, 1«, 1 1/2«, 2«, 2 1/2« in 3«,
- funkcija: Normalno zaprto / Normally Closed (NC),
- elektronsko vodenje preko tuljav s 24 V DC, 110 V AC in 230 V AC,
- območje tlaka: 0,3 ... 8 bar,
- priključki: NPT-navoj, G-navoj, spone,
- material ohišja: obarvana siva litina,
- material membrane: NR.

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



Slika 2. Vgraditev serije pulznih ventilov





INTRONIKA
SLOVENIA
29.-31.01.2014, www.intronika.si



Mednarodni sejem za industrijsko in profesionalno elektroniko ...
International Trade Fair for Industrial and professional electronic ...

Proporcionalni tlačni ventil VPPX

Proporcionalni tlačni ventil VPPX iz družine VPPM omogoča, skupaj z PID regulatorjem in zunanjim senzorskim vhodom, enostavno realizacijo nalog, ki so specifične za posamezne naročnike. Pri tem pa zagotavlja še veliko fleksibilnost in izboljšanje kakovosti procesov.



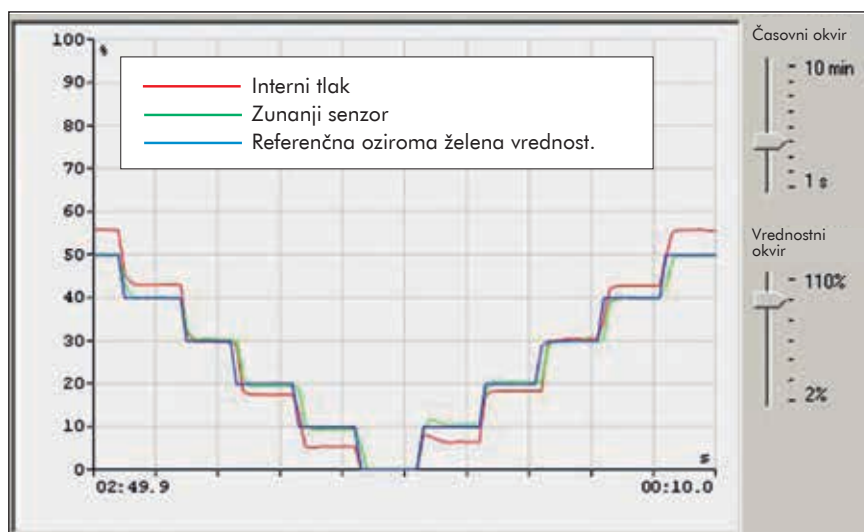
Slika 1. Proporcionalni tlačni ventil VPPX

S prosto nastavljenim PID regulatorjem se doseže, pri večini aplikacij, boljše učinke kakor s standardnimi regulatorji.

SVobodna izbira želene in dejanske vrednosti vhodnih in izhodnih vrednosti pomeni najvišjo prilagodljivost. Vse je mogoče individualno nastaviti, naj bo to tok ali napetost pri različnih ali enakih vrednostih.

En vhod za zunanje senzorje dejanske vrednosti izboljšuje kakovost procesov, tako, da je možno posamezne vplive in motnje v regulacijski verigi enostavno zregulirati.

Za enostavno in natančno parametrisiranje je uporabljen Plug-in za „Festo Configuration Tool“ (FCT). Funkcija osciloskop sproti kaže vpliv nastavitve regulacije (slika 2). Prikazane so želena vrednost, notranja dejanska vrednost tlaka kot tudi potek signala zunanjih senzorjev, kar omogoča hiter prikaz regulacije. Tako mogoče sistem enostavno nastaviti na optimalno raven regulacije.



Slika 2. Prikaz na osciloskopu, Funkcije FCT-ja za hiter pogled na regulacijske nastavitve

Vhod za dejanske vrednosti je kompatibilen za vse senzorje, ki dajejo tokovni ali napetostni signal. Tako je mogoče regulirati vse fizikalne veličine na katere je mogoče vplivati s tlakom ali ustreznim aktuatorjem.

- regulacija sile,
- regulacije vrtilnega momenta,
- regulacija vakuuma z Venturijevo cevjo,
- regulacija toka.

Uporabnost:

- regulacija tlaka z notranjim senzorjem,
- regulacija tlaka z zunanjim senzorjem,

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

Tabela 1. Tehniški podatki

Funkcija ventila	3 potni proporcionalni regulator tlaka				
Pretok	10 bar	NG6	NG8	NG8 prirobnica	NG 12
		1400 l/min	2700 L/min	1650 l/min	7000 l/min
Območje tlaka	0,1 do 10 bar				
Pnevmatični priključek	G 1/8", 1/4", 1/2", prirobnica				
priključitev	Notranji navoj (G 1/8", 1/4", 1/2"), ali prirobnica (NG6/NG8)				
Želena vrednost	Tok ali napetost (nastavljena z FCT)				
Dejanska vrednost	Tok ali napetost (nastavljena z FCT)				
Električni priključek	8 polni vtikač – M12				
Priključni kabli	Predkonfekturirani kabli 5m s odprtim kabelskim koncem				
	Y-povezovalni kabel za parametrisiranje				
	Adapter za programiranje				
Zaščita	IP65				

Chainflex® M kablji

Chainflex® M je nov, celovit nabor kablov podjetja HENNLICH d.o.o., ki se vgrajujejo v energijske verige. To

so krmilnih kablji, kablji za napajanje motorjev, kablji za prenos podatkov in podobno (slika). Uporabiti jih je mogoča za vse namene, ki jih zahtevajo proizvajalci strojev. Njihova življenjska doba je vsaj 1 milijon dvojnih hodov in imajo nižjo ceno kot drugi kablji, ki so že na trgu.

Trenutna chainflex® paleta kablov obsega 1.030 različnih vrst kablov, ki so izdelani in testirani za zelo zahtevne, stalno premikajoče se primere uporabe v energijskih verigah z visokim številom hodov, velikimi hitrostmi in pospeški v zahtevnih okoljskih pogojih. Te visoke zahteve so tudi dražje. Razvita je tudi cenovno ugodnej-

ša možnost za primere, ko se ne zahteva tako veliko število hodov – premikov kablov, ki je konkurenčna drugim izvedbam na trgu.

Kablji chainflex®M so preskušani v lastnem laboratoriju, ki ima 1.750 m² površine, vzporedno teče 700 testov, ki skupaj opravijo dve milijardi preskusnih ciklov vsako leto – tudi s simulacijo dejanskih pogojev delovanja. Trajnostni poskusi dajejo zagotovilo za dolgo življenjsko dobo kablov in zanesljivost v celotni življenjski dobi.

Rednosti kablov so tako dolga življenjska doba in cenovno ugodne rešitve.

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



Različne izvedbe kablov in pritrditve

Chainflex® M garantira življenjsko dobo milijon ciklov. To pomeni, da je igus prvi proizvajalec fleksibilnih kablov na trgu, ki nudi nizko ceno in jamči življenjsko dobo svojih kablov v energijski verigi.

Za brezplačne vzorce pokličite 04/532 06 05.

Več na www.hennlich.si/chainflex.

Omronov ozki temperaturni regulator E5DC

Omronova družina temperaturnih regulatorjev E5_C je dobila novega člana, model E5DC. To je zelo ozek, samo 22,5 mm širok, vgradni temperaturni regulator, ki ohranja vse lastnosti ostalih članov družine. Ima

zelo hitra in natančna temperaturna oz. procesna regulacija z odzivnim časom 50 ms. Tudi pri modelu E5DC so na voljo različne funkcije, kot je komunikacija, nadzor nad napako grelca in dodatni funkcijski vhod.

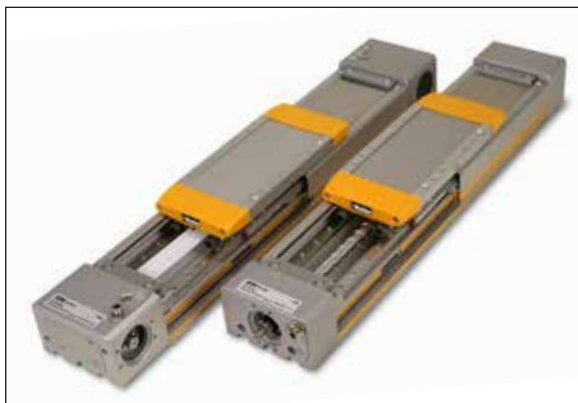


zelo kakovosten LED-prikazovalnik, ki kljub svoji ozki zasnovi prikazuje vse bistvene vrednosti in parametre za nadzor regulacije. Ima univerzalni vhod za vse temperaturne sonde in ostale analogne vhode. Odlikuje ga

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

Visokozmogljivi elektromehanski linearni pogoni Parker ORIGA HMR

Parker Hannifin je poslal na trg dva nova pogona velikosti 85 in 110 mm kot člana do sedaj uveljavljene družine elektromehanskih linearnih pogonov ORIGA HM, ki že vključuje pogone velikosti 150, 180 in 240 mm.



Pogoni serije HMR imajo kroglično vreteno (HMRS) in zobati jermen (HMRB). Na voljo so tudi v kombinaciji z linearnim motorjem. Vse dimenzije imajo osnovni ali ojačani profil z različnimi možnostmi načina pritrditve. HMR je široko uporaben in ga je mogoče uporabiti pri natančnem pozicioniranju kakor tudi pri gibanjih z visoko dinamiko. Velika izbira popolnoma integriranih možnosti,

kot so pozicionirni senzorji, zavorni sistemi, zaščita pred udarci, centralno mazanje idr., dajejo uporabniku občutek varnosti in zanesljivosti.

Vir: Parker Hannifin Ges.m.b.H. Wiener Neustadt, Avstrija – Podružnica v Sloveniji, tel.: 07 337 66 50, faks: 07 337 66 51, e-mail: parker.slovenia@parker.com, internet: www.parker.si, Miha Šteger



Želite najvišjo kakovost industrijskih komponent po konkurenčnih cenah, enostavno naročilo in hitro dostavo?

Oprema Allen-Bradley zagotavlja optimalno zmogljivost najzahtevnejših aplikacij po vsem svetu že več kot 100 let.

Obiščite spletno trgovino na www.tehna.si in si pridobite prednost z izbiro Allen-Bradley industrijskih komponent.



info@tehna.si
www.tehna.si

Tehnološki park 19 · 1000 Ljubljana

Rockwell Automation
Allen-Bradley · Rockwell Software

Hellina LED tehnologija v avtomobilih, na ulicah in v industriji

»Popolnoma se zavedamo, da brez inovacij za nas ne bo prihodnosti. Inovativnost je danes nuja! Ta pojem ne pomeni nujno neke velike inovacije, pomembne so tudi majhne inovacije v dnevnem procesu dela. Razmišljati moramo zunaj tradicionalnih okvirov. Če bomo samo sledili drugim, ne bomo nikoli vodilni. Naša filozofija je, biti najboljši v svojem razredu. Vsak dan je treba razmišljati o stalnih izboljšavah stvari, ki jih počnemo. Še bolje pa je razmišljati, kako lahko nekaj naredimo popolnoma drugače, veliko boljše, kako lahko pridobimo prednost pred našimi konkurenti. Potrebno je izkoristiti priložnosti na trgu!« razmišlja Christof Droste, direktor Helle Saturnus.

Razvojnega oddelka globalne korporacije Hella, poznane predvsem po inovativnih rešitvah v avtomobilski industriji, kriza ni upočasnila, kvečjemu spodbudila k proaktivnemu soočanju z njo.

Pred petimi leti se je Hella s prenosom znanja iz avtomobilске industrije uspešno razširila še na novo področje, obogatila svoj produktivni in tržni portfelj ter ublažila krizna nihanja. Tako je nastal **neavtomobilski program**:

- **LED ulične razsvetljave,**
- **LED industrijske razsvetljave,**
- **LED notranje razsvetljave,**
- **LED letališke razsvetljave**
- **ter števecv prehodov ljudi.**

Hella, ki se s svetlobo ukvarja že več kot 120 let, razume njen pomen – saj vpliva na naše počutje in vedenje bolj, kot se zavedamo. Svetloba je eden bistvenih dejavnikov, ki vpliva na bioritem človeka. Opoldne je drugačna kot zvečer, kar vpliva na fiziološke procese v telesu in v naši duševnosti.

Večja osvetljenost oz. svetloba z višjo barvno temperaturo (bolj hladno bela) pozitivno spodbuja našo pripravljenost za delo kot sončna svetloba, ki je bolj hladna čez dan, proti večeru pa postane toplejša (bolj topla bela). Toplejša svetloba je torej primernejša za bivanje, saj je prijetna in daje občutek udobja, zavetja, varnosti in prijaznosti.

Najboljša svetloba svetil je torej takšna, ki se približa naravni. Za delovna mesta in osvetljavo zunanjih površin (cest, parkov, parkirišč, pešpoti ...) so najprimernejši nevtralni ali hladnejši odtenki bele svetlobe, ki so močnejši in omogočajo dobro osvetljenost in visoko storilnost.

Hellina LED svetila oddajajo nevtralno belo svetlobo, ki ni ne prerumena ne prebela. Razlog za takšno barvno svetlobo je maksimalno optimiranje razmerja med ekonomičnostjo (porabo električne energije) in primerno močjo svetlobe za osvetlitev površin in učinkovitost zaposlenih. Svetila s takšno svetlobo dosegajo tudi več kot 70-odstotne prihranke električne energije.

Tudi Hella Saturnus v trajnostnem tehnološkem razvoju vidi svojo priložnost

»Energetska učinkovitost ima v viziji Helle Saturnus zelo veliko vlogo, in sicer iz dveh razlogov. Prvi, bolj čustven, je naša odgovornost, da otrokom ohranimo čim bolj neokrnjeno okolje. Drugi razlog je, da je to boljše s poslovnega vidika. Cene energentov bodo v prihodnosti vse višje, zakonodaja na tem področju se vse bolj zaostrojuje, davki na energijo rastejo.

V preteklosti smo na tem področju veliko naredili, a še vedno je odprtih veliko idej za ukrepe v prihodnjih letih,« pravi generalni direktor **Christof Droste**.

Skupaj z dejstvom, da ima korporacija že več kot 20 let izkušenj z LED tehnologijo, ne preseneča, da tudi ambicije in kompetence Helle Saturnus na tem področju pospešeno rastejo.

Audi je v Frankfurtu predstavljal novi Audi A8 s Hellinimi tehnološko prebojnimi žarometi – z matričnimi LED žarometi.

Hella Saturnus pospešeno zaključuje razvoj svojega prvega žarometa z vsemi funkcijami v LED tehnologiji. V Ljubljani se intenzivno pripravljajo na zagon proizvodnje prvih polnih LED žarometov, kar zanje pomeni tehnološki preboj.

Vse bolj pa se uveljavljajo tudi v segmentu LED zunanje in notranje, industrijske in pisarniške razsvetljave, ki naj bi jim po načrtih sodeč do leta 2020 prinesla dodatnih 40 milijonov prihodkov.

Z LED ulično in industrijsko razsvetljavo do 80-odstotnih prihrankov

Programi ulične in industrijske LED razsvetljave omogočajo od



Žaromet za Opel Insignio

60–80-odstotne prihranke, ki so skupni rezultat več ključnih elementov Hellinih svetil.

Modularnost ali svetila brez vzdrževanja

Modularna zasnova zagotavlja trajnostni koncept svetil. Izjemno kakovostna aluminijasta ohišja namreč ostajajo enaka vso življenjsko dobo. V koraku s tehničnim napredkom se po potrebi ali po izteku življenjske dobe zamenjajo le LED moduli, ki bodo sčasoma še varčnejši in učinkovitejši, dimenzijsko pa nespremenjeni.

Moduli zaradi svoje nadpovprečne življenjske dobe skoraj ne potrebujejo vzdrževanja in jih je le redko treba zamenjati, kar dodatno znižuje obratovalne stroške. Tudi priklop je enostaven in ne zahteva tehnično usposobljenega kadra, ampak ga tako rekoč lahko opravi vsak.

Kakovost LED diod in elektronike

Hella se z več kot 20-letnimi izkušnjami z LED tehnologijo zaveda pomena kakovosti LED diod, zato sodeluje z najboljšimi razvojno usmerjenimi ponudniki. Hkrati imajo svetilke tudi certifikat fotobiološke varnosti, ki še dodatno zagotavlja odsotnost toplotnega in fotokemičnega tveganja za oči.

Zelo pomembna je tudi krmilna elektronika, ki skrbi za optimalen izkoristek električne energije. V sodelovanju z nemškim dobaviteljem, ki proizvaja elektroniko tudi za avtomobilsko industrijo, jo je Hella razvila posebej za program industrijske razsvetljave.

Optika z znanjem iz avtomobilске industrije

Za dodatne izkoristke električne energije in optimalno osvetljenost skrbijo optični sistemi. Hella jih razvija sama, saj je optika ključni element vsakega svetila tako avtomobilskega kot ostalih. Naloga optičnih sistemov je pravilna usmeritev in homogena distribucija svetlobe brez svetlobnega onesnaževanja, poleg tega še dodatno optimira električno porabo. Pri vseh programih svetil je, skladno z zahtevami kupca, mogoče izbirati med različnimi optikami.

Prihranki

Naložba v prenovi svetil se zaradi modularnosti, varčnosti, učinkovitosti in kakovosti izdelkov v povprečju povrne v treh do petih letih oziroma že v garancijski dobi petih let.

Helline LED svetilke na slovenskih ulicah

Hellina programa zunanje razsvetljave Eco Street Line in Eco Road

Line sta namenjena prenovi javne razsvetljave ali osvetlitvi cest, parkov, parkirišč, kolesarskih stez in pešpoti. Hkrati pa se podjetje s svojim lastnim razvojem prilagaja tudi potrebam lokalnega okolja. Reprezentativni primer je prenova stare ulične razsvetljave v Ljubljani z LED tehnologijo, ki mestu omogoča občutne energetske prihranke z nižjimi izpusti CO² in brez svetlobnega onesnaževanja. Da bi se izognili svetlobnemu onesnaževanju, evropska uredba določa standarde ulične razsvetljave, ki jim morajo slediti občine pri osvetljevanju ulic in stavb in jih vpeljati do konca leta 2016. Helline vrhunske LED svetilke tako s svojo učinkovitostjo, z majhno obremenitvijo okolja ter s prebivalcem prijazno svetlobo pozitivno prispevajo tudi h kandidaturi Ljubljane za zeleno prestolnico 2015. Do konca leta 2016 bo Hella Saturnus v sodelovanju z Ljubljansko Javno razsvetljavo s svojimi LED moduli postopoma posodobila dobrih 11 tisoč tehnološko zastarelih in potratnih svetilk mestne razsvetljave. Zaradi ohranitve obstoječih ohišij starih fluorescentnih svetilk in njihove nadgradnje z LED tehnologijo velja ta rešitev za eno najbolj ekonomičnih. Takšna zamenjava prinaša



Enostaven priklop za katerega ne potrebujemo strokovnjaka



Industrijska razsvetljava »IL2 PLUS« je primerna za razsvetljava visokih industrijskih, logističnih in prodajnih prostorov

mestu kar 64-odstotni prihranek pri električni energiji in štirikratni prihranek pri vzdrževanju zaradi daljše, 12-letne življenjske dobe modula. Dodatni prihranek omogoča še možnost zatemnjevanja svetilk, ki jo vsebujejo vse Heline svetilke, gre za učinkovito prilagajanje vremenskim razmeram, letnim časom in celo gostoti prometa.

S Hellenim programom LED razsvetljave, ki vsebuje tudi solarno svetilko za odročnejše kraje, pa je poleg Ljubljane opremljenih vse več slovenskih občin, med drugim ulice Kopra, Škofljice, Postojne, Dobrepolje, Cerklje na Gorenjskem, Horjula in Mirna - Kostanjevici. V vseh občinah beležijo 60–80 % nižjo porabo.

LED razsvetljava za pametna mesta

V Helli na izzive prihodnosti skupaj z razvojnimi partnerji odgovarjajo s trajnostno naravnanim razvojem pametne LED razsvetljave. Z LED svetilkami, ki jih je mogoče centralno daljinsko upravljati in jih po potrebi nadgrajevati z različnimi servisi, ustvarjajo za uporabnike, občine ali podjetja celovit sistem pametne razsvetljave. Omenjeno razsvetljava si je mogoče ogledati in preizkusiti v Helli Saturnus ter na sedežu koncerna v Lippstadtu v Nemčiji. Pilotski projekt postavitve v okolju pa si je mogoče ogledati v eni izmed ener-

getske najbolj učinkovitih občin, v Mirnu - Kostanjevici.

LED industrijska razsvetljava

Zasebni sektor, pozoren na energetsko bilanco, hitreje od javnega sektorja prepozna in uvaja prednosti kakovostne LED tehnologije.

Hellina paleta notranjih in industrijskih svetil LED ponuja rešitve za industrijske prostore, skladišča, logistične centre, parkirne hiše, pisarne, supermarkete, trgovine, hotele, bencinske črpalke in druge objekte.



Modularna industrijska razsvetljava »IL2 PLUS«

Prva generacija modularnih industrijskih svetil se je odlikovala po visoki IP-zaščiti, primerni za zahtevnejše pogoje z višjo vlago in vsebnostjo prahu ali izpustov v prostoru. Kot takšna je primerna za težjo industrijo, avtopralnice, hladilnice ... V drugi generaciji je Hella poskrbela za razsvetljava visokih industrijskih, logističnih in prodajnih prostorov, ki jim ustreza modularna industrijska LED razsvetljava »IL2 PLUS«.

Razsvetljava prinaša do 80-odstotne prihranke, po 50.000 urah delovanja pa še vedno dosega 70-odstotno stopnjo preostalega svetlobnega toka.

Fleksibilnost osvetlitve

Tračni sistem zagotavlja ustrezno prilagoditev naročnikovim potrebam, mogoče je prilagajanje razporeditve LED modulov znotraj tračnih nosilcev kakor samih nosilcev, z regulacijo pa se lahko fleksibilno prilagaja tudi moč osvetlitve.

Patentirana optika

Patentirana optika svetlobo precizno usmerja, zato neizogibno izgubo svetlobe zmanjšuje na najmanjšo možno mero, hkrati pa preprečuje bleščanje, ki je pogost pojav pri LED svetilih. LED svetilka je namreč sestavljena iz točkovnih virov sve-

HELLA INDUSTRIJE

Tehnologija z vizijo

**LED ZUNANJA
RAZSVETLJAVA**



**INDUSTRIJSKA
RAZSVETLJAVA**



**PAMETNA
LED SVETILKA**



**AMBIENTALNA
RAZSVETLJAVA**



HELLA Saturnus Slovenija d.o.o.
Letališka c. 17
1000 Ljubljana/Slovenija
Tel.: 01 520 32 58
hss-industries@hella.com
www.hella-saturnus.si





200 LED diod v modulu in Hellina optika skrbita za očem prijazno razsvetljavo

tlobe (LED diod), ki jih je potrebno močno razpršiti, da se izognemo bleščanju. Industrijska svetilka »IL2 PLUS« vsebuje kar 200 točkovnih izvorov svetlobe, kar pomeni, da so svetilke očem prijazne.

Prihranki

Prednost sistema pokaže tudi preiz-

kus donosnosti in amortizacije. LED svetlobni tračni sistem je še posebej donosen zaradi njegove nizke porabe energije, dolge življenjske dobe LED modula, smotrne usmeritve svetlobe ter hitre in cenovno ugodne vgradnje. Dodaten prihranek se pokaže ob vzdrževanju ali enostavni menjavi modulov, saj ne zahteva prisotnosti strokovnjaka.

Širok program LED svetil in števec prehodov ljudi za pisarne, trgovine, letališča in javni promet

Hellin program poleg zunanje in industrijske LED razsvetljave vsebuje tudi program notranjih svetil ter reflektorskih in panelnih, primernih za pisarne, trgovine, šole, bolnišnice ...

Uspešno pokrivajo tudi nišne segmente s posebnimi zahtevami, kot je področje letališke razsvetljave, ki bo kmalu razsvetljevala letališče na Reki.

Zaradi obvladovanja dnevnih migracij z javnimi prevoznimi sredstvi se za števce prehodov ljudi zanimajo avtobusni in letalski prevozniki ter železnice. Zanimivi pa so tudi za trgovske verige, ki v vsakem trenutku vedo, koliko obiskovalcev je na določenih lokacijah, kar jim omogoča fleksibilno prilagajanje števila osebja.

www.hella-saturnus.si



ZASTOPA IN PRODAJA
ppt commerce d.o.o.
 Celovška 334
 1210 Ljubljana-Šentvid
 Slovenija
 tel.: +386 1 514 23 54
 faks: +386 1 514 23 55
 e-pošta: ppt_commerce@siol.net
<http://www.ppt-commerce.si>



BETTIS™ pnevmatski in elektro aktuatorji



ROHR- UND SCHLAUCHVERBINDUNGEN / EDELSTAHL
PIPE AND HOSE CONNECTORS / STAINLESS STEEL

>> Quality connects – with certainty ...

Our strengths ...

Highly-qualified employees, know-how gained over many years of experience, processing of high-quality materials in accordance with international norms and standards, continuous quality management.

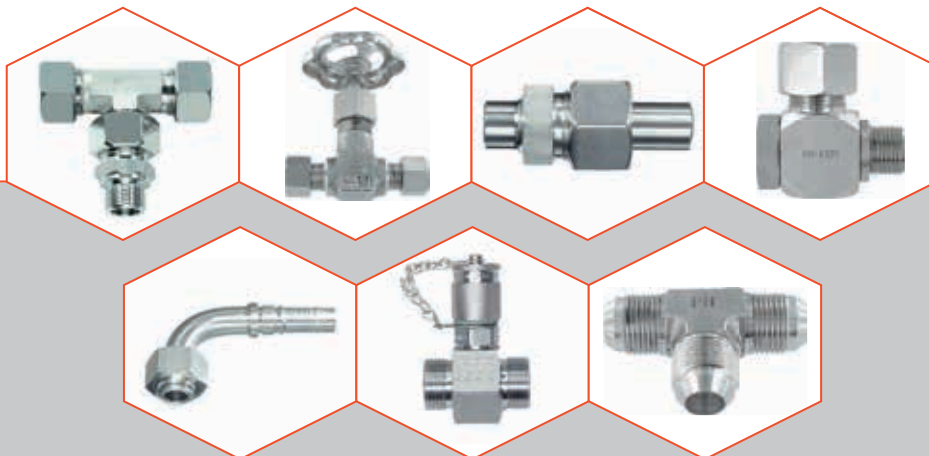
... your advantage

Maximum process reliability with concurrent minimisation of machine downtimes.

- Chemical plants
- Foundry and rolling mill technology
- Paper machines
- Hydraulic engineering and shipbuilding
- Offshore technology
- Fluid media
- Aggressive media

PH Industrie-Hydraulik:

Your manufacturer for stainless steel fittings and connectors.



PH products are approved by the following certification companies:

- Russian Maritime Register of Shipping (RMRS)
- American Bureau of Shipping (ABS)
- Lloyd's Register of Shipping (LR)
- Rina
- Det Norske Veritas (DNV)
- GOST
- Germanischer Lloyd (GL)
- UkrSEPRO
- Bureau Veritas (BV)
- We are certified in accordance with ISO 9001 through Lloyd's Register

PH Industrie-Hydraulik

Gewerbegebiet-Stefansbecke 37 • D-45549 Sprockhövel (Haßlinghausen) • Germany

Phone: +49 (0) 23 39 - 60 21 | 60 22 • Fax: +49 (0) 23 39 - 45 01 • info@ph-hydraulik.de • www.ph-hydraulik.de

Inovativni cevni spoji z vizualno identifikacijo montaže – Parker EO-3®

Miha ŠTEGER



Slika 1. Cevna spojka EO-3® – a in prerez – b

Parker Hannifin že več kot 80 let razvija visokotlačne hidravlične cevne spojke in s tem postavlja globalne standarde. V preteklih letih so z novo geometrijo in materiali izboljšali učinkovitost, zanesljivost in enostavnost montaže prvotnih cevni spojki Ermeto. Prav zato puščanje olja v cevovodih danes ni posledica napak v materialu, ampak je najpogostejši vzrok v nepravilni montaži. Da se izognemo nepravilni montaži, so sedaj na voljo nove cevne spojke EO-3®, ki poleg kakovosti prihranijo dragocen čas pri montaži (slika 1). Njihova inovativna oblika in tehnologija postavljata nove standarde kakovosti, varnosti in ekonomičnosti hidravličnih cevovodov.

“Fit and forget” oziroma v prevodu “Zategni in pozabi” je iz preteklosti znan slogan, ki ga je Parker uporabil pri spojkah Ermeto in je aktualen še danes. Razvoj novih spojk temelji na desetletnih izkušnjah v izdelavi spojk za visoke tlake in povratnih informacijah uporabnikov iz različnih vrst industrije.

Tehnologija izdelave EO-3® je tako

rekoč naslednica uspešne tehnologije EO2FORM, za katero je potrebno strojno preoblikovanje, in sicer z delovnim centrom F3 (slika 2).

Stroj F3 je popolnoma avtomatiziran in je zasnovan za uporabo v delavnicah. Zahvaljujoč visoko zmogljive-

mu hidravličnemu pogonu in robustnemu preoblikovalnemu orodju, je zelo zanesljiv.

S sprednje strani stroja se izbere želeno orodje, ki ga stroj samodejno prepozna. S tem je uporabniku omogočen enostaven pristop k ce-



Slika 2. Preoblikovalni center F3

Miha Šteger, dipl. inž., Parker Hannifin Ges.m.b.H Wiener Neustadt, Avstrija – Podružnica v Sloveniji

Tabela 1. Značilnosti EO-3®

	Indikatorski prstan za natančnejšo montažo, ki uporabniku daje občutek varnosti. Preprečuje čezmerno ali premajhno zategovanje.
	Prikluček za povezovanje togih in gibkih cevi za zanesljivo povezovanje
	Novi konusni navoj , omogoča skrajšanje časa za montažo.
	Optimalna varnost zaradi tehnologije, ki preprečuje trganje spojke. Strojno preoblikovanje cevi z EO-tehnologijo.
	Kompakten oblik in manjša velikost ključa glede na standardno velikost
	Brez poškodb in izgube tesnilnega prstana. Mehko tesnilo, nameščeno na konus. Elastomerno tesnilo z optimalnim tesnjenjem tudi pri dinamičnih obremenitvah izboljša varnost.
	Oktagonalna matica namesto standardne heksagonalne za velikost cevi od 25 mm naprej

lotnemu procesu, saj je potrebno le pritisniti na gumb "start".

Tehniške značilnice:

- Sistem EO-3® – za toge in gibke cevne spoje.
- Za standardne velikosti togih cevi od 6 do 42 mm zunanjega premera.
- Serija EO-3® je razvrščena na najlažjo (LL), lahko (L) in težko (S) serijo.
- Tlak 420 bar je značilen za vse velikosti cevi, izjemoma za tipične velikosti serije L (22, 28, 35 ter 42), kjer je tlak 250 bar po zahtevah standarda ISO 8434.
- Novi konusni navoj, posebej razvit pri podjetju Parker.
- Priklučki so na voljo v jeklu.
- Elastomerna tesnila – NBR.
- Površinska obdelava – Parker Chromium6-free – protikorozijska zaščita.
- Temperaturna odpornost od –40 do +120 °C (glede na NBR).

Novi sistem EO-3® z vizualno identifikacijo nedvomno pripomore k zmanjšanju časa montaže posamezne spojke. Izogniti se je mogoče morebitnemu čezmernemu ali premajhnemu zategovanju.

Vir: Parker Hannifin Corporation, Brochure EO-3® – A World First, The innovative fitting system with visual assembly status recognition for tube and hose applications, **March 2013**

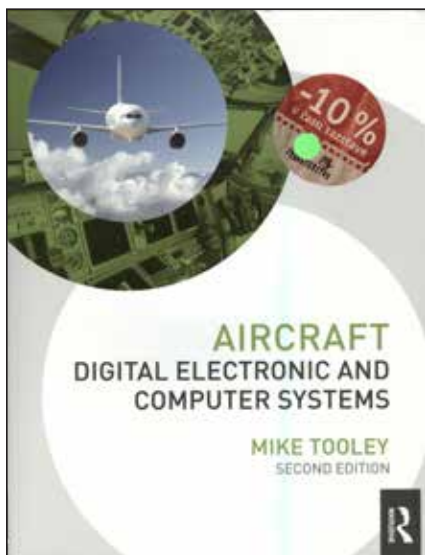
POSVET

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2014 - ASM '14

3. decembra 2014

27. prodajna razstava tujih knjig – Frankfurt po Frankfurtu v Ljubljani (11.–16. november)

Tudi letos so priznani slovenski strokovnjaki (12) pripravili žlahten izbor strokovne literature, ki si ga je bilo mogoče ogledati v knjigarni Konzorcij v Ljubljani, posamezne knjige pa tudi kupiti z 10-odstotnim popustom. Med 7000 knjižnimi naslovi je bil poudarek na strokovni literaturi. Gre za tujejezično, pretežno v angleškem jeziku objavljeno strokovno literaturo, ki jo je predstavilo 430 različnih tujih založnikov.



Nas je zanimala predvsem strokovna literatura s področja letalstva, ki pa je bila letos malce skromnejša kot lani. Tako smo na razstavnih policah Konzorcija našli le eno knjigo s pravno vsebino, ki je bila posvečena teoriji pravične vojne v 21. stoletju z bogatim poglavjem o brezpilotnih letalih (ang. drones) in vojni etiki (1).

Med strokovno literaturo naj omenimo naslednja dela: Aircraft Digital Electronic and Computer Systems, Theoretical Aerodynamics, Advanced Aircraft Performance, Modelling and Managing Airport Performance, Aircraft Engineering in Principles in Aircraft Basic Science.

Med navedenimi naslovi sta našo pozornost zbudili deli *Letalska digitalna elektronika in računalniški sistemi* ter *Oblikovanje in upravljanje letalskih storitev*. Zgolj za pokušino smo prebrali učbenik o letalski digitalni elektroniki in računalniških sistemih in ga z lahkim srcem umestili na knjižno polico.

Avtor učbenika Mike Tooley ima tridesetletne izkušnje v poučevanju elektriških načel, elektronike in letalske elektronike. Njegova knjiga (2) je namenjena vsem, ki žele uspešno nadaljevati kariero na področju vzdrževanja zrakoplovov in sorodnih poklicev. Pri tem upošteva potrebe, ki jih morajo kandidati izpolnjevati za pridobitev licence letalskega inženirja vzdrževalca (zahteve EASA in FAR-147). 17 poglavij tega 247 strani dolgega učbenika je sestavljenih tako, da vsakemu poglavju sledi vprašanje, ki naj pokažejo, ali so kandidati razumeli vsebino in ali bodo v primeru težav znali rešiti problem. Knjiga je opremljena s fotografijami, shemami, skicami, ključnimi pojmi (ang. Key Points) in vprašanji za preverjanje znanja.

Prvo poglavje prinaša pregled letalskih inštrumentov in ureditev letalske kabine (kokpita). Predstavljena je tudi uporaba elektronskih inštrumentov za letenje in kaj prikazujejo. Drugo poglavje predstavlja desetinski, binarni in heksametrski številčni sistem. Pretvorba podatkov je vsebina tretjega poglavja. Gre za analogne in digitalne signale in njihovo pretvorbo. V četrtem poglavju spoznamo »bus« (gr. omnibus) v kontekstu računalniških in digitalnih sistemov. Sistem »bus« omogoča medsebojne povezave in izmenjave podatkov med napravami v kompleksnem letalskem sistemu. Logični krogi so predstavljeni v petem poglavju.

Moderni zrakoplovi uporabljajo vedno bolj sofisticirano – visoko razvito – letalsko elektroniko. Šesto poglavje predstavlja temeljne računalniške sisteme in pojasnjuje, kako so prikazani podatki in kako jih shranjujemo. Sed-

mo poglavje predstavi CPU (ang. Central Processing Unit) in navaja primere različnih mikroprocesorjev (INTEL Pentium, AMD29050). Osmo poglavje nas prepriča, da je mogoče veliko prihraniti, če lahko vse komponente, potrebne za določeno zaključno funkcijo, združimo v majhnem koščku polprevodnega materiala (običajno silikon). Tako ima lahko integrirani krogotok nekaj deset ali sto tisoč aktivnih delcev (tranzistorji in diode).

Deveto poglavje predstavi enega od teh zaključenih krogotokov, ki se uporabljajo v letalskih digitalnih sistemih (npr.: MSI ali ang. Medium-Scale Integrated Logic Circuits). Optična vlakna in njihova uporaba v letalstvu so prikazani v desetem poglavju. Enajsto poglavje predstavi tipične zaslone v letalski elektroniki (CRT, AMLCO, EFIS). Dvanajsto poglavje nas pouči o pazljivem ravnanju in transportu modernih elektronskih naprav. Trinajsto poglavje nas seznani s tem, da je potrebno s programsko opremo (ki se sicer ne vidi) ravnati prav tako skrbno kot s katerim koli delom zrakoplova.

Elektromagnetna interferenca je tudi v letalstvu pogost in nevaren pojav. To nam predstavi štirinajsto poglavje. Petnajsto poglavje podaja pregled različnih sistemov letalske elektronike (ACARS, ECAM, EFIS, EICAS, FBW, FMS, GPS, IRS, INS in TCAS) in tehnik, ki nam pomagajo odkriti in prepoznati napake v njih.

V šestnajstem poglavju se seznanimo z uporabo integriranih modularnih letalskih elementov, ki so postali nuja v letalski industriji. Sedemnajsto poglavje nas, za konec, vpelje v nekatere tehnike, ki se uporabljajo v razvoju, testiranju in verifikiranju obsežnih logičnih sistemov, ki se danes uporabljajo v letalstvu.

Delo Mika Tooleya zasluži našo pozornost.

Mag. Aleksander Čičerov
UL, Fakulteta za strojništvo

Opombe:

1. Routledge Handbook of Ethics of War, Just war theory in the twenty-first century, editve by Fritz Alhoff, Nicholas G. Evans and Adam Heuschke, 2013. And Computer Systems, Second.
2. Mike Tooley, Aircraft Digital Electronic And Computer Systems, Second ed., Routledge, 2013.

Želimo vam vesele božične praznike
in uspešno novo leto 2014.



We wish you a Merry Christmas
and a Happy New Year 2014.

VENTIL

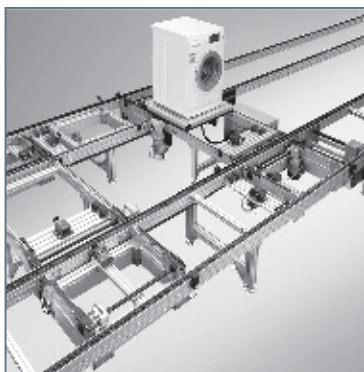
Rexroth

ORGATEX®

LEANPRODUCTS®



BOSCH



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

NAJBOLJŠI ČLANKI I, II IN III



KODE: 5LIT0012, 5LIT0013, 5LIT0014

REDNA CENA: 19,99 EUR z DDV

CENA ZA
DVE KNJIGI:

29,99 EUR z DDV

CENA ZA VSE
TRI KNJIGE:

39,99 EUR z DDV

WWW.SVET-EL.SI

Oglaševalci

AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana	502
BECKHOFF, d. o. o., Medvode	431
CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	481
CINKARNA Celje, d. d., Celje	471
DOMEL, d. d., Železniki	426
DVS, Ljubljana	435
FANUC Robotics, Češka	413
FESTO, d. o. o., Trzin	413, 504
HAWE HIDRAVLIKA, d. o. o., Petrovče	503
HELLA SATURNUS, d. o. o., Ljubljana	495
HENNLICH, d. o. o., Šodnart	490
HYDAC, d. o. o., Maribor	487
ICM, d. o. o., Celje	413, 427, 437
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.) NORGREN, Lesce	413
INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija	443
JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	461
MAPRO, d. o. o., Žiri	413
MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	413
OLMA, d. d., Ljubljana	413
OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin	413, 502
PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	413
PH Industrie-Hydraulik, Germany	497
POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o., Žiri	413, 414
PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	496
PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	434, 480
SICK, d. o. o., Ljubljana	413
STROJNISTVO.COM, Ljubljana	423
SUN Hydraulik, Erkelenz, Nemčija	448
TEHNA, d. o. o., Ljubljana	491
TEHNOLOŠKI PARK Ljubljana	430
UL, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana	499, 501
VISTA HIDRAVLIKA, d. o. o., Žiri	413
YASKAWA SLOVENIJA, d. o. o., Ribnica	416



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 hidravlina 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

Vi razvijate učinkovita proizvodna postrojenja
Varnost v živilstvu je vaš izziv
Skupaj bomo dosegli vaš cilj – po vsem svetu

→ WE ARE THE ENGINEERS
OF PRODUCTIVITY.

FESTO



Varnost | Enostavnost | Učinkovitost | Kompetentnost



Pogoni s samonastavljivim končnim dušenjem PPS – čista konstrukcija.
Prihranijo čas pri vgraditvi, pospešijo montažo in prilagodijo vašo proizvodnjo. Vz dolžni utori odvajajo zrak in dovoljujejo dinamično in mehko približevanju končnemu položaju, tudi pri spremenljivih obremenitvah. Razen tega je PPS brez vijaka za nastavitvev, na katerem bi se nabirala umazanija – s tem se prepreči kotišče infekcij.

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