



FESTO

Želite zmanjšati kompleksnost.
Zahtevate enostavne procese.
Mi smo vaša pot k enostavnosti.

→ WE ARE THE ENGINEERS
OF PRODUCTIVITY.

Mi vam pomagamo poenostaviti vaše delo, od prve ideje in izbire izdelkov do pomoči po prodaji. Z novimi generacijami izdelkov in programskimi orodji za izbiro in konfiguracijo izdelkov zmanjšujemo kompleksnost – enostavnost je naša filozofija. Tako vam ostane več časa za res pomembne stvari: vaš osnovni posel in vaše stranke.

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

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



Ventil / oktober / 20 / 2014 / 5

OPL

FESTO

PH
POCLAIN HYDRAULICS
Podain Driving Values for the Future

OLMA
LUBRICANTS

Parker

NORGREN

SICK
Sensor Intelligence.

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

FANUC

VISTA
HIDRAVLIKA

PS
PS LOGATEC

VENTIL

REVILJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

ISSN 1318-7279 | OKTOBER 20 / 2014 / 5

- Intervju
- S-zobniki iz polimerov
- Tesnila hidravličnega valja
- Vodenje nestabilnega sistema
- Slovenska pištola
- Iz prakse za prakso
- Robotika

ppt commerce d.o.o.

EMERSON
Process Management



BETTIS pnevmatski in elektro aktuatorji



HIDRAVLICNE NAPRAVE



Obdelovalni stroj



Hidromehanska oprema



Ladijski vitel



www.poclain-hydraulics.com



Très chic: Designerski agregat.

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

Solutions for a World under Pressure

HAWE
 HYDRAULIK

Impresum	325	■ INTERVJU	
Beseda uredništva	325	Vodna krila ali kako združiti aeronavtiko in navtiko – Tomaž Zore, intervju	326
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	330		
■ NOVICE – ZANIMIVOSTI	348	■ ZOBNIKI - POLIMERI	
■ ALI STE VEDELI	392	<i>Gorazd HLEBANJA, Simon KULOVEC, Jože HLEBANJA, Jože DUHOVNIK: S-Gears Made of Polymers</i>	358
Znanstvene in strokovne prireditve	397		
Seznam oglaševalcev	398	■ TESNILA HIDRAVLIČNEGA VALJA	

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

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

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

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

PARKER HANNIFIN Corporation
Podružnica v Novem mestu
Velika Bučna vas 7
8000 Novo mesto
Tel.: + (0)7 337 66 50
Fax: + (0)7 337 66 51

IMI INTERNATIONAL,
d. o. o.
(P.E.) NORGREN HERION
Alpska cesta 37B
4248 Lesce
Tel.: + (0)4 531 75 50
Fax: + (0)4 531 75 55

SICK, d. o. o.
Cesta dveh cesarjev 403
1000 Ljubljana
Tel.: + (0)1 47 69 990
Fax: + (0)1 47 69 946
e-mail: office@sick.si
www.sick.si

MIEL Elektronika, d. o. o.
Efenkova cesta 61, 3320
Velenje
Tel: +386 3 898 57 50
Fax: +386 3 898 57 60
www.miel.si
www.omron-automation.com

FANUC Adria d.o.o.
Kidričeva 24b
3000 Celje, SLOVENIA
Tel.: +386 8 205 64 97
GSM: +386 31 751 689
Faks: +386 8 205 64 98

VISTA Hidravlika, d. o. o.
Kosovelova ulica 14
4226 Žiri
Tel.: 04 5050 600
Faks: 04 5191 900
www.vista-hidravlika.si

PS, d.o.o., Logatec
Kalce 30 b
SI-1370 Logatec
Tel.: 01 750 85 26,
Faks: 01 750 85 29
Internet: www.ps-log.si

Franc MAJDIČ, Mitjan KALIN, Alen LJOKI:
Cylinder Seals in Water and Oil Hydraulics

■ PREDIKTIVNO VODENJE

Martin STEPANČIČ, Juš KOCIJAN: Prediktivno vodenje nestabilnega sistema s sprotno identifikacijo verjetnostnega modela

■ BALISTIKA

Tadej KOSEL: Slovenska pištola REX zero 1

■ IZ PRAKSE ZA PRAKSO

Stojan DROBNIČ: Ležaji, ki ne potrebujejo mazanja

■ ROBOTIKA

Tomaž PERME: Leta 2013 rekord števila prodanih industrijskih robotov v enem letu

■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Čista oblika standardnega valja DSBF (FESTO)

■ NOVOSTI NA TRGU

Nova serija naprav za odstranjevanje vode in zraka iz olja – FluidAqua Mobil - Economy (HYDAC)

Vsestranskost novega bralnika Lector®620 za branje in primerjavo besedil (SICK)

Kompaktni frekvenčni pretvorniki z zaščito – Parker AC10 IP66 (PARKER HANNIFIN)

■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA

Nove knjige

■ PROGRAMSKA OPREMA – SPLETNE STRANI

Zanimivosti na spletnih straneh

VENTIL
REVUIJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO
ISSN 1518-7271 | OKTOBER 2014 | 2014

- Intervju
- S-zobniki iz polimerov
- Tesnila hidravličnega valja
- Vodenje nestabilnega sistema
- Slovenska pištola
- Iz prakse za prakso
- Robotika

Logos: OPL, FESTO, POC LAIN HYDRAULICS, SICK, MIEL, FANUC, VISTA, PS, EMERSON, DDT commerce d.o.o.



Without fail Stainless steel connectors from PH.

We offer a broad spectrum of stainless steel pipe and hose connectors for heavy-duty industrial applications. For decades our customers have trusted the quality of PH products.

Our products are manufactured in accordance with international standards such as DIN / EN / SAE, BS & JIS.

It goes without saying that we are certified according to ISO 9001; many of our products have been approved by the American Bureau of Shipping, Lloyd's Register, Det Norske Veritas, Rina and Germanischer Lloyd.

Contact us.

PH Industrie-Hydraulik GmbH & Co. KG
Stefansbecke 35-37, 45549 Sprockhövel, Germany
Tel. +49 (0) 2339 6021, Fax +49 (0) 2339 4501
info@ph-hydraulik.de, www.ph-hydraulik.de



EDELSTAHL / STAINLESS STEEL
VERBINDUNGSTECHNIK
FLUID CONNECTORS

© Ventil 20 (2014) 5, Tiskano v Sloveniji.
Vse pravice pridržane.
© Ventil 20 (2014) 5, 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	20	Volume
Letnica	2014	Year
Številka	5	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 BOMBAC, FS Ljubljana
prof. dr. Peter BUTALA, FS Ljubljana
prof. dr. Alexander CZINKI, Fachhochschule Aschaffenburg,
ZR Nemčija
doc. dr. Edvard DETIČEK, FS Maribor
prof. dr. Janez DIACI, FS Ljubljana
prof. dr. Jože DUHOVNIK, FS Ljubljana
izr. prof. dr. Niko HERAKOVIČ, FS Ljubljana
mag. Franc JEROMEN, GZS – ZKI-FT, 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 MÉNDEZ, University of
Alicante, Španija
doc. dr. Franc MAJDIČ, FS Ljubljana
prof. dr. Hubertus MURRENHOF, RWTH Aachen, ZR Nemčija
prof. dr. Gojko NIKOLIČ, Univerza v Zagrebu, Hrvaška
izr. prof. dr. Dragica NOE, FS Ljubljana
dr. Jože PEZDIRNIK, FS Ljubljana
Martin PIVK, univ. dipl. inž., Šola za strojništvo, Škofja Loka
prof. dr. Alojz SLUGA, FS Ljubljana
Janez ŠKRLEČ, inž., Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije
prof. dr. Brane ŠIROK, FS Ljubljana
izr. prof. dr. Željko SITUM, Fakultet strojarstva in brodogradnje
Zagreb, Hrvaška
prof. dr. Janez TUŠEK, FS Ljubljana
prof. dr. Hironao YAMADA, Gifu University, Japonska

Oblikovanje naslovnice:
Miloš NAROBÉ

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

Lektoriranje:
Marjeta HUMAR, prof., Brigita Orel

Računalniška obdelava in grafična priprava za tisk:
Grafex, 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
8,5-odstotni davek na dodano vrednost.

Uvrstitev Univerze v Ljubljani na mednarodnih lestvicah kakovosti



V svetu obstaja več različnih vrednotenj kakovosti posameznih izobraževalnih ustanov, fakultet in univerz. Najbolj znani sta Šanghajska lestvica (AWRU) in lestvica QS. Na prvi je Univerza v Ljubljani v zadnjih letih uvrščena v razred med 401. in 500. mestom in po drugi v razredu med 551. in 600. mestom.

Kriteriji za ocenjevanje kakovosti se v obeh sistemih nekoliko razlikujejo. V obeh sistemih se ocenjuje znanstveno raziskovalno delo, citiranost objav, število objav v eminentnih revijah, inovacije,

nagrade (Nobel, Fidel medlja) in podobno. Merila za uvrstitev na lestvico QS so nekoliko širša in bolj natančno definirana kot za Šanghajsko lestvico. Med merila za lestvico QS so poleg prej naštetih meril zajeti še kriteriji, kot so zaposljivost diplomantov, število izmenjav študentov, ki prihajajo in odhajajo, število in obseg mednarodnih partnerstev z drugimi univerzami in drugo, število infrastrukturnih objektov, kot so knjižnice, informacijska tehnologija, zdravstvena oskrba, društva študentov, možnost učenja na daljavo, vključnost univerze v lokalno okolje, število koncertov in razstav ter druga kulturna dejavnost. Na lestvici QS je bilo pred enim letom med prvih 50 najboljših univerz uvrščenih kar 18 ameriških, 8 angleških, 4 iz Avstralije in Kanade, 3 iz Hong Konga in Japonske, 2 iz Švice, Kitajske in Francije ter le ena iz Nemčije, Danske, Južne Koreje in Singapurja. Presenetljivo je, da je najboljša nemška univerza uvrščena šele na 50. mesto in da so med 100 univerzami le 3 nemške univerze, samo dve Južno Korejski in iz Francije, le ena iz Finske in Belgije in kar 6 iz Nizozemske.

Še mnogo bolj čudna je Šanghajska lestvica. Na njeni lestvici je med prvih 50 najboljših univerz uvrščenih kar 32 ameriških, 6 angleških, 2 francoski, japonski, nemški in kanadski ter po ena iz Švedske, Avstralije, Švice in Danske.

Ob zadnjih znanih rezultatih razvrstitve Univerze v Ljubljani na lestvici QS so bile izjave naših vodilnih oseb na univerzi polne zadovoljstva. Tudi komentarji v dnevnem časopisu so bili zelo pohvalni. Slišali smo celo izjave, da je Univerza v Ljubljani uvrščena med elitne univerze na svetu. Toda ali je 400. ali 500. mesto na svetovni lestvici res velik uspeh in vzrok za zadovoljstvo? Ali smo na to mesto med približno 2800 ocenjevanimi univerzami res lahko ponosni. Mislim, da ne!

Uvrstitev Univerze v Ljubljani postane še nekoliko manj blesteča, če bi ocenjevanje univerz potekalo po zgledu športnih tekmovanj. V tem primeru bi bila na lestvici zastopana le ena; to je najboljša univerza iz vsake države. Če bi vsaka država poslala na ocenjevanje le svojo najboljšo univerzo, bi bila Slovenija s svojo ljubljansko univerzo uvrščena na 52. mesto skupaj z Venezuelo in Belorusijo. Pred nami bi se razvrstile vse evropske države s svojimi najboljšimi univerzami, razen Slovaške, Romunije, Bolgarije in držav bivše Jugoslavije. Ta podatek pa je že kar zaskrbljujoč.

Kaj bi se zgodilo, če bi se naši športniki hvalili z enako ali podobno uvrstitvijo? Ali pa, če bi se naša podjetja hvalila z uvrstitvijo na 400. mesto na svetu? Verjetno takega športnika ne bi poslali na nobeno tekmovanje, da bi zastopal državo. V gospodarstvu pa ne bi izvozili ali celo prodali nobenega izdelka.

Katere ukrepe naša Univerza lahko sprejme za izboljšanje uvrstitve? Najprej bi se Univerza v Ljubljani morala razdeliti na več področnih univerz. Če bi se ustanovila Tehniška Univerza Ljubljana, bi bila verjetno na obeh lestvicah uvrščena mnogo višje. Verjetno je treba več narediti za izmenjavo študentov iz drugih držav. A tu je težava. Večina študentov v vseh evropskih državah želi dobiti nadomestni študij na severu in zahodu. Prav gotovo bi se mnogo več dalo narediti pri povezovanju z industrijo in prilagoditvi študijskih programov potrebam lokalne industrije, kar je bila že večkrat sprejeta pobuda vseh ministrov evropskih držav za izobraževanje.

Verjetno je res, da je nemogoče konkurirati na primer z Univerzo v Cambridgu, na kateri je študiral 61. Nobelovih nagrajencev, 15 predsednikov vlad, trenutno študira 35 % tujih študentov, študenti so tednsko obremenjeni s 50 urami neposrednega pedagoškega dela (kaj pa pri nas?) in 97 % diplomantov dobi zaposlitev v 6 mesecih po diplomi. In, kar je verjetno za našo Univerzo nemogoče: Redni profesorji se dobijo vsak tork na neformalni večerji, na kateri izmenjajo svoja mnenja, predloge in druge tekoče zadeve.

Janez Tušek

Vodna krila ali kako združiti aeronavtiko in navtiko – Tomaž Zore, intervju

Aleksander ČIČEROV

»Tomaž Zore se je rodil 31. avgusta 1965 v Ljubljani. Šolal se je na gimnaziji v Kamniku in nato na Fakulteti za strojništvo. Kot zmajar je začel leteti leta 1983. Šolanje je nadaljeval v letalski šoli Adrie Airways, v prostem času je bil učitelj letenja v AK Ljubljana ter Alpskem letalskem centru Lesce Bled. Napisal je skripto za področje mehanike leta za potrebe šolanja pilotov.

Poleg na letalih generalne kategorije (vključno z dvomotornimi letali) je letel na letalih DC9, CRJ in A320, ki je trenutno 'njegov' delovno letalo. Skupno je naletel 13.000 ur."

Ventil: Kaj vam pomeni letenje – je to samoobvladovanje večšine letenja ali pa nekaj več?

Tomaž Zore: Klasično klišejsko vprašanje. Nanj bom odgovoril malo manj klišejsko.

Letenje mi po toliko letih pomeni plačo, vendar upam, da se bodo stvari spremenile in bom spet letel za svojo dušo.

Ventil: Ali ste se med šolanjem in pozneje, po pridobitvi ratinga, srečali z dogodki, ki so zahtevali od vas popolno koncentracijo in znanje, da ste jih lahko rešili? Prosimo, da opišete nekaj najbolj kritičnih dogodkov.

Tomaž Zore: V človeški naravi je, da se spominja samo lepih reči! Če pa kljub temu pobrskam malo po predalčkih, se spomnim kar nekaj izrednih dogodkov. Vsi ti neljubi

dogodki so bili odleteni v skladu z našimi procedurami in so mi ostali v spominu kot nekakšne simulatorske vaje v živo. V 28 letih letenja se je nabralo kar nekaj zanimivih dogodkov – od nesreče pri letenju z zmajem do dekompresije na letalu DC-9, bližnja srečanja z drugimi letali, izredne vremenske razmere, ...

Ventil: Letenje je po vaših besedah preveč kompleksno, da bi bilo dosegljivo vsakomur. Koliko k tej kompleksnosti pripomorejo Mednarodna organizacija civilnega letalstva (ICAO), predpisi Evropske unije in slovenska nacionalna zakonodaja?

Tomaž Zore: S to izjavo sem mislil na razvoj letalstva kot osebnega transporta. Sodobna tehnologija omogoča, da bi se letalstvo lahko razvilo v smislu dosedanjega avtomobilskega razvoja. Vendar se to še ni zgodilo. Industrijsko gledano: v mislih imam malo letalstvo, smo še vedno na nivoju avtomobilske industrije pred Henryjem Fordom. Ni masovne proizvodnje, ker ni trga, ki bi to potreboval.

Med občinstvom še vedno velja, da so letala za pilote, po drugi strani



Gremo na morje!



Z vetrom v laseh

pa že skoraj vsak najstnik leti »flight simulator« na svojem računalniku.

Mislím, da tu nekaj ne »štima«!

Mislím, da je problem v tem, da je pravni in birokratski sistem narejen za trenutne velike igralce, in to vse pod pretvezo varnosti.

Ventil: V zadnjem času lahko v dnevnem časopisju zasledimo številne prispevke, ki zelo kritično obravnavajo delo Javne agencije za civilno letalstvo. Ali menite, da so ti prispevki upravičeno kritični, ali pa gre za poizkus rušenja avtoritete te agencije in njenih zaposlenih?

Tomaž Zore: V to se ne spuščam in tega tudi ne sledim.

Ventil: Priča smo nenavadnim letalskim nesrečam in sestrelitvam civilnih potniških letal. Kaj bi lahko naredila ICAO?

Tomaž Zore: ICAO bi gotovo lahko naredila kaj na dolgi rok, kaj točno v tem trenutku, ne vem, vendar sem trdno prepričan, da so operativne preprečitvetakih dejanj, dogodkov predvsem v rokah obveščevalnih služb.

Ventil: Vaša ideja o kombiniranju letenja in jadranja je omogočila enkratno izkušnjo za vse tiste, ki bi v

isti sapi želeli imeti občutek letenja in jadranja. Kako se je rodila ta ideja?

Tomaž Zore: Lahko se navežem na eno od zgornjih vprašanj. Razvoj novih konceptov in novih tehnologij v letalstvu zahteva ogromno denarja, ki pa se po drugi strani zaradi relativno majhnega trga zelo težko povrne.

Velika sredstva so potrebna predvsem zaradi zahtev birokracije.

Na drugi strani pa imamo velik navični trg, ki je sicer tudi v krizi, ampak po mojem mnenju predvsem zaradi relativno neinovativnega pristopa do kupcev in razvoja samega.

Z našim projektom wFoil postavljamo popolnoma nov pristop do uporabnikov in obenem počasi začnemo spreminjati miselnost v enem od mogoče najbolj konservativnih načinov transporta – pomorstvu.

Uporabnikom ponujamo nizko letenje nad morskó gladino, letenje, ki ga spoštujejo tudi piloti lovskih letal. Vse to pa nudimo na varen in izredno enostaven način.

Druga dobra plat našega projekta pa je, da letalsko tehnologijo razvijamo praktično brez birokratskih omejitev, in to v enem od najbolj agresivnih okolij – slani vodi. Ugotovili smo, da smo dobili odličnega poligona za razvoj letalskih tehnologij prihodnosti. Ko bomo pripravljeni in močni, pa vstopimo tudi na letalski trg.

Ventil: Koliko vam je pri materializaciji ideje koristilo znanje, pridobljeno na Fakulteti za strojništvo in letenje samo?



Sopwith Camel je bilo britansko enosedežno dvokrilno lovsko letalo, ki ga je konstruiral Herbert Smith. Prvič je poletelo 22. decembra 1916, upokojili pa so ga januarja 1920. Biló je zelo težko vodljivo, za izkušenega pilota pa je predstavljalo neizmerno svobodo letenja. Temu tipu letala pripisujejo 1.294 zračnih zmag. Več o letalu: http://en.wikipedia.org/wiki/Sopwith_Camel

Tomaž Zore: Seveda, Fakulteta je bila osnova za vse moje »podvige«. Letenje mi je pa dalo občutek uporabniške izkušnje in s tema dvema popotnicama je veliko lažje razvijati in, če hočete, konstruirati nove produkte – plovila.

Ventil: Na vaši spletni strani omenjate, da ste inspiracijo za wFoil 18 Albatros Zero dobili pri dvokrilnih letalih prve svetovne vojne. Nam lahko poveste, kaj je bilo tisto, kar vas je pri teh letalih ali bolje razmeh, v katerih so leteli piloti v prvi svetovni vojni, tako pritegnilo?

Tomaž Zore: Svoboda!!!

V dvajsetih in tridesetih letih prejšnjega stoletja so bila letala že razvita do take mere, da so zagotavljala solidne polete, ni pa še bilo predpisov in ostalih omejitev. Enostavno si sedel v letalo in poletel novim dogodivščinam naproti. Bilo je veliko bolj ali manj uspešnih »kreacij« letalskih inženirjev, ker vse še ni bilo podrejeno takojšnjemu dobičku!

Skratka: bila je svoboda na vseh področjih letalstva in, kar je najpomembnejše, duh letalstva je cvetel v vsej svoji veličini, letalci pa so izžarevali svojo strast in vsakodnevno premikali meje.

Ventil: Kako je v tem trenutku v svetu z razvojem vodnih kril? Se uspešno kosate z drugimi? Zdi se, da vas v tujini bolje poznajo kot tu, v Sloveniji.

Tomaž Zore: Da, res je, da nas v tujini poznajo bolje kot v Sloveniji. V Sloveniji je skoraj vse podrejeno takojšnjemu dobičku ali pa želji po samoohranitvi. Vsi se ukvarjajo s svojimi problemi in enostavno še nisem srečal človeka, ki bi mi resno prisluhnil in se podal na sicer tvegano, vendar zanimivo in, če hočete, tudi dobičkonosno pot premikanja meja v visokih tehnologijah. Taka pot je dolgotrajna, vendar če delaš pošteno in z vsem srcem, na koncu tudi radodarna. Pa tu ne mislim samo na finančno plat. Včasih je zavest, da si premaknil meje do sedaj znanega, več vredna kot denar. Spomnim se prvega testnega dne

z našim Albatrossom. Ko sem dojel, da sem pravkar utemeljil in dokazal popolnoma nov koncept vodnih kril, sem rabil kar nekaj dni, da sem se znebil vzhičenja. Nepozabno!

Naša prepoznavnost po svetu raste. Tu lahko navedem nekaj najbolj odmevnih primerov našega oglaševanja oziroma predstavitev:

The Gadget Show – oddaja angleškega kanala 5 o nas (5 min., šlo naj bi poleg Velike Britanije še v več kot 100 držav zahodnega sveta),

Experimenti, oddaja ruske federalne televizije, Russia 2 (8 min., 56 ponovitev na njihovih federalnih kanalih ter v ostalih državah, ki kupujejo njihove oddaje),

The Daily mail, Times of London, The Daily Telegraph, Norwegian financial daily, ameriški, francoski in drugi spletni portali ter tiskani mediji o visokih tehnologijah, dizajnu ter luksusu. (Fast Co design, Paris Match, Science Illustrated, L'equipe, Gear Patrol, Gizmag, ...) Seveda smo bili prisotni tudi v skoraj vseh evropskih navtičnih revijah in na spletnih portalih. Predstavili so nas tudi na Japonskem, Kitajskem, v Turčiji, na Šrilanki, ...

Ravnokar sem se vrnil z dogodka »The Foiling Week«, na katerem smo svoje delo predstavili vsi, ki v tem

trenutku delujemo na področju razvoja vodnih kril (hidro foilov). Svoje delo so predstavili razvojniki ekip Ameriškega pokala, kot sta Oracle in Luna Rosa, kot tudi vsi ostali, ki v tem trenutku predstavljamo vrh svetovnega razvoja vodnih kril. Zaključek po vseh predavanjih in predstavitev je, da naša ekipa predstavlja enega od, na žalost, samo delno dokazanih, vendar teoretično najbolj naprednih konceptov vodnih kril do sedaj. Poleg ekipe Hydroptere, ki jo podpira Airbus, smo edini, ki gremo v smeri trans- in superkavitacijskih vodnih kril. Z drugimi besedami: delamo podobne stvari, kot so jih počeli razvojni inženirji takoj po drugi svetovni vojni na področju letalstva, ko so »prebili zvočni zid«, le da mi to sedaj delamo v vodi. Bolj natančno: smo edini, ki uvajamo princip puščice krila na vodnih krilih ter tako premikamo mejo pojava kavitacije, največjega sovražnika velikih hitrosti na vodnih krilih, proti mnogo višjim hitrostim. Z našim konceptom lahko podvojimo do sedaj možne najvišje hitrosti. Smo pa tudi edini, ki nudimo koncept vodnih kril s konstantnim vodnim uporom čez celoten razpon operativnih hitrosti.

V zadnjih trinajstih letih, kolikor se ukvarjam z razvojem vodnih kril, je bilo opaziti ponoven razcvet plovil na vodnih krilih. Razvoj poteka predvsem na jadrnicah, tako da je



Oblikovanje trupa wfoila



Mizarska dela

naš projekt že kar nekaj let edini projekt razvoja motornega vodnokrilnega plovila prihodnosti na svetu. Svet navtike se definitivno premika v smer vodnih kril. Kot primer naj navedem, da ekipe Ameriškega pokala namenjajo ogromno denarja za razvoj svojih bolidov, na drugi strani pa smo zasledili, da je Ruska federacija namenila nekaj milijard dolarjev za ponovni razvoj vodnokrilnih plovil kot osnove njihovega transportnega sistema, predvsem na rekah njihovega Daljnega vzhoda.

Povzamem lahko, da se pojavlja nov val vodnokrilnih plovil in mi smo pripravljeni, da zajahamo ta val. Upam, da še pravočasno najdemo pravega partnerja in postanemo enakovreden svetovni igralec.

Postavili smo definitivno trden temelj za naš nadaljnji razvoj, naš logo in slogan »We Make Boats Fly« pa tudi že poznajo po celem svetu.

Rek »drznim se sreča smehlja« preverjeno drži, zato tudi nadaljujemo po naši poti.

Ventil: Kakšne so vaše izkušnje s pridobivanjem dovoljenj za »plovnost« Albatrossa?

Tomaž Zore: V Sloveniji nimamo urejenih osnovnih stvari za razvoj plovil prihodnosti. Pri nas ne obstaja

kategorija »experimental« in tako ni mogoča kakršna koli registracija za potrebe testiranja in nadaljnega razvoja novih plovil, ne da bi pridobili kompletno certifikacijo plovila. Vsi, ki se ukvarjamo z razvojem, vemo, da obstajajo različni nivoji v nastajanju novega produkta. Najprej imamo prototip. Na osnovi tega in testiranja izdelamo predprodukcijske modele ter šele nato produkcijski model, ki pa ga tudi certificiramo. V Sloveniji opisani standardni model razvoja ni mogoč. Svoj problem z nadaljnjim testiranjem našega prototipa Albatross sem rešil s pomočjo italijanskih prijateljev, ki so mi razložili, da pri njih obstaja nekakšen prototipni razred, za katerega ni potrebno plačati nikakršnih pristojbin, da ga povsem legalno registri- raš. Plačal sem samo zavarovanje in na velik ponos svojih prijateljev in znancev na prototipni čoln obesil italijansko trobojnico.

Priznam, da sem bil po eni strani vesel, ker sedaj lahko plujem, po drugi strani pa nekako zmeden in žalosten, ker sem ugotovil, da v Sloveniji ne morem opravljati nadaljnega razvoja zaradi miselnosti nekaj birokratov.

Ventil: Domnevamo, da imate ekipo zanesenjakov, ki svoj prosti čas namenjajo razvoju vodnih kril. Ka-

kšne strokovnjake imate v vaši ekipi in kako se vanjo vključiti, še posebej pri tem mislimo na študente Fakultete za strojništvo? Kje si zainteresirani lahko ogledajo vaš izdelek?

Tomaž Zore: Ekipa wFoil zaradi kroničnega pomanjkanja sredstev deluje kot nekakšen klub. Sestavljena je iz strokovnjakov in študentov, ki svoje delo opravljajo z zares velikim zanosom in srčnostjo. Stvari kljub nemogočim razmeram potiskamo naprej. Vsi smo prostovoljci, vendar obenem tudi strokovnjaki, ki verjamejo, da bodo nekega dne živeli le od tega.

Projekt wFoil je precej obširen, tako da smo v ekipi zbrani ljudje različnih profilov. Največ je strojnikov, potem imamo elektronike, dizajnerje, menedžerje, finančnike, ...

Dobrodošli so vsi, ki jih naše delo zanima, še posebej pa tisti, ki bi se radi pridružili naši ekipi. Dela na projektu sedaj potekajo počasi, vendar konstantno iščemo rešitve, ki bi naš projekt pripeljale v profesionalne vode, kjer se bo tudi zaposlovalo. Želim si tudi strokovnega sodelovanja s Fakulteto za strojništvo. Na področju hidrodinamike velikih hitrosti bi lahko skupaj naredili še veliko stvari, ki bi resnično premaknile svet. Tu pa so še možnosti skupnega delovanja na področjih materialov, predvsem kompozitnih, konstrukcij in obdelovanja. Skupaj bi lahko kot projektni partnerji sodelovali tudi na raznih razpisih.

Če nič drugega, pa lahko študentom in ostalim nudimo vpogled v čudovit svet razvoja novih tehnologij in premikanja mej znanega. V tem svetu ni lahkih poti, so pa trenutki, ko naredimo in preizkusimo nekaj povsem novega, čudoviti in nepozabni.

Dobrodošli v Kamniku!

Ventil: Zahvaljujemo se vam za vaše odgovore in vam želimo uspešno razvijanje projekta vodnih kril.

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

Poletna šola strojništva

Na **Fakulteti za strojništvo v Ljubljani** smo letos poleti prvič organizirali poletno šolo strojništva. Poletna šola je bila namenjena učencem 8. in 9. razreda osnovne šole in dijakom prvih treh letnikov srednjih šol. Razpisanih je bilo 11 delavnic, ki so vsebinsko pokrivalo različna področja strojništva, od robotike, konstruiranja, letalstva, obdelovalnih tehnologij do obnovljivih virov energije. V avgustu smo tako organizirali tri delavnice, za katere je bilo največ zanimanja: Mobilni robot, Gradnja letala na daljinsko vodenje in Osnove programiranja obdelovalnih CNC-strojev.

Sveže pridobljeno znanje so hitro pretopili v prakso, saj so zadnji dan pred občinstvom na fakulteti orga-

njem. Pri tem so odkrivali zakonitosti generiranja računalniške kode za obdelavo ter tiskanje izdelkov ter v



Nekaj izdelkov udeležencev delavnice

Delavnico Mobilni robot so organizirali sodelavci Laboratorija za tehnično kibernetiko, obdelovalne sisteme in računalniško tehnologijo (LAKOS) in Laboratorija za digitalne sisteme in elektrotehniko (LDSE). Vsak izmed udeležencev je sestavil svojega malega mobilnega robota, ki ga je po zaključku tudi odnesel domov. Udeleženci so spoznali vse glavne komponente platforme in osnove njihovega delovanja. V nadaljevanju so osvojili še osnove načrtovanja mehatskih sistemov, od konstruiranja, načrtovanja in razumevanja elektronskih sistemov do programiranja mikrokontrolerov.

nizirali tekmovanju v sledenju črti ter v izmikanju oviram.

V Laboratoriju za odrezavanje (LABOD) so se udeleženci delavnice Osnove programiranja obdelovalnih CNC-strojev najprej seznanili z osnovami CNC-strojev ter njihovim delovanjem. Nato so že prvi dan na strožnici izdelali lastne izdelke. Poleg zasnove lastnih izdelkov so spoznali tudi možnosti strojnega graviranja in si gravirali osebne kovinske ploščice ter USB-ključke. V nadaljevanju delavnice so se udeleženci spoznali še s 3D-skeniranjem, tako optičnim kot dotičnim, ter 3D-tiska-

praksi spoznali testiranje s simulatorji obdelave. Vse svoje izdelke so na zaključni prireditvi tudi pokazali in predstavili postopek izdelave.

Udeleženci tretje delavnice, ki so jo organizirali sodelavci Laboratorija za aeronavtiko, so izdelali letalo na daljinsko vodenje. Prvi dan so se spoznali s teorijo o tem, kako in zakaj letalo leti (aerodinamika, mehanika leta letala, stabilnost letala, položaj težišča). Sledila je izdelava zasnove letala vrste »leteče krilo« v programu SolidWorks, kjer so udeleženci najprej izdelali virtualni 3D-model letala. Zatem je bila na vrsti izdelava delavniških risb delov letala in izvoz risb v zapis, ki ga prepozna rezkalni stoj. Sledilo je pridno rezanje, lepljenje in sestavljanje. Udeleženci so pred vgradnjo in ob vgradnji spoznali vlogo številnih sistemov na letalu in pomembnost njihovega sodelovanja. Vsi so se preizkusili tudi na simulatorju letenja. Nato so v naravi preizkusili še svoj izdelek in njegove tehnične karakteristike.



Tekmovalna steza za mobilne robote

Poleg resnejših dopoldanskih aktivnosti smo za udeležence, ki so spali v dijaškem domu, organizirali tudi popoldanske družabne aktivnosti. Tako smo v petih popoldnevih med drugim obiskali Ljubljanski grad, se



Izdelava letala

razgibali na bowlingu in preizkusili veščine vožnje z gokartom.

Zadnji dan poletne šole so vsi udeleženci poletne šole na predstavitvi, na katero smo povabili tudi starše in prijatelje, predstavili pridobljeno znanje in pokazali izdelke. Dekan Fakultete za strojništvo, prof. dr. Branko Širok, jim je za uspešno opravljeno delo podelil priznanja.

Upamo, da se prihodnje leto spet vidimo.

*Suzana Domjan, UL, Fakulteta za strojništvo Miran Varga
Foto: Darko Švetak, sodelavci laboratorijev UL, FS*



Udeleženci in organizatorji poletne šole strojništva

POSVET

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2014 - ASM '14

3. decembra 2014
na Gospodarski zbornici Slovenije v LJUBLJANI

aktualne novice o posvetu so na voljo na www.posvet-asm.si

Dober obisk 47. MOS-a morda tudi napoved boljših gospodarskih razmer

47. MOS si je po ocenah več kot 80 % obiskovalcev prislužil najvišji oceni na 5-stopenjski lestvici. Sejem, ki ga je v šestih dneh obiskalo dobrih 121.000 obiskovalcev, je izpolnil pričakovanja več kot tri četrtine poslovnih in splošnih obiskovalcev iz Slovenije in tujine. Tudi približno tri četrtine razstavljalcev je svoj nastop ocenilo za zelo uspešen oz. uspešen. »Najbolj pomembno je zadovoljstvo naših razstavljalcev in obiskovalcev,« je ob zaključku 47. MOS-a povedala izvršna direktorica družbe Celjski sejem, d. d., Breda Obrez Preskar. Zato v družbi minuli sejem ocenjujejo kot uspešen. Pridružujejo se besedam predsednika OZS Branka Meha, da dober obisk 47. MOS-a morda le nakazuje, da bo Slovenija izšla iz recesije.

»Poteza s cenejšo vstopnico na prvi dan je bila izjemno dobra, kar je bil dober uvod v sejem. Malce nam je sicer ponagajalo tudi vreme, zlasti, ko je pozno popoldne začelo deževati in se je zato sejmišče prehitro izpraznilo,« je že na tradicionalnem zaključnem zajtrku z novinarji zadnji dan sejma pojasnila Breda Obrez



47. MOS je izpolnil pričakovanja obiskovalcev



Razstavljalci so bili zadovoljni z obiskom na svojih razstavnih prostorih

Preskar. Čeprav so v Celjskem sejmu praktično vsak sejmski dan zabeležili večji obisk kot v enakem dnevu v letu 2013, jim ni uspelo v celoti nadoknaditi enega sejmskega dneva manj. V Celjskem sejmu so prepričani, da je to tudi delno posledica res slabega vremena in razmer, ki so vladale v številnih krajih po deževni ujmi, kar je odvrnilo še kakšnega potencialnega obiskovalca. So pa zato tisti, ki so obiskali celjsko sejmišče, sejem odlično ocenili.

Rezultati raziskave med razstavljalci in obiskovalci potrjujejo optimizem organizatorja

Praktično tri četrtine anketiranih razstavljalcev je 47. MOS ocenilo za uspešen oz. celo za zelo uspešen. Več kot polovica razstavljalcev je bila zadovoljna z obiskom poslovne javnosti na svojem razstavnem prostoru, delež zadovoljstva z obiskom splošnih obiskovalcev je bil še višji in je znašal skoraj 70 %. Poleg poslovnežev iz Slovenije so razstavljalci na svojih razstavnih prostorih gostili podjetnike iz držav bivše Jugoslavije, Avstrije, Italije, Nemčije, Češke, Poljske, Francije, Velike Britanije, Švice in Turčije. V primerjavi s sejmom v letu 2013 se je delež razstavljalcev, ki so potrdili sklenitev novega poslovnega dogovora neposredno na sejmišču, zvišala za več kot

6 odstotnih točk na dobrih 38 %. Dober odziv obiskovalcev se odraža tudi v napovedi ponovnega sodelovanja na MOS-u, ki se je v primerjavi z zadnjim sejmom prav tako zvišala za več kot 5 odstotnih točk na dobrih 65 %. Delež tistih razstavljalcev, ki so odločeni, da ne bodo ponovno sodelovali na sejmu, je manjši od 2 %.

Zelo zadovoljni s sejmskim dogajanjem so bili obiskovalci, saj jih je več kot 76 % navedlo, da jim je sejem izpolnil pričakovanja. Več kot polovica anketiranih je sejmsko dogajanje na petstopenjski lestvici ocenila z oceno štiri, več kot četrtina pa celo z oceno pet. Več kot 56 % obiskovalcev namerava obiskati tudi prihodnji MOS, praktično vsi preostali se o prihodnjem obisku ta trenutek še ne morejo odločiti. Delež tistih, ki so odločeni, da prihodnjega sejma ne obiščejo, je manjši od 7 %.

Sejmsko dogajanje odmevalo

47. MOS je tudi letos ponudil mladim, tujim predstavnikom in inovativnim slovenskim podjetnikom, da se predstavijo z vrhunskimi dosežki. Razstavljalci so pokazali, da je slovenski prispevek k svetovnemu gospodarskemu razvoju pomemben, čeprav položaj Slovenije na lestvici svetovne konkurenčnosti ni ravno

blesteč. To dokazuje tako vrhunski dosežek slovenskih vesoljskih raziskovalcev, ki s projektom nanosatelita dokazujejo, da slovenska vesoljska tehnologija sledi splošnemu trendu miniaturizacije. Nanosatelit 3-SAT si je bilo mogoče ogledati na razstavnem prostoru odbora za znanost in tehnologijo pri OZS. Tudi odzivi petih MOS-ovih podjetnih talentov so bili zelo dobri. Povedali so, da se je MOS izkazal za dobro odskočno desko za navezovanje stikov s tujimi in domačimi poslovnimi partnerji.

Da so gospodarske priložnosti v prometni infrastrukturi, so poudarjali govorniki na okrogli mizi o strategiji razvoja prometnih poti v Sloveniji v naslednjih 15 letih, ki jo je Celjski se-

za napredek države včasih potrebno tudi pozabiti nase. Cerar se je sprehodil med razstavljalci po sejmišču in po ogledu dejal, da sejem nudi zelo dober in raznolik pogled na področje malega gospodarstva. Po njegovih besedah je v prihodnje potrebno spodbujati delovanje tega sejma in kar je z njim povezano.

Priznanja za najboljše

Na 47. MOS-u so bila podeljena še sejemška priznanja za najbolj kakovostne in inovativne izdelke ter storitve oz. celovite sejemške predstavitve razstavljalcev. Skupaj je bilo podeljenih 20 priznanj Celjskega sejma, Mestne občine Celje in OZS.



Prejemniki sejemskih priznanj Celjskega sejma

jem pripravili s časnikom Finance prvi sejemski dan. Prometna infrastruktura je eden izmed temeljev podjetništva in obrti, ob tem pa omogoča tudi konkurenčnost slovenskega gospodarstva. Kot so ugotovili vodilni v družbah Luka Koper, Aerodrom Ljubljana, Slovenske železnice in DARS, bi slovenska infrastruktura potrebovala novo Marijo Terezijo. Osebo, ki bi odločno pristopila k projektu in začela uresničevati projekte, ki imajo strateški pomen za razvoj Slovenije, saj denar za projekte je, projekti so pripravljeni, čaka pa se na odločitev odgovornih.

Slovenske županje in župani so se letos na MOS tudi zaradi bližajočih se lokalnih volitev srečali neformalno, vendar zato vsebinsko nič manj bogato. Nagovoril jih je novi predsednik slovenske vlade **dr. Miro Cerar**, ki je med drugim povedal, da je

Mednarodni utrip pomembno sooblikoval dogajanje

MOS je tudi letos upravičil svoj mednarodni pomen. Največjega mednarodnega poslovnega srečanja obrtnikov in podjetnikov iz Slovenije, držav EU in JV Evrope v regiji, ki ga je organizirala OZS, se je tako udeležilo več kot 200 predstavnikov podjetij iz 10 držav. Skupno so opravili okoli 500 individualnih razgovorov, ki so temelj za sklepanje novih poslovnih priložnosti.

4. Dneva gospodarske diplomacije, ki ga je Celjski sejem pripravil v sodelovanju z ministrstvom za zunanje zadeve, se je udeležilo 34 predstavnikov veleposlaništev iz 21 držav v Sloveniji. Osrednja pozornost je bila namenjena predstavitvi znamke I feel Slovenia. Njeno prepoznavnost

bi morala Slovenija v svetu bolj okrepiti na vseh področjih, predvsem je mogoče še veliko izkoristiti na gospodarskem področju.

Da bi bili uspešni na globalnem trgu, si z okrepitvijo sodelovanja želijo regionalne gospodarske zbornice na območju bivše Jugoslavije, ki so se srečale v petek, ko je na sejmišču potekal tudi Dan Vojvodine. Vojvodinci so tudi letos zabeležili nekaj konkretnih poslov. Tako je podjetje PGP Rapid, ki se ukvarja s proizvodnjo silikatne fasadne opeke, že prvi dan sejma prodalo določeno število svojih izdelkov. Veliko zanimanje je bilo tudi za kolesa podjetja Capriolo in za marmelade Jam & Jelly iz Iriga. Pričakujejo, da bodo dogovori sklenjeni v nekaj tednih.

Brazilci so iskali zastopnika za stevijo, korak naprej sta že slovensko podjetje Gama System in indijsko podjetje Netspider India, ki sta na MOS-u podpisali partnersko pogodbo o sodelovanju na področju informacijskih tehnologij. Kitajska za prihodnje leto napoveduje veliko nacionalno predstavitev v svoji sejemski dvorani. Podjetji Hebei Metal Enterprise in Shengri, prvo izdeluje kovinske mreže in ograje, drugo litoželezno posodo in žare, sta tik pred sklenitvijo poslov s slovenskimi podjetji. Venezuela pa vidi priložnosti za sodelovanje na področju nafte, naftne kemije, gradbeništva, industrije, ribiške industrije, kmetijstva in turizma.

www.ce-sejem.si



Letos se je na sejmju predstavilo pet MOS-ovih podjetnih talentov

PolyTrib 2014

11. in 12. septembra je na Bledu potekala 1. Mednarodna konferenca o tribologiji polimerov – PolyTrib, ki jo je organiziralo Slovensko društvo za tribologijo. Čeprav je bila to šele 1. konferenca, se je udeležilo preko 70 udeležencev iz 11 evropskih držav. Pomembno je tudi dejstvo, da je od udeležencev iz 17 različnih raziskovalnih inštitucij in 20 podjetij kar 34 udeležencev prišlo iz podjetij, ki so tako ali drugače povezana s tribologijo polimernih materialov.



Otvoritev konference PolyTrib 2014

Kot pove že ime konference, je bila glavna tema tribologija polimernih materialov. Pri tem je bil pomemben poudarek namenjen zobnikom iz teh materialov. Danes predvsem zaradi dobrih lastnosti in relativno nizke cene v množični proizvodnji vse pogosteje nadomeščajo jeklene zobnike v velikem številu različnih aplikacij.

Na konferenci je bilo predstavljenih 20 prispevkov, od tega je bilo 6 predavateljev vabljenih. Dodatno je bilo v posterski sekciji še 5 prispevkov.

Naj za prikaz vsebine konference izpostavimo vsaj vabljenega predavatelja. Prof. dr. Patrick De Baets (Gent University, Belgija) je razpravljal o izzivih in priložnostih v tribologiji polimerov. Poudaril je, da je tu še veliko neraziskanih področij in problemov, ki jih bo potrebno razvozlati, če bomo želeli poglobiti znanje o

obnašanju polimernih materialov v triboloških aplikacijah.

Drugi vabljeni predavatelj je bil prof. dr. Sergei Glavatskih (Royal Institute of Technology, Švedska), ki je govoril o možnosti uporabe polimernih materialov v drsnih ležajih. Polimerni materiali lahko, v primerjavi s klasičnimi materiali, bistveno izboljšajo njihovo nosilnost in tudi obratovalno dobo. Vabljenega predavatelja je imel tudi g. Daniel Merken (Erlangen University, Nemčija), ki je predaval o trenju in obrabi polimernih materialov ter o njihovi prenosljivosti na obrabo polimernih zobnikov. Temu predavanju je sledil dr. Bernd Wetzel (Institute of Composite Materials, Nemčija). Dr. Wetzel je govoril o analizi triboloških lastnosti materialov PEEK in o merjenju temperatur v drsnih kontaktnih. Drugi dan so sledila še tri vabljenega predavanja.

Prvo je imel dr. Stefan Beermann iz podjetja KissSoft. Govoril je o novem standardu za polimerne zobnike (VDI 2736). Zadnjih 20 let namreč ni bilo veljavnega standarda za polimerne zobnike, tako da je novi standard prava osvežitev. Temu predavanju je sledil nastop prof. dr. Igorja Emrija (Univerza v Ljubljani, Slovenija), ki je predstavil možnosti napovedovanja utrujenostnih poškodb pri elementih iz polimernih materialov ter osvetlil njihovo fizikalno ozadje. Zadnji vabljeni predavatelj je bil prof. dr. Mitjan Kalin (Univerza v Ljubljani, Slovenija), ki je razpravljal o posebnostih in s tem povezanih izzivih, s katerimi se srečujemo pri triboloških lastnostih polimernih materialov, saj se polimeri zaradi mehanskih in termičnih lastnosti razlikujejo od konvencionalnih materialov. Podal je nekaj možnih pristopov in smeri izboljšanja triboloških lastnosti polimerov za realne aplikacije.

Udeleženci so lahko na konferenci dobili veliko novih informacij s področja tribologije polimernih materialov, predvsem pa navezali nova poznanstva in poslovne kontakte. Ob nadvse pozitivnih odzivih in uspehu konference verjamemo, da se čez 2 leti v še večjem številu srečamo na 2. konferenci PolyTrib.

Več info na www.tint-polytrib.com.

*Prof. dr. Mitjan Kalin,
Dr. Aljaž Pogačnik,
oba Univerza v Ljubljani,
Fakulteta za strojništvo*



Vabljeni predavatelj prof. dr. Patrick De Baets



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



PETROL

Vas vabijo na posvet:

SLOTTRIB 2014: POSVETOVANJE O TRIBOLOGIJ, HLADILNO MAZALNIH SREDSTVIH IN TEHNIČNI DIAGNOSTIKI

Torek, 11.11.2014 od 9:00 do 16:50 ure

V dvorani Gospodarske zbornice Slovenije v Ljubljani

Kotizacija za posvetovanje znaša 150 €. Kotizacijo je potrebno nakazati do 03.11.2014, na transakcijski račun Slovenskega društva za tribologijo, številka računa: 02045-0018107278, s pripombo "Priimek in Ime -Podjetje". Ob predhodni prijavi bo plačilo v gotovini možno tudi na dan posvetovanja.

Kontaktna oseba: Joži Sterle, tel: 01/4771-460, fax: 01/4771-467, e-mail: slottrib@tint.fs.uni-lj.si.

Več o posvetu si lahko preberete na internetni strani: <http://www.tint.fs.uni-lj.si/sl/konference/slottrib/slottrib-2014>

PROGRAM POSVETOVANJA

8:00 – 9:00

REGISTRACIJA

9:00 – 9:15

OTVORITEV KONFERENCE

Uvodni nagovor, J. Vižintin; Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani.

SEKCIJA I: UVODNA PREDAVANJA

Predsedujoča: J. Vižintin, U. Gorjanc

9:15 – 9:40

Tribološke lastnosti polimerov, M. Kalin; Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani.

9:40 – 10:05

Nanos MoS₂ nano-cevk za suho mazanje z uporabo roliranja M. Remškar^{1,2}, J. Jelenc^{1,2}, F. Pušavec³, B. Žarkar³, J. Kopač³, ¹Institut Jožef Štefan, Ljubljana, ²Nanotul d.o.o., Ljubljana, ³Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani.

10:05 – 10:30

Razvoj olja za profilno brušenje, B. Kus¹, J. Mohorko¹, B. Kržan², M. Kalin², ¹Olma d.d., Ljubljana, ²Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani.

10:30 – 11:00

ODMOR / POSTERSKA SEKCIJA

SEKCIJA II: TEHNIČNA DIAGNOSTIKA 1

Predsedujoča: B. Kržan, M. Kambič

11:00 – 11:25

Zlivanje tehnik spremljanje stanja v diagnostiki poškodb mehanskih pogonov, G. Peršin¹, J. Vižintin²; ¹Cranfield University, ²Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani.

11:25 – 11:50

Primerjava laboratorijskih analiz in on-line metod spremljanja stanja hidravličnih tekočin, V. Tič¹, B. Kus¹, D. Lovrec²; ¹Olma, d.d. Ljubljana, ²Univerza v Mariboru.

11:50 – 12:15

Sprotno napovedovanje življenjske dobe elektromehanskih pogonov, Đ. Juričić¹, P. Bošković¹, D. Petelin¹, M. Gašperin¹, B. Dolenc¹, J. Pfajfar², J. Vižintin³; ¹Institut Jožef Štefan, Ljubljana, ²Domel d.o.o., Železniki, ³Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani.

12:15 – 13:00

SKUPŠČINA SLOVENSKEGA DRUŠTVA ZA TRIBOLOGIJU

13:00 – 13:40

KOSILO / POSTERSKA SEKCIJA

SEKCIJA III: NOVI IZZIVI V TRIBOLOGIJU

Predsedujoča: M. Kalin, J. Kogovšek

13:40 – 14:00

Tribološka karakterizacija tesnil znotraj vodnega hidravličnega valja, F. Majdič, M. Kalin; Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani.

14:00 – 14:20

Kožno-senzorične interakcije v kontaktu med kožo in tekstilnim materialom, S. Jevšnik¹, F. Kalouglu¹, D. Žebeljan², J. Vižintin³; ¹Istanbul Technical University, ²HSE d.o.o., Ljubljana, ³Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani.

14:20 – 14:40

Površinska energija in omočljivost inženirskih površin z mazalnimi olji, M. Polajnar, M. Kalin; Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani.

14:40 – 15:00

Nevtronska reflektometrija in adsorbirane plasti na DLC prevlekah, R. Simič¹, M. Kalin¹, T. Hirayama²; ¹Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani, ²Doshisha University, Kyoto.

15:00 – 15:15

ODMOR / POSTERSKA SEKCIJA

SEKCIJA IV: TEHNIČNA DIAGNOSTIKA 2

Predsedujoča: D. Cafuta, A. Arnšek

15:15 – 15:35

Zaznavanje jamičenja zobnikov z uporabo spektralnega kurtosisa in adaptivnega filtriranja, G. Peršin¹, J. Vižintin²; ¹Cranfield University, ²Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani.

15:35 – 15:55

Vrednotenje vzdrževalskih strategij s pomočjo Monte Carlo simulacij, F. Nikolovski, Đ. Juričić, B. Dolenc, P. Bošković; Institut Jožef Štefan, Ljubljana.

15:55 – 16:15

Naprava za merjenje čistoče olja, B. Dragoš, F. Majdič; Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani.

16:15 – 16:35

Sistem za avtomatsko analizo olja, J. Vižintin¹, J. Salgueiro¹, G. Peršin²; ¹Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani, ²Cranfield University.

16:40

ZAKLJUČEK KONFERENCE

7. mednarodna Konferenca o prenosu tehnologij in Dan inovativnosti 2014

Center za prenos tehnologij in inovacij je v sodelovanju z Gospodarsko zbornico Slovenije 17. septembra na Brdu pri Kranju organiziral 7. mednarodno Konferenco o prenosu tehnologij. Konferenca je potekala skupaj z dogodkom Dan inovativnosti 2014 in je bila namenjena raziskovalcem iz javnih visokošolskih in raziskovalnih institucij, podjetjem, oblikovalcem nacionalnih politik, privatnim investitorjem, inovatorjem, mladim podjetnikom, študentom s podjetniškimi ambicijami ter drugi zainteresirani javnosti.



Razstavljalci so bili zadovoljni z obiskom na svojih razstavnih prostorih

Na letošnji konferenci sta nas kot uvodni govornici počastili gospa Violeta Bulc, nova evropska komisarica za transport in gospa Vesna Stanković Juričić, direktorica Urada republike Slovenije za intelektualno lastnino. Ga. Violeta Bulc je govorila o potrebi po celostnem razvoju, ki nedvomno pomeni povezovanje vseh aspektov in sfer v vijačnico napredka. Ga. Stanković Juričić je

govorila o pomenu intelektualne lastnine za podjetja ter o nujnosti vzpostavitve sodelovanja med gospodarstvom in JRO. Obe sta navdušili navzoče goste.

V dveh krogih z vmesnim odmorom se je nato več kot 150 udeležencev udeležilo naslednjih predavanj:

- **Roland Feinäugle**, Unit Manager Patent Information Training, Eu-

ropean Patent Office, Germany – IP Creation – Sources for New Ideas, Products, Technologies,

- **Alexander G. Welzl**, Senior Researcher, ECONOMICA Institute of Economic Research, Austria – IP Valuation in Companies and Business Transactions,
- **Matej Golob**, 30Lean, Slovenija – Start-up Workshop,
- **Sara Giordani**, Technology Transfer Program & Laboratory, Italy – Start-up Workshop,
- **Peter Olesen**, President of the European Institute of Innovation and Technology, Denmark – Developing and Marketing of Innovation Through International Partnering Networks (European Institute of Innovation and Technology and Horizon 2020).
- V želji po čim bolj transparentni, odprti, množični in uspešni povezavi vrhov slovenske znanosti s slovensko in tujo gospodarsko sfero ter po zgledu nacionalnih posvetov v zvezi s prenosom tehnologij v različnih evropskih državah in mednarodnega združenja Association of Science and Technology Professionals (ASTP) v sklopu konference Konzorcij za prenos tehnologij organizira tudi prvi *Nacionalni posvet o prenosu tehnologij v Sloveniji*.

Slovenija je preko ministrstev za gospodarstvo in znanost ter visoko šolstvo v zadnjem desetletju izvedla številne finančne ukrepe, usmerjene k povezovanju gospodarstva in akademske sfere v še bolj pretočen sistem. Med njimi najdemo tako več desetmilijonske panožno usmerjene ukrepe (npr. centre odličnosti, kompetenčne centre) kot majhne enoprojektne usmerjene ukrepe (npr. inovacijski vavčer) ali horizontalne ukrepe za celostno podporo (npr. konzorcij za prenos tehnologij).

Vsi ti ukrepi so zajeli intelektualno lastnino in z njo povezane postopke na poti od raziskav do trga. S poudarkom na podpori raziskavam na eni ali na tržnem uspehu gospodarstva na drugi strani se je izgubil poudarek na strateško pomembnem, a pomanjkljivo razumljenem delu »doline smrti«. Tam je eden bistvenih elementov raziskava trga in priprava plana trženja za novo znanje oz. novonastalo intelektualno lastnino in kot posledica tega tudi zaščita intelektualne lastnine.

Nemara v »dolini smrti« primanjkuje tako znanja za izvedbo ciljanih, na prioritete in špice slovenskega gospodarstva in znanosti prilagojenih tržnih raziskav kot denarja za izvedbo »proof of concept« faze razvoja teh tehnologij. Samo s povezavo obeh, torej tržnih raziskav in »proof of concept« pa bi šele lahko vrzel uspešno premostili.

Na posvetu, ki je potekal med celotnim trajanjem konference, smo želeli – skupaj z zainteresirano strokovno javnostjo in deležniki, ki so vključeni v problematiko prenosa znanja in tehnologij ter komercializacijo tržno zanimivih rezultatov znanstvenoraziskovalnega dela JRO v Sloveniji s ciljem pomagati razvojni moči in tržnemu uspehu slovenskega gospodarstva – širše spregovoriti o tej tematiki.

- Ali kaj manjka v strukturi ukrepov države za uspešen prenos znanja in tehnologij iz znanstvene sfere v gospodarstvo?
- Ali v Sloveniji gospodarstvo kupuje znanje iz JRO?
- Ali je proces prenosa znanja iz JRO v gospodarstvo transparenten in dobro organiziran?

V okviru posveta smo prejeli več kot 70 vprašalnikov, ki nakazujejo odnose med gospodarsko in znanstveno sfero.

Tudi letos smo na konferenci podelili nagrado za inovacijo z največjim komercialnim potencialom v višini 2.000 evrov po izboru domačih in tujih strokovnjakov s področja prenosa tehnologij ter predstavnikov tveganega kapitala.

Ocenjevalno komisijo so letos sestavljali *mag. Alexander G. Welzl* iz inštituta ECONOMICA Institute of Economic Research, *g. Branko Drobnač*, Poslovni angeli Slovenije, *mag. Sara Giordani*, Technology Transfer Program & Laboratory TTP Lab, *g. Uroš Glavan* iz podjetja DTK Murka, *g. Rok Habinc* iz sklada STH Ventures, *mag.*

Iztok Lesjak, direktor Tehnološkega parka Ljubljana, ter *mag. Nina Mazgan* iz podjetja META Group.

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

1. nagrado v vrednosti 1.500 evrov so prejeli *dr. Gregor Primc* iz Odseka za tehnologijo površin in optoelektroniko na Institutu »Jožef Stefan« za inovacijo z naslovom: »*Laser Fiber Optic Catalytic sensor*«;
2. nagrado v vrednosti 500 evrov so prejeli *prof. dr. Boris Turk*, *dr. Olga Vasiljeva* in *Georgy Mikhaylov* iz Odseka za biokemijo, molekularno in strukturno biokemijo na Institutu »Jožef Stefan« za inovacijo z naslovom: »*Liposome based targeting of tumor cells*«.

Nagrajencem iskreno čestitamo! Vzporedno s konferenco smo organizirali spoznavne sestanke med podjetji in raziskovalci, ki se jih je udeležilo zelo veliko ljudi. V štirih urah vzporedne sekcije je potekalo kar 61 sestankov. Raziskovalci Instituta »Jožef Stefan«, Kemijskega inštituta Ljubljana, Nacionalnega inštituta za biologijo in Univerze v Ljubljani so se imeli priložnost sestati s predstavniki 20 uspešnih podjetji, kot so Gorenje, BSH Hišni aparati, Letrika, Metal Ravne, Eti, Domel, Ortotip in drugimi.



Informacije o konferenci so dostopne na: <http://tehnologije.ijs.si/7ittc/>.

Za vse nadaljnje informacije smo vam na voljo na naslovu *tehnologije@ijs.si* ali tel. št. 01 477 3224.

Dr. Špela Stres, Lea Kane
obe Center za prenos tehnologij,
IJS Ljubljana




Komisija je bila nad predstavljenimi idejami navdušena in je najboljši dve ideji nagradila. Zmagoviti ideji sta prišli s strani raziskovalcev Instituta "Jožef Stefan"

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

SPONZOR



Celje, Slovenija
28.-30.01.2015
www.ifam.si

Konferenca SIEMENS PLM

18. septembra je na gradu Mokrice potekala konferenca Siemens PLM, ki je bila namenjena podjetjem iz Slovenije in Hrvaške. Organiziralo jo je podjetje ITS, d. o. o., skupaj z vodilno programsko hišo Siemens Industry Software.

Podjetje Siemens Industry Software je v naši regiji prvič predstavilo svoje rešitve v tako velikem obsegu – tako za svoje zahtevnejše uporabnike kot tudi za preostala podjetja, ki želijo izboljšati procese pri razvijanju in proizvodnji svojih izdelkov. Na konferenci so strokovnjaki Siemens in drugi predavatelji prikazali najnovejše aplikacije in pristope, ki lahko pomembno pripomorejo k učinkovitosti in konkurenčnosti razvoja in proizvodnje izdelkov, ter smernice za prihodnost.

Predmet prvega dela konference je bilo upravljanje s podatki in procesi pri razvijanju izdelkov. Prikazane so bile možnosti programa Teamcenter, v katerem se lahko istočasno uporabijo različni sistemi CAD (Multi-CAD). Pristop omogoča, da se skozi celoten življenjski cikel izdelka vodijo in grafično preverjajo kosovnice več različic izdelka in ne nazadnje oblikujejo proizvodne kosovnice (Multi-BOM). Prikazano je bilo, kako lahko pri velikih sklopih z vizualizacijo po atributih iz baze PLM hitro in pregledno pridobimo vse zelene projektne podatke (HD-PLM). Predstavljene so bile tudi usmeritve razvoja programov NX in Teamcenter.

V drugem delu so bili predstavljeni različni vidiki in metode izboljšanja kakovosti in nadzora kakovosti izdelkov ter tudi, kako povezati te postopke in jih, kolikor je to mogoče, avtomatizirati. Pri tem so v veliko pomoč proizvodni in tolerančni podatki (Product Manufacturing Information – PMI), če so zapisani že v samem 3D-modelu.

V tretjem delu so bile predstavljene nove možnosti učinkovite PLM-organiziranosti okolja CAM s centralno vodeno knjižnico orodij (vključno z različnimi pripomočki) ter nadzorovan prenos podatkov v proizvodnjo.

V zadnjem delu konference so bile predstavljene možnosti analize in izboljšanja procesov proizvodnje. Temu so namenjene vrhunske aplikacije sistema Tecnomatix, ki so skupaj z rešitvijo PLM Teamcenter pravzaprav že standard v avtomobilski industriji, vodilne pa so tudi v številnih drugih segmentih industrije. Tako je v tem delu predstavnik Fakultete za strojništvo v Lju-

Process Simulation/Robotix, ki ga v podjetju uspešno uporabljajo za off-line simulacijo delovanja krmilnih programov na robotih. Programsko orodje je dokazano dovolj dobro, da lahko testirane krmilne programe uporabijo neposredno v proizvodnji.

Verjamemo, da je ta enkratni dogodek vsem udeležencem ponudil koristno možnost izmenjave izkušenj in ustvarjanja novih poslovnih stikov z vodilnimi podjetji iz Slovenije in Hrvaške.

*Dr. Mihael Debevec
UL, Fakulteta za strojništvo*



Utrinek iz predavanj

bljani, laboratorij LASIM, predstavil več razvitih simulacijskih modelov v programskem orodju Plant Simulation, ki so bili izdelani v sodelovanju s slovensko industrijo in jih podjetja uspešno uporabljajo. Modeli so namenjeni optimizaciji proizvodnega procesa in pretoka materiala v skladišču. Za konec pa je predstavnik podjetja Multinorm, d. o. o., iz Hrvaške predstavil praktično uporabo programskega orodja

VENTIL

REVUIJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

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

Uspeh se prične na Dnevih podjetništva!

Dnevni podjetništva, tradicionalni podjetniški dogodek v Ljubljani, so tudi tokrat privabili več kot 1.500 udeležencev vseh delavnic, željnih dodatnih podjetniških znanj in veščin.

Že sedmo leto zapored *Data, d. o. o.*, v sodelovanju s *Tehnološkim parkom Ljubljana* organizira *Dneve podjetništva*. Letošnji dvodnevni dogodek v Tehnološkem parku

žij za trženje. Na delavnicah, ki so jih tematsko povezovale finančne vsebine, so se udeleženci seznanili s posebnostmi prijave davčne olajšave za raziskave in razvoj, na kakšen način izbrati najbolj primerno obliko zaščite intelektualne lastnine, s ponudbo finančnih produktov Slovenske izvozne in razvojne banke ter financiranjem razvojnih in raziskovalnih projektov v okviru evropskega programa Obzorje 2020. Ob uspešnem zaključku sedmih Dnevov podjetništva je **Vera Nu-**

Tomaž Bučar, prokurist *DATA, d.o.o.*, je dodal: »Tudi letošnji dvodnevni dogodek smo organizirali z namenom predstavitve ključnih vsebin podpornega podjetniškega okolja, krepitve podjetniške kulture in posredovanja sodobnega znanja s področja podjetništva. Veseli smo, da so udeleženci s pomočjo naših predavateljev osvežili in poglobili svoja znanja, ozavestili ključne usmeritve za uspešno podjetniško poslovanje in nadgradili svoje poslovne odnose za bodoča sodelovanja.«



Udeležba je bila številčna

Ljubljana je zaznamovalo 12 brezplačnih delavnic in predavanj o posameznih fazah razvoja podjetja in poslovanja. Nameni dogodka so predvsem deljenje najnovejših informacij in podjetniških izkušenj, mreženje in povezovanje med udeleženci dogodka.

Prvi dan smo oblikovali trendovsko, saj smo pripravili nabor delavnic s področja dizajna, metod in izbora načina plačevanja ter poslovanja prek spletne trgovine, prodajnih tehnik in uporabe družbenih omre-

nič, vodja Start-up centra v Tehnološkem parku Ljubljana, izpostavila: »Veseli nas, da smo tudi tokrat v sodelovanju z našimi partnerji organizirali izvrsten podjetniški dogodek, ki dodatno obogati naše ustaljene programe za preverjanje podjetniške ideje Start:up Geek House in prispeva k hitremu razvoju in internacionalizaciji poslovanja Go:Global Slovenia. Podjetniški vrvež, ki je še posebej viden ta dva dneva v Tehnološkem parku Ljubljana, je dokaz, da je Ljubljana pravo podjetniško mesto!«

Dnevi podjetništva so tudi zaključni dogodek projekta INO 2013, ki se izvaja v okviru javnega razpisa v podporo nacionalnemu sistemu inovacij, ki ga sofinancirata Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo in SPIRIT. Posamezne delavnice, ki so se vsebinsko nanašale na intelektualno lastnino, davčne olajšave in vitko podjetništvo, so se izvedle v okviru transnacionalnega projekta PROFIS, ki ga sofinancira South East Europe Programme.

www.tp-lj.si

Kemijski inštitut se je predstavil na Noči raziskovalcev 2014

26. septembra je na več kot 850 lokacijah, v več kot 200 evropskih mestih in v 25 državah hkrati potekala Noč raziskovalcev. Glavne teme letošnje slovenske Noči raziskovalcev so bile energija, ekologija, zdravje & IKT. Noč raziskovalcev je projekt, ki poteka v okviru programa Horizon 2020, katerega cilj je predstaviti poklic in življenje znanstvenika. »Raziskovalci in znanstveniki v središču vsakdanjega življenja« je bil fokus vseh aktivnosti v okviru letošnje Noči raziskovalcev 2014.

Kemijski inštitut se je predstavil na osrednjem dogodku, ki je potekal na Kongresnem trgu v Ljubljani.

Prof. dr. Roman Jerala je na glavnem odru predaval o celičnem računalniku.

Na stojnicah sta se predstavili dve ekipi:

- Laboratorij za kemijo materialov je prikazal možnosti uporabe organskih termokromnih materialov. Včasih lahko vidimo, kdaj se je temperatura predmeta spremenila. Kako? Uporabiti moramo posebne snovi, na primer termokromne materiale, ki spremenijo



Živahno dogajanje na stojnicah

barvo, ko se spremeni njihova temperatura. Take snovi lahko pokažejo zanimive efekte, tudi take, ki so sicer očem skriti.

- Laboratorij za biotehnologijo je predstavil, kako lahko na podlagi principov sintezne kemije oblikujemo proteinsko verigo tako, da se sama od sebe zvije v obliko ogrodja v obliki tristrane pira-

mide. Obiskovalci so lahko sami poskusili iz žice oblikovati potek verige tako, da so nastali tetraeder ali modeli drugih novih bio-nanostruktur.

Obiskovalci so si z zanimanjem in v velikem številu ogledali naši stojnici.

www.ki.si



NAJVEČJI SEJMI NAJPOMEMBNEJŠIH PODROBNOSTI

Celjski sejem, 21.-24. april 2015

13. FORMA TOOL
orodja, orodjarstvo, stroji

7. GRAF&PACK
grafika, papir, stroji, embalaža, pakiranje

11. PLAGKEM
plastika, guma, kemija

6. VARJENJE in LIVARSTVO
vse za varjenje in rezanje, livarski stroji,
oprema in materiali

Mednarodni strokovni sejmi
povezanih industrijskih panog.

Referenčen pregled inovacij,
novosti, dosežkov, tehnologij,
materialov, trendov in izzivov.

Strokovne prireditve in
poslovna srečanja.



Rok za prijavo
na sejme:
15. december 2014

CELJSKI SEJEM – ZANESLJIV PARTNER ZA VSE PRILOŽNOSTI

www.ce-sejem.si



Vitka proizvodna logistika 2014

Tradicionalna prireditve **Vitka proizvodna logistika** je bila letos osmič v kraju Nazarje ob ogledu primera dobre prakse v podjetju *BSH mali gospodinj-ski aparati d. o. o.* Prireditve združuje teoretski del, v katerem se na začetku obravnava-jo nekatere problematične in nove teme, in kasnejši ogled podjetja s poudarkom na primerih dobrih rešitev s področja logistike. Vedno skrbimo, da je izbor podjetij, ki nudijo ogled primera dobre prakse, vrhunski. Izbrano podjetje naj bi v svoji osnovi prehitelo okolje za več let. Portal www.lognet.si je organizator vsakoletne prireditve, ki odkriva in izbira nova podjetja.



Konferenčni del prireditve

Letošnja osma prireditve je bila namenjena odnosom med kupcem in dobaviteljem domačega okolja, saj je to področje v slovenskem prostoru zelo zanemarjeno in brez podpore stanovskih organizacij, kot so Obrtna in Gospodarska zbornica, ki ne naredijo dovolj za prenos znanja med naročniki in dobavitelji. Če je velikim podjetjem uspelo prilagoditi svoje poslovanje zahtevam izbirčnih kupcev s področja avtomobilske industrije in zahtevnih zahodnih trgov, nikakor ne zmorejo svoja znanja prenesti velikemu številu dobaviteljev, ki sodelujejo pri uspehu matičnih podjetij. Rdeča nit prireditve je bila osnova postavitve oskrbene verige, ki rešuje nabavne težave in izrazito pozitivno prispeva k učinkovitosti kupca. V Zdajšnjem času si enostavno ne moremo predstavljati globalno konkurenčne proizvodnje brez Vitke proizvodne logistike in uspešne navezave z dobavitelji.

Če so primeri dobrih praks v glavnem podjetja, ki proizvajajo za avtomobilsko industrijo in dostavljajo svoje izdelke na montažno linijo, je tokratni izbor podjetja BSH mali gospodinj-ski aparati d. o. o. pokazal, da pravila vedno ne veljajo. Tokrat smo

bili priča predstavitvi delovanja celotnega podjetja, ki upravlja proizvodnjo po pravilih vitkosti in že nekaj let v svoje podjetje uspešno uvaja novosti na tem področju. Zanimiva predstavitev je udeležencem omogočila videti, kaj je njihov končni cilj ob začetku zastavljene poti uvedbe vitkosti v podjetju. Imeli smo srečo videti implementiranih nekaj pravil sistema TPS, ki zagotavlja sistemsko in hitro ter stroškovno učinkovito prilagodljivost proizvodnje zahtevam trga. Popolna uvedba delovanja podjetja po načelu PULL zagotavlja stroškovno in tehnološko učinkovitost celotnega proizvodnega procesa ob zagotovljeni odzivnosti na trgu.

Dobavitelji različnih sklopov so lahko videli, kako pomembna je urejena nabavna oskrbna veriga, ki v povezavi z dobavitelji omogoča popolno fleksibilno prilagoditev proizvodnji.

Predavatelji podjetja BSH mali gospodinj-ski aparati d. o. o. so nam predstavili pot, ki so jo prehodili ob odločitvi, da bodo svoje podjetje začeli upravljati in voditi po načelu filozofije LEAN. Na predavanju so nam predstavili dosedanje dosežke in raven uvedbe vitkosti ter razloge

in odločitve za nadaljnjo pot sprememb v podjetju.

V tem trenutku se večina podjetij, ki deluje na globalnem trgu, zaveda, da je za njihov obstoj osnova in edino izhodišče uvedba vitkosti v področje logistike ter kasneje v celotno proizvodnjo. Med tem se v naši politiki vrstijo vprašanja, razmišljanja in besedičenja, kako bi bilo pametno vladne službe organizirati po načelih vitkosti.

Prireditve se je končala ob izmenjavi mnenj in množici postavljenih vprašanj strokovnjakom iz podjetja BSH mali gospodinj-ski aparati d. o. o., ki so zaradi praktičnega znanja z veliko lahkoto odgovorili na vsa zastavljena vprašanja.

Prireditve se je končala ob zavesti, da bo vsak udeleženec v svojem okolju poskušal in zmožgel uvesti predstavljene pridobitve v svojem okolju. Naša naloga mora biti večja promocija Vitke proizvodne logistike, predvsem med malimi podjetji, ki so dobavitelji velikim.

Stojan Grgič
www.lognet.si

Komprimiran zrak, rešive za vsako potrebo

učinkovito, gospodarno, okolju prijazno



Nov vrhunec vzdržljivosti, nov mejnik v zanesljivosti in najboljša učinkovitost v svojem razredu – to je **novi GA oljni vijačni kompresor moči 30-90 kilovatov, ki ga žene učinkovitost**. Obiščite našo spletno stran in si oglejte, kako lahko naši novi kompresorji povečajo vašo produktivnost.

www.atlascopco.com/drivenbyefficiency

Atlas Copco d.o.o.
Peske 7, 1236 Trzin
Tel. 01 5600 710
E-Mail: info@si.atlascopco.com



Sustainable Productivity

Atlas Copco

Dnevi Avtomatizacije 2014

Tudi letos smo pri podjetju Inea **RBT d.o.o.** dne 23. septembra izvedli tradicionalne Dneve avtomatizacije, ki so se v Hotelu Mons odvijali že tretje leto zapored. Kot ponavadi smo na dogodek povabili svoje poslovne partnerje, za katere smo pripravili bogat celodnevni program. Osrednji namen dogodka je predstavitev najnovjših Mitsubishijevih proizvodov in rešitev med druženjem s poslovnimi partnerji.

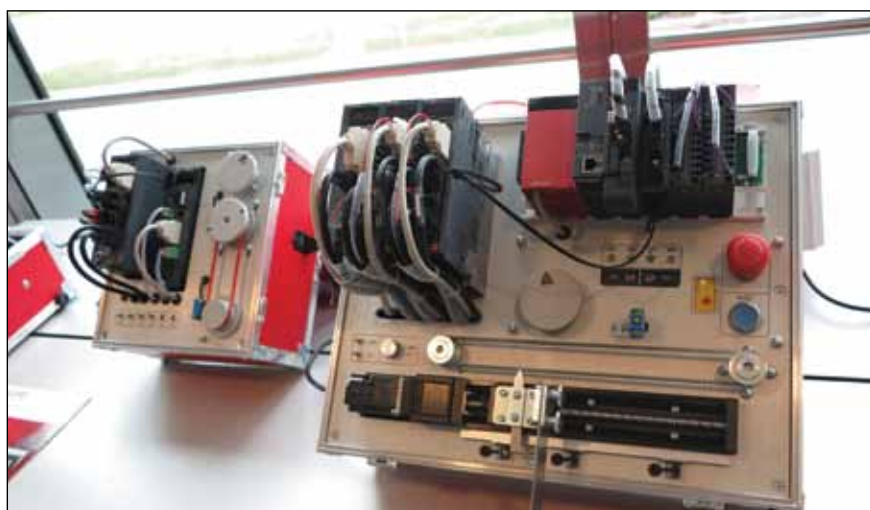


Najnovjše proizvode in rešitve so gostom predstavili predstavniki Mitsubishi Electrica na tradicionalni turneji Dnevi avtomatizacije.

Zbralo se je okoli 50 ljudi, osrednjo tematiko predavanj pa so, kot je to v navadi, predstavili kolegi s Poljske (Inea RBT spada v regijo Central Europe and East-CEE, za katero skrbi Mitsubishi Electric Poland Branch). Bolj konkretno, novosti so predstavili proizvodni vodje najnovjših Mitsubishijevih izdelkov in rešitev na področju industrijske avtomatizacije.



Novosti s področja robotov in servo pogonov je predstavil Jakub Kwiatkowski, PLC krmilnike in HMI panele Karol Krowiak, Grzegorz Koziol pa je predstavil najnovjši frekvenčni pretvornik serije FR-F 800.



»Simple motion« modul za krmiljenje zahtevnih večosnih servo pogonov

paktni krmilnik FX5U ter »Simple motion« modul za zahtevno večosno krmiljenje servopogonov. Kot je razvidno iz slik, je bilo na dogodku tudi prikazano konkretno delovanje omenjenih proizvodov v enostavnih aplikacijah.

Po sami predstavitvi, ki so jo pripravili poljski predstavniki podjetja Mitsubishi Electric, smo čas namenili tudi krajšemu pogovoru o predstavljenih novostih, na koncu pa smo izvedli tudi nagradno igro. Ker je program potekal ves dan, je bilo poskrbljeno tudi za kratke odmore za kavo in kosilo.



Delovanje frekvenčnega pretvornika najnovejše serije FR-A 800 v enostavni aplikaciji

Naj za konec omenimo še, da so se Dnevi avtomatizacije 2014 nadaljevali še na Hrvaškem (Zagreb), v Bosni in Hercegovini (Sarajevo), ter v Srbiji (Beograd), kjer program industrijske avtomatizacije podjetja Mitsubishi Electric prav tako zastopajo povezana in partnerska podjetja INEA RBT d.o.o.

Verjamemo, da so gostje s prireditve odnesli koristne informacije, mi pa se ponovnega druženja čez eno leto že veselimo!

www.inea-rbt.si

POSVET

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2014 - ASM '14

3. decembra 2014
na Gospodarski zbornici Slovenije v LJUBLJANI

aktualne novice o posvetu so na voljo na www.posvet-asm.si

 **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

Mednarodna konferenca o robotiki na območju Alp, Jadrana in Donave (RAAD – Robotics in Alpe-Adria-Danube Regions)

Kongresni center slovaške akademije znanosti in umetnosti je na gradu Smolenice med 3. in 5. septembrom gostil mednarodno konferenco »Robotics in Alpe-Adria-Danube Region« - RAAD 2014. Tokratno izvedbo konference, skupno že 23. po vrsti, je Slovaška gostila drugič. Glavni organizatorji konference so bili Odbor za informatiko Slovaške akademije znanosti in umetnosti, Fakulteta za elektrotehniko in informatiko Univerze v Bratislavi ter Slovaško združenje za kibernetiko in informatiko. Konferenca je potekala pod okriljem dveh svetovnih inženirskih organizacij, IEEE in IFToMM. Konferenco so sponzorirala tudi slovaška podjetja s področja avtomatizacije in robotskih sistemov: ZTS VVU KOŠICE, a. s., KV – Security, s. r. o., in MicroStep, spol. s. r. o., Bratislava.



Udeleženci mednarodne konference RAAD 2014 na gradu Smolenice.

- Majhna ter mikro-nano robotika
- Robotika v medicini in bionične proste
- Robotika v kmetijstvu
- Izobraževanje v robotiki
- Kognitivna robotika in trendi robotskih raziskav.

3. Mobilni roboti za operacije v nevarnih okoljih, L. Vargovčík, ZTS VVU – Košice, Slovaška

Mednarodno sestavljen odbor za nagrade konference RAAD je med vsemi sprejetimi prispevki izbral tri, po enega za vsako kategorijo: najboljšo znanstveno delo in teoretični prispevek, najboljša aplikacija ter najboljši študentski prispevek. Nagrajeni so bili naslednji prispevki:

Najboljše znanstveno delo in teoretični prispevek: Andrej Gams in Tadej Petrič: Adapting Periodic Motion Primitives to External Feedback: Modulating and Changing the Motion.

Najboljša aplikacija: Mirko Raković, Marko Jovanović, Branislav Borovac, Bojan Tepavčević, Milutin Nikolić, Mladen Papović: Design and Fabrication with Industrial Robot as Brick-Laying Tool and with Custom Script Utilization.

Najboljši študentski prispevek: Sromona Chatterjee, Timo Nachstedt, Florentin Wörgötter, Minija Tamosiunaite, Poramate Manoonpong, Yoshihide Enomoto, Ryo Ariizumi a

Eden glavnih ciljev konference je bila izmenjava znanj, izkušenj in dognanj med raziskovalci z univerz, raziskovalnih organizacij ter industrijskih partnerjev, ki ta znanja uporabljajo v praksi. Tematiko referatov in raziskovalnih tem lahko uvrstimo v širše področje modeliranja, simulacij, elektronike in informacijskih in telekomunikacijskih tehnologij ter v širok spekter robotskih aplikacij. Prispevki v zborniku pokrivajo tematike s področij:

- Industrijska in napredna servisna robotika
- Mobilna robotika in delovanje v robotskih rojih
- Informacijsko-komunikacijsko-regulacijski problemi z modeliranjem in simulacijo
- Senzorji, zaznavanje in senzori-motorsko vodenje
- Vmesniki človek-robot, komponente ter orodja
- Nove metode načrtovanja in uporabe robotskih sistemov

Na tokratni konferenci so sodelovali raziskovalci, pedagoški delavci s področja robotike ter industrijski uporabniki iz 16 držav. V enajst sekcijah so predstavili 50 referatov ter sedem posterjev. Glavne teme so bile trendi raziskav v moderni robotiki, kot npr. moderne metode vodenja robotov, mobilni roboti, senzori za spoznavanje okolja, kognitivna robotika in robotika z navdihom iz bioloških sistemov, medicinska robotika, umetne roke, nove aplikacije robotskih sistemov, nove konstrukcije mokro-robotov, komunikacija in delo z roboti. Poleg predstavitve referatov so bila na konferenci tudi tri plenarna predavanja in sicer:

1. Roboti, ki plezajo po stenah (Wall climbing robots), V. Gradetsky, A. Yu. Ishlinsky, Institute for problem in mechanics, Moskva, Rusija
2. Robotski sistemi za rezanje kovine M. Kovač, Micro-Step, Bratislava, Slovaška



Nagrajenci za najboljše prispevke na mednarodni konferenci RAAD 2014.

Fumitoshi Matsuno: Reinforcement Learning Approach to Generate Goal-Directed Locomotion of a Snake-Like Robot with Screw-Drive Units.

Poleg uspešne izmenjave znanj z referati in diskusijami je organizatorjem konference uspela tudi predstavitev raziskovalnih in industrijskih

dosežkov s področja robotike, ki izhajajo iz Slovaške. Velik uspeh konference predstavlja tudi precej številna udeležba mladih raziskovalcev in doktorskih študentov ter povečano zanimanje za raziskave in aplikacije na širšem področju robotike.

Konferenca je poleg strogo raziskovalnega imela tudi družabni program, ki je vključeval nastop otroške folklorne skupine ter obisk samega gradu Smolenice in lokalnih znamenitosti.

Mednarodna konferenca RAAD 2014 je konkretno prispevala k nadaljnji uporabi in širjenju znanj s področja raziskav in uporabe robotike, avtomatizacije, informatike, komunikacijskih tehnologij ter pomagala udeležencem pri medsebojnemu širjenju znanj in idej ter z zainteresiranimi javnostmi, z dobrimi obeti za nova sodelovanja med udeleženci ter nova mednarodna srečanja in skupne projekte.

*Andrej Gams,
Inštitut »Jožef Stefan«, Ljubljana*



AVENTICS

FOKUS NOVA GENERACIJA PNEVMATIKE

“Včeraj Rexroth Pneumatics, danes in v prihodnosti: AVENTICS.

Z odličnimi produkti naših divizij pnevmatike, pomorske pnevmatike, transportnih verig in tovornih vozil bomo nadaljevali našo zgodbo o uspehu pod novo znamko. AVENTICS je sinonim za sveže ideje, odlično fleksibilnost in maksimalno fokusirana na naše kupce.

la & co
Sinergija premikanja!
Hidravlika. Pnevmatika.
Linearna tehnika.

LA & CO. d.o.o.
Limbuška cesta 42
SI- 2000 Maribor
Tel.: +386 2 42 92 660
Fax.: +386 2 42 05 550
www.la-co.si

Rexroth
Pneumatics

Srebrno priznanje odboru za znanost in tehnologijo pri OZS in partnerjem

Odbor za znanost in tehnologijo pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije (OZS) je skupaj s partnerji iz akademske in znanstvene sfere ter inovativnimi in razvojno naravnanimi obrtniki in podjetniki prejel srebrno priznanje Celjskega sejma na sejmu MOS 2014. Priznanje je bilo podeljeno za celovito predstavitev novih tehnologij in inovacij, za podporo razvoju prvega slovenskega nanosatelita Trisat ter za primere dobre prakse sodelovanja med gospodarstvom in znanostjo.



Razstavni prostor Odbora za znanost in tehnologijo pri OZS

Izstopajoče inovacije na predstavitvi so bile: interaktivni modni čevlji, ki spreminjajo barvo preko pametnega telefona, razvojni koncept nanosatelita, bionska roka in posebna naprava, ki zaznava natančen izvor gama žarkov imenovana (aisense gamma). To napravo so razvili na odseku za fiziko nizkih in srednjih energij na Inštitutu Jožef Stefan. Interaktivne modne čevlje je oblikovala modna oblikovalka Ingrid Logar iz Slovenske Bistrice, elektroniko pa razvijajo na FERi Univerze v Mariboru pod vodstvom dr. Iztoka Krambergerja. Prav

tako prvi nanosatelit razvija Krambergerjeva skupina skupaj s podjetjem SkyLabs in drugimi partnerji.

Na razstavnem prostoru odbora za znanost in tehnologijo so bile predstavljene predvsem zelo napredne tehnologije z naslednjih področij: mehatronika, elektronika, avtomatika, robotika, energetika, IKT – informacijsko-komunikacijska tehnologija, bionika, mikro- in nanotehnologija, 3D- tehnologija ter vesoljska tehnologija in tehnologija za vojaške aplikacije.

Z odborom so sodelovale ugledne razvojno-raziskovalne inštitucije, kot je Institut Jožef Stefan z različnimi odseki, nadalje Kemijski inštitut iz Ljubljane, FERi Univerze v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, Univerza v Novi Gorici, Univerza v Mariboru, Center odličnosti Namaste (katerega članica je tudi OZS), Center odličnosti za nanoznanosti in nanotehnologijo Nanocenter, VSŠ ŠC Ptuj, Visoka šola za bioniko s Ptuja, VSŠ ŠC Velenje, VSŠ ŠC Kranj, SERŠ iz Maribora in inovativna ter razvojno naravnana podjetja: PS, d. o. o., iz Logatca, Miel Elektronika, d. o. o., iz Velenja, Makro Team, d. o. o., iz Lenarta, SkyLabs, d. o. o., iz Maribora, National Instruments Slovenija, INTRI, d. o. o., iz Ljubljane, VICOM, d. o. o., iz Maribora. Medijski partnerji predstavitve so bili revija IRT 3000, priloga Večera – Kvadrati, revija Ventil in še nekateri drugi. Srebrno priznanje je v imenu odbora za znanost in tehnologijo pri OZS prevzel predsednik Janez Škrlec. Sejemski prostor odbora za znanost in tehnologijo so v času sejma MOS obiskali mnogi eminentni gosti, tudi predsednik države Borut Pahor in predsednik vlade dr. Miro Cerar.



Srebrno priznanje celjskega sejma Odboru za znanost in tehnologijo pri OZS

Odbor za znanost in tehnologijo pri OZS

Modna obutev in trendi tehnološkega razvoja, povezani z novimi tehnologijami

Na MOS-u 2014 so se odbor za znanost in tehnologijo in njegovi partnerji predstavili s številnimi inovacijami. Zelo izstopajoči so bili interaktivni modni čevlji, ki so ob ogledu sejma navdušili celo predsednika države Boruta Pahorja in predsednika vlade dr. Mira Cerarja. Zakaj so se čevlji modne oblikovalke **Ingrid Logar** iz Slovenske Bistrice znašli v skupni predstavitvi odbora za znanost in tehnologijo in uglednih partnerjev, kot je Univerza v Mariboru, Univerza v Novi Gorici, Center odličnosti Namaste in Nanocenter, Institut Jožef Stefan, Kemijski inštitut iz Ljubljane, Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani in številni drugi?



Ingrid Logar ob predstavitvi modnih čevljev

Na sejmu smo predstavili interaktivno modno obutev, ki bo s pomočjo aplikacije na pametni mobilni napravi uporabniku omogočala poljubno nastavljanje barvnega odtenka pete. Peta na čevljih je iz prozornega materiala in je osvetljena z LED-svetilom. Odtенок svetlobe se da poljubno nastavljanje s pomočjo aplikacije, ki teče na mobilni napravi. Aplikacija omogoča nastavljanje barvnega odtenka ročno v RGB-načinu ali pa odtenek izberemo tako, da označimo področje na sliki, ki jo zajamemo s fotosenzorjem mobilne naprave. Na ta način lahko barvni odtenek pete kombiniramo z barvnimi odtenki oblačil ali z barvami modnih dodatkov (npr. torbice). Izbrano nastavitvev odtenka barve na čevljev prenesemo brezžično s pomočjo tehnologije NFC (Near Field Communication). Elektronika nato poskrbi, da peta v izbranem odtenku tudi dejansko sveti. Ino-

vacija je požela ogromno pohval in zanimanja širše javnosti, še zlasti kot nov trend razvoja modne obutve, zlasti ženskih čevljev, ki bo šel v smeri spreminjanja barve obuvala v večjem delu njegove površine in uporabe povsem novih materialov (tudi antimikrobnih), vgradnje številnih dodatnih senzorjev, ki bodo zaznavali počutje noge v čevlju, oblikovne značilnosti in kasneje mogoče tudi v smeri medicinskega in ortopedskega monitoringa. Ni pa niti izključena možnost, da bodo ti čevlji nekoč opremljeni tudi s pizogeneratorjem, ki bo ob hoji generiral električno energijo in z njo napajal elektroniko v čevljih in druge mobilne naprave, ki jih vedno pogosteje nosimo s seboj. Elektroniko in komunikacijo interaktivnih čevljev razvijajo v Laboratoriju za elektronske in informacijske sisteme (LEIS), ki ga na FERI Univerze v Mariboru vodi doc. dr. Iztok Kram-

berger, sicer tudi podpredsednik odbora za znanost in tehnologijo pri OZS. Elektroniko za konkretne interaktivne modne čevlje pa so razvili dr. Marko Kos z iste fakultete in drugi sodelavci. Kar je pri celotni zadevi še najbolj pomembno, je to, da gre za slovensko znanje, slovensko inovacijo z izjemnim tržnim potencialom in za primer dobre prakse, saj se je inovativna podjetnica in modna oblikovalka Ingrid Logar povezala z raziskovalci Fakultete za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru. Takšno sodelovanje je namreč izjemnega pomena za uspešen razvoj slovenskega gospodarstva. Na sejemski predstavitvi je v okviru odbora za znanost in tehnologijo sodelovala tudi revija Ventil.

*Janez Škrlec, inž.
Odbor za znanost in tehnologijo
pri OZS*

Implementacija razvojnih dosežkov v mikro- in mala podjetja je nujna

Obrtno-podjetniško zbornico Slovenije je obiskal prof. dr. Jadran Lenarčič, direktor Instituta "Jožef Stefan". S predsednikom OZS Brankom Mehom, predsednikom Odbora za znanost in tehnologijo Janezom Škrlecem in namestnico v. d. direktorja OZS Nado Grublješič so razpravljali predvsem o možnostih še učinkovitejšega povezovanja gospodarstva z visoko znanostjo ter o prenosu novih znanj. Cilj sodelovanja je približati nove in aktualne tehnologije malim in mikropodjetjem, pomagati inovativnim podjetjem na področju implementacije razvojnih dosežkov v izdelke in storitve z visoko dodano

vrednostjo ter tudi vključitev v skupne projekte in razpise.

Prof. dr. Jadran Lenarčič že vrsto let aktivno sodeluje predvsem z Odborom za znanost in tehnologijo pri OZS, ki mu predseduje Janez Škrlec. Vsi si želijo še več sodelovanja, do sedaj pa je bilo skupnih dogodkov in podobnih sodelovanj že več kot 50, je poudaril Janez Škrlec. Jadran Lenarčič je dejal, da bi tudi politika lahko namenila več pozornosti znanosti in povezovanju z malim gospodarstvom. Branko Meh je obljubil podporo zbornice in partnerstvo pri prenosu znanja v malo gospo-

darstvo, saj se zaveda, da brez vlaganja v nova znanja in brez povežovanja z znanostjo ne bo pravega napredka.


»Do sedaj smo skupno sodelovali že na več kot 50 dogodkih. Naše sodelovanje zajema tehnološke dneve, nanotehnološke dneve, strokovne seminarje, skupne sejemske predstavitve, srečanja gospodarstva in znanosti, strokovne ekskurzije, sodelovanja na konferencah, posvetih in forumih ter sodelovanje Instituta »Jožef Stefan« in Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije v okviru Centra odličnosti Namaste,« je poudaril Janez Škrlec.



Pogovor prof. Lenarčiča s predstavniki OZS


Področja sodelovanja so različna: novi materiali in nanotehnologija, IKT – informacijsko-komunikacijske tehnologije, avtomatika, robotika, mehatronika, elektronika, energetika in druga področja. Odbor že sodeluje z različnimi odseki, še zlasti pa se skupaj predstavljajo z novimi tehnologijami na mednarodnem sejmu obrti in podjetnosti MOS v Celju, na Ljubljanskem obrtnem sejmu LOS, na sejmu avtomatike, robotike, mehatronike, elektronike – IFAM – Intronika v Celju.

www.ozs.si



Komponente in hidravlični sistemi, že 50 let!

Hydac d.o.o.,
Zagrebska c. 20,
SI-2000 Maribor
telefon: +386 [2] 460 15 20
email: info@hydac.si



Antibiotiki, resistance in alternative – ali jih sploh poznamo?

25. 9. se je na Biotehniški fakulteti v Ljubljani zaključila Poletna mikrobiološka šola na temo antibiotikov. Udeležilo se je več kot 100 bodočih znanstvenikov, profesorjev in predstavnikov farmacevtskih in drugih tehnoloških podjetij. Na tridnevnem dogodku so razpravljali o laboratorijski proizvodnji antibiotikov, industrijskih merilih, proizvodnji, težavah z antibiotiki in predvsem o problematiki njihove prekomerne uporabe. Spregovorili so tudi o možnih alternativah za antibiotike, ki bodo zaradi naraščajočega števila odpornih bakterij vedno bolj aktualne.

Poletno mikrobiološko šolo so organizirali **člani Društva študentov mikrobiologije Slovenije**, ki so projekt začeli pripravljati že januarja. "Mikrobiološka poletna šola na temo antibiotikov je bila po naših ocenah zelo uspešna," je dejala organizatorica **Urša Brenčič**. "Veseli smo, ker je bilo udeležencev veliko več kot lani in zato seveda tudi veliko več, kot smo pričakovali. Predavanja smo prvič odprli za vse zainteresirane in odziv je bil fenomenalen – prišli so študentje medicine, farmacije, biotehnologije, pa tudi vodilni tehnologi iz različnih inštitutov in podjetij."

Prizadevanja študentov mikrobiologije, da bi k razpravi o antibiotikih pritegnili predstavnike različnih strok, so podprli tudi **profesorji Biotehniške fakultete v Ljubljani**. **Prof. dr. Polona Jamnik** je poudarila: "Zelo ponosni smo, da so se študentje samoiniciativno lotili organizacije dogodka s tako pomembno tematiko. Dogodek je zelo pomemben za osveščanje študentov in širše javnosti o antibiotikih, čeprav bi s tem morali začeti že veliko prej – v vrtcih, osnovnih in srednjih šolah."

Da je problematika antibiotikov in njihovega razumevanja zelo pomembna, je prepričan tudi **prof. dr.**



Utrinek iz predavanja o vlogi antibiotikov v naravnem okolju (foto: Nina Rojc)

Hrvoje Petkovič z Biotehniške fakultete: "Tisti, ki se ukvarjajo z uporabo antibiotikov, zelo malo vedo o tem, kako se ti razvijajo, in obratno: zelo pogosto tisti, ki razvijajo antibiotike, ne razumejo povsem kriterijev klinikov, ki jih uporabljajo. Zato je bilo zanimivo povezati zgodbo od proizvodnje do uporabe. Na mikrobiološki poletni šoli je študentom uspelo temo široko predstaviti in začeti dialog med ljudmi z različnimi znanji."

Društvo študentov mikrobiologije Slovenije je izvedlo tudi manjšo **raziskavo o poznavanju antibiotikov in njihove uporabe** med splošno

javnostjo. Ljudje se glede na rezultate ne zavedajo, da se antibiotiki ne uporabljajo le v humani medicini, temveč predvsem v živinoreji, kar zelo vpliva na **povečanje rezistence zaradi prenosa mikroorganizmov z živali na človeka**. Mnogi predpisani antibiotiki ne pojedjo do konca, kar je prav tako zelo škodljivo. Ti in ostali rezultati ankete kažejo na to, da je osveščanje nujno in da bi se vanj morali aktivno vključiti vsi strokovnjaki, ki se pri svojem delu srečujejo z antibiotiki.

Martina Štampar, Gašper Grubelnik in Urša Brenčič, organizatorji



Testiranje antibiotične aktivnosti v laboratorijskem okolju (foto: Nina Rojc)

Daljnovodi in zdravje

25. septembra 2014 je na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani potekal strokovni seminar na temo Daljnovodi in zdravje – Problematika umeščanja elektroenergetskih sistemov v prostor, ki so ga organizirali Inštitut za neionizirna sevanja, Nacionalni inštitut za javno zdravje, Uprava za varstvo pred sevanji in Fakulteta za elektrotehniko. Predavatelji in strokovnjaki so izhajali s področij elektrogospodarstva, iz vladnih služb, stroke in civilne iniciative. Predstavili so svoja stališča in argumente.



Udeleženci seminarja med predavanji

Tematika seminarja je bila usmerjena na pregled in razlago, kako elektroenergetski sistemi vplivajo na ljudi. Dandanes je vsakomur jasno, da so ti sistemi za normalno delovanje družbe nujno potrebni. Pri njihovem umeščanju v prostor in delovanju pa je potrebno zagotoviti, da ne bi negativno vplivali na zdravje ljudi. Pri ugotavljanju vplivov na zdravje je pomembno, da je domneva o povezanosti škodljivega dejavnika

in zdravstvenih posledic biološko in tehnično smiselna in izhaja samo iz znanstveno potrjenih učinkov. Problematika elektromagnetnih sevanj je zato urejena s sprejemanjem mejnih vrednosti, ki določajo, kolikšne so še dopustne vrednosti elektromagnetnih sevanj v okolju. Ob upoštevanju vseh dosedanjih podatkov in raziskav lahko zaključimo, da lahko pride do akutnih negativnih posledic za zdravje ljudi v primeru, ko

sevalne obremenitve presežejo mejne vrednosti. Obenem pa velja, da izpostavljenost elektromagnetnih sevanj, ki je nižja od mejnih vrednosti, določenih z domačo zakonodajo, nima potrjenih negativnih vplivov na zdravje.

Po uvodnem nagovoru je predstavnik Direktorata za energijo z Ministrstva za infrastrukturo in prostor predstavil obstoječe daljnovodno omrežje v Sloveniji in vizijo njegove razširitve v bodoče, predstavnica Direktorata za prostor na Ministrstvu za infrastrukturo in prostor pa je predstavila postopke umeščanja elektroenergetskih sistemov v prostor. Za zaključek sekcije je predstavnik ELES-a predstavil primere dobre prakse umeščanja daljnovodov v okolje.

V drugem delu seminarja sta strokovnjaka z Inštituta za neionizirna sevanja predstavila dve zanimivi tematici: izpostavljenost človeka nizkofrekvenčnim poljem v vsakdanjem življenju in vpliv nizkofrekvenčnih polj na otroke. Na zaključku sekcije je predstavnik Fakultete za elektrotehniko predstavil možne interakcije nizkofrekvenčnih polj s človekom in pričakovane posledice.

V tretji, najobsežnejši sekciji je strokovnjak Nacionalnega inštituta



Predavanje mag. Iztoka Petriča o pogledih Civilne iniciative na umestitev daljnovodov v prostor in njihov vpliv na ljudi

za javno zdravje prikazal pregled možnih vplivov na zdravje človeka, kar je podkrepil s pregledom izsledkov raziskav po svetu. Sledila je predstavitev sodelavke Onkološkega inštituta glede možnih vplivov nizkofrekvenčnih polj na pojav rakavih obolenj. V nadaljevanju je sodelavec Fakultete za elektrotehniko predstavil, kako so se določale meje in kakšne so mejne vrednosti dovoljenih elektromagnetnih sevanj. Obenem je razložil načelo previdnosti pri gradnji elektroenergetskih sistemov. Sledilo je predavanje predstavnika Civilne

inicijative, ki se je dotaknil predvsem znanstvene negotovosti na področju vplivov elektromagnetnih sevanj na zdravje, saj tveganja še ni mogoče izključiti ali potrditi. Človeku, ki se znajde pred dejstvom, da se v bližini njegovega doma načrtuje gradnja visokonapetostnega daljnovoda, se zato porajajo dvomi in se upravičeno sprašuje, kakšno podporo mu pri tem nudita država in stroka. Poudaril je, da je pri delovanju elektroenergetskih sistemov vedno potrebno vzeti v zakup sledeče dejstvo: na eni strani ljudje (manjšina) v bližini daljnovodov no-

sijo posledice vplivov, da lahko na drugi strani celotna družba (večina) koristi električno energijo.

Za zaključek je predstavnik iz podjetja SPEM Komunikacije predstavil zelo zanimiv vidik, kako ubrati pravo strategijo, da različne strani z različnimi pogledi na koncu najdejo rešitev, sprejemljivo za vse udeležene.

Več o dogodku si lahko prebereta na: <http://www.inis.si/index.php?id=357>.

*Dr. Mihael Debevec
UL, Fakulteta za strojništvo*



INTRONIKA
SLOVENIA

28.-30.01.2015, www.icm.si

SPONZOR
ELEKTRO POJ

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



ZMAGOVALNI TIM

**Novost izumiteljev mehatronike®:
novi krmilnik DX200 z novimi
roboti MOTOMAN**

Uspešni timi odlično delujejo skupaj, izkoriščajo prednosti vsakega posameznika in spretno uporabljajo prava orodja.

Tako delujejo tudi novi roboti MOTOMAN z novim krmilnikom DX200 podjetja YASKAWA, ki vašemu sistemu pomagajo do odličnosti. Integriran varnostni krmilnik, enostavno programiranje in funkcijski paketi, vezani na določeno aplikacijo, zagotavljajo možnost številnih rešitev in zmagovit rezultat.

YASKAWA

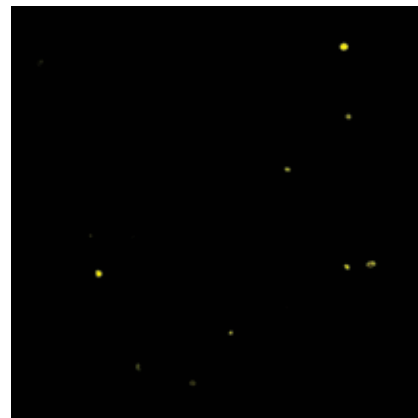
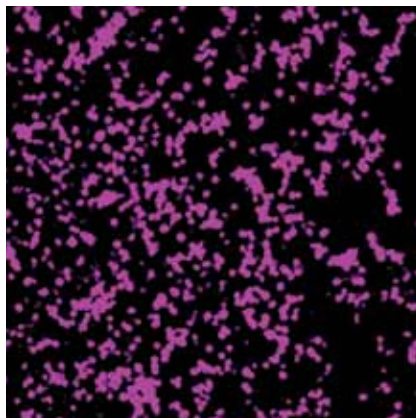
YASKAWA Slovenija d.o.o.
T: + 386 (0)1 83 72 410
www.yaskawa.eu.com

Slovenski znanstveniki odkrili nov način priprave stikal in digitalnega spomina za človeške celice

Preklopna stikala predstavljajo osnovni način upravljanja in shranjevanja informacij v elektroniki, kot so na primer vsem dobro znani USB-spominski ključki. Znanstveniki so že pred desetletjem uspeli vgraditi genska stikala v bakterijske celice, vendar je bilo njihovo število in s tem spominska kapaciteta omejena na nekaj posebnih primerov.

bi lahko v celice shranili več informacije in bi lažje usmerjali njihovo delovanje. To je zanimivo predvsem za medicinske in biotehnoške namene, na primer za senzorce ali upravljanje celične terapije. Najnovejša objava odkritja v reviji *Nature Communications* predstavlja nadgradnjo zelo uspešnega projekta slovenske študentske ekipe na tekmovanju iGEM leta 2012. V dokončanju projekta za znanstveno objavo, v kateri je sodelovala večina študentov in mentorjev ekipe,

jonih različnih variant. Stikalo je bilo potrebno sestaviti iz več povratnih zank, kar je bila kar zahtevna naloga in pomembna novost, ki je botrovala ugledni znanstveni objavi. Pomembno vlogo pri odkritju je igralo računalniško modeliranje, ki so ga izvedli študenti Fakultete za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani in so ga preverili v laboratoriju z eksperimenti na človeških celicah. Slovenski znanstveniki menijo, da biološki računalniki nikoli ne bodo konkurenca



Preklopno stikalo iz vsakdanjega življenja ter mikroskopska slika človeških celic, ki v aktivnem stanju proizvajajo moder fluorescenčni protein

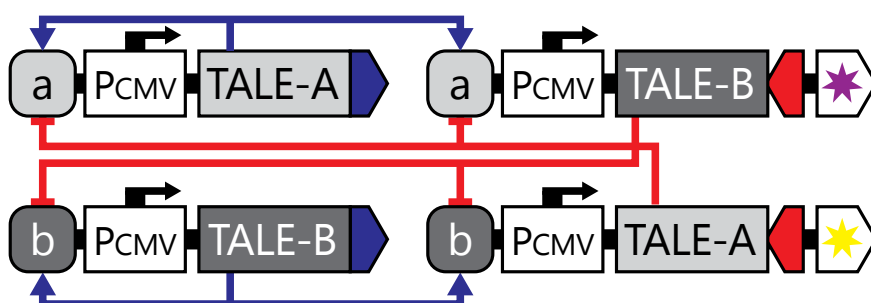
Zdaj je raziskovalcem Laboratorija za biotehnologijo s Kemijskega inštituta ter centra odličnosti EN-FIST uspelo pripraviti genska stikala, ki se lahko v principu pripravijo v tisočih različic, ki bi lahko vzporedno delovale v celicah, kar pomeni, da

so slovenski raziskovalci pokazali, kako lahko s pomočjo tehnologije, ki so jo razvili, pripravijo tudi bolj kompleksna stikala z več kot dvema stanjema. Za ta preskok je bila odločilna uporaba modularnih proteinov, ki jih lahko pripravijo v mili-

elektronskim, kar se tiče hitrosti in spominske kapacitete, zagotovo pa bodo našli uporabo kot vmesniki za upravljanje bioloških sistemov.

Avtorji članka z naslovom »A bistable genetic switch based on designable DNA-binding domains« so: Tina Lebar, Urban Bezeljak, Anja Golob, Miha Jerala, Lucija Kadunc, Boštjan Pirš, Martin Stražar, Dušan Vučko, Uroš Zupančič, Mojca Benčina, Vida Forstnerič, Rok Gaber, Jan Lonžarič, Andreja Majerle, Alja Oblak, Anže Smole in Roman Jerala.

Članek je dostopen na naslovu: <http://www.nature.com/ncomms/2014/140929/ncomms6007/full/ncomms6007.html>



Shematska predstavitev konstrukcije genskega stikala na osnovi dveh modularnih proteinov (TALE), katerih genski zapis so znanstveniki vstavili v človeške celice. Eno ali drugo stanje povzroči, da celice proizvajajo moder ali rumen fluorescenčni protein.

Brigita Pirc
www.ki.si

LED-svetilke Grah Lighting v občini Slovenske Konjice

Občina Slovenske Konjice je v sodelovanju z družbo Grah Lighting, vodilnim domačim proizvajalcem notranje in zunanje LED-razsvetljave, zamenjala velik del svetilk javne razsvetljave. Občina od leta 2010, ko je začela izvajati akcijski načrt zamenjave javne razsvetljave, uspešno izvaja ukrepe zmanjševanja porabe energije. Hkrati zmanjšujejo svetlobno onesnaževanje okolja in izboljšujejo svetlobno-tehnične elemente na prometnih in drugih javnih površinah.

potratne 900-vatne svetilke na Liptovski cesti so zamenjali s 122-vatnimi LED-svetilkami domačega proizvajalca. Na ulici Toneta Melive pa so poleg zamenjave 550-vatnih svetilk s 35-vatnimi LED-svetilkami dodatno namestili še sistem krmljenja oziroma regulacije delovanja teh svetilk. Tako še dodatno znižujejo stroške porabe električne energije za približno 20 %. Samo na teh dveh ulicah se je poraba električne energije zmanjšala za skoraj 90 % glede na prejšnje stanje.

Urejena in učinkovita javna razsvetljava za slovenske občine ne



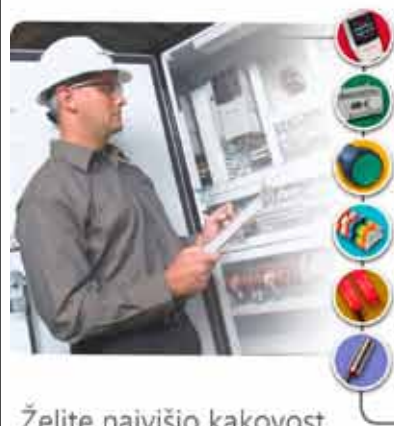
Liptovska cesta v Slovenskih Konjicah. Foto: Milko Linec

Visoki stroški elektrike in vzdrževanja javne razsvetljave spodbujajo občine k zamenjavi potratnih, tehnološko zastarelih svetilk z novo, do okolja prijazno LED-tehnologijo. Izpostaviti velja ulico Toneta Melive in Liptovsko cesto, kjer so zamenjali zastarele in potratne živosrebrne sijalke z visoko učinkovitimi LED-svetilkami Grah Lighting.

V obeh primerih so prihranki presegli pričakovane vrednosti. Stare,

pomeni le manjše porabe električne energije, ampak tudi manjše stroške vzdrževanja, ureditev javne razsvetljave skladno z najnovjšimi predpisi in standardi, zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov, zmanjševanje vandalizma, svetlobnega onesnaževanja in povečanje prometne varnosti, prav tako tudi izboljšanje kakovosti življenja občanov.

www.grahlighting.eu



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

A. Stušek, uredništvo revije Ventil

Šepetajoča letalska hidravlika – piezotehnika proti hrupu in obrabi

Tehnološko napredna gradnja letala Airbus nima le povsem novih meril pri oblikovanju struktur, ampak tudi številne rešitve posameznih detajlov. Tako se npr. razvijalci trenutno ukvarjajo z razvojem sistema za drastično zmanjšanje hrupnosti in pojavov obrabe zaradi nihanja tlaka pri aksialnih batnih črpalkah. Trenutni rezultati tega razvoja so predstavljeni na letošnjem kongresu *Actuator 2014*, ki je zasedal 23. in 24. junija na sejmu v Bremnu.

Aksialne batne črpalke generirajo konstanten prostorninski tok z določenim pulziranjem tlaka. Osnovna frekvenca tega pulziranja je odvisna od pogonske vrtilne frekvence črpalke in števila batov. To nihanje tlaka povzroča hrupnost hidravličnega sistema, ki je neprijeten za potnike, poleg tega pa povzroča tudi pospešeno utrujanje materialov. Airbus si je zato zastavil cilj

izboljšanja črpalk z vidika njihove hrupnosti in vibracij.

Funkcionalnost dokazana

Skupina raziskovalcev in razvijalcev pri Airbusu in tehniških univerzah v Hamburgu in Bremnu je uporabila piezoaktuator, ki deluje kot aktuator s faznim zamikom 180° na prostorninski tok črpalke. Osnovna obravnava je opravljena na električnem modelu aktuatorja, ki je pokazal koncept delovanja. Z numeričnim postopkom optimiranja so potem za izbrano časovno funkcijo in pri upoštevanju robnih pogojev zasnovani sistemski parametri. V nadaljevanju je izdelan prototip pretvornika z ustrezno podporno strukturo za statični tlak med 1 in 200 bar in zaščito piezoaktuatorja pred mehansko preobremenitvijo. Na ustreznem hidravličnem preskuševališču je pokazana popolna funkcionalnost pretvornika in skoraj popolna eliminacija pulziranja.

Aktivno vzbujana membrana

Aktivni postopek temelji na prekrivanju pulziranja s hitro se spreminjajočimi korekcijskimi tlaki, ki jih oblikuje piezosistem in ki se v idealnem primeru seštevajo v ničelni odstopek tlaka. Za doseganje takšnega optimalnega izida je bil piezoaktuator nameščen neposredno ob aksialno batno črpalko. Principne rešitve so glede naloge temeljito obravnavane, pri čemer so za gibajoče se mehanske dele upoštevani bati, drsniki in ventili. Toda mehanski elementi lahko zagotavljajo le omejene frekvence reda nekaj kilohercov, zato se je razvijalni tim odločil za drugo pot. Izbral je drugo rešitev z vzbujanjem membrane, katere prednost je, da nima gibljivih delov in je zato brez trenja.

Vkrmilni signal piezočrpalke

Pri preskusni vgradnji je piezoaktuator priključen na hidravlični sistem preko majhne prostornine. Za preprečitev velikih računskih časov zaradi numeričnih problemov so dejanski vodi z izgubami modelirani kot vodi brez izgub. To je omogočilo prestavitev vezja z dvema impedancama in štirimi viri napetosti oz. toka.

Vkrmilni signal za piezočrpalko zagotavlja generator signalov z zunanjim proženjem, ki oblikuje časovno referenco in ga z močnostnim ojačevalnikom dvigne na raven piezokeramike. Tlaki, pospeški in temperature vzdolž vodnikov se na različnih mestih avtomatično merijo in časovno odvisno zapisujejo. Dodatni senzor tlaka za nadzorovanje je vgrajen v komoro pred piezočrpalko.

V okviru preskušanja se je pojavil problem z vrtilno frekvenco aksialne batne črpalke, ki za razliko od predpostavke ni natančno konstan-



Obsežno preskušanje je pokazalo, da je pri aksialni batni črpalki v letalskem hidravličnem sistemu s piezoaktuatorsko aktivno membrano mogoče skoraj popolnoma eliminirati pulziranje tlaka

tna. Zaradi visoke občutljivosti aktivnega postopka glede fazne razlike vodi konstantno nastavljen čas zaustavljanja v povezavi z nihanjem vrtilne frekvence do zmanjšanja moči postopka. Izvirnega načrta testiranja zato ni bilo mogoče realizirati. V nadaljevanju je zato treba amplitudo oceniti in nastaviti ter narediti vrsto meritev z različnimi časi zaostajanja. Najboljši rezultat merjenja je dosežen s faznim zamikom 0,45 π .

Pulziranje tlaka je skoraj popolnoma eliminirano

Izboljšave z aktivnimi posegi so pokazale, da piezomembranska kombinacija lahko moteče pulziranje tlaka skoraj popolnoma eliminira. Pri tem je piezoaktuator vkrmiljen s 17,5 % njegove največje možne amplitude. Uspešnost delovanja zamišljenega koncepta je na preskuševališču dokazana, pulziranje tlaka je skoraj povsem eliminirano.

A. Stušek, uredništvo revije Ventil

Nadaljnji razvojni koraki so obsegali zmanjšanje mase izravnalnega sistema za okoli 10 kg. Zanimivo je tudi dejstvo, da tudi pri porušitvi membrane, pri ustrezni tlačni trdnosti ohišja črpalke, hidravlična enota tudi brez piezoaktuatorske kompenzacije lahko ostane funkcionalna.

Vir.: Vogel, S.: *Flüsternde Flugzeug-hydraulik – Piezotechnik gegen Lärm und Verschleiß – Ölhydraulik und Pneumatik 58 (2014) 6, str. 12.*

Fluidna tehnika in poraba energije

Uvodni prispevek na letošnji tehnični konferenci IFPE je predstavil Lonnie Love, Ph. D, vodja skupine v Oak Ridge National Laboratory's (ORNL) za avtomatizacijo, robotiko in izdelovalno tehniko pod naslovom The Impact and Potential Savings in Mobile Machine Applications.

Fluidna tehnika je zelo pomembna tako za izdelovalno tehnologijo kot pogon in krmiljenje mobilnih stro-

jev. Poleg tega lahko tudi na drugih področjih nudi pomembne rešitve za izboljšanje pogona in krmiljenja. Nedavna študija ORNL/NFPA je pokazala, da v ZDA 2 % do 3 % vse energije porabljajo fluidnotehnični sistemi. Pri tem je njihova povprečna učinkovitost 21-odstotna – čeprav je značilno višja pri mobilnih strojih. Zato že skromne izboljšave učinkovitosti lahko zagotavljajo pomembne prihranke energije. Razvojne smeri izdelovalne tehnologije te vrste lahko zato vzporedno povečajo učinkovitost in izboljšajo konku-

renčnost sodobnih rešitev. Vzporedno s tem nastajajo tudi novi izzivi pri razvoju delovne sile. S tem vse bolj postaja lahko zanimivo vzpodbujanje mladih za izobraževanje in karijerne odločitve za področja znanosti in tehnike, povezano s spoznanji o zanimivih potencialih fluidne tehnike.

Vir.: Love, L: *Keynote Presentation: Energy Constumption in Fluid Power – Hydraulics and Pneumatics 67 (2014) 1, str. 21.*

IRT
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

S-Gears Made of Polymers

Gorazd HLEBANJA, Simon KULOVEC, Jože HLEBANJA, Jože DUHOVNIK

Abstract: Metals are the prevailing material in gear manufacturing, whereas new materials based on various polymers are gaining in importance due to their characteristics, e.g. mass properties, ease of manufacturing, damping ratio, lower noise, etc. Involute gears are perfected to a high level in today gear industry. At the same time, involute gears have some weak points. S-gear tooth flank and S-gear tooth geometry were developed in this context. Therefore, the purpose of this paper is to present the essential properties of S-gears and how they can be used not only on a macro scale (e.g. in wind power plants) but also on a micro scale in small mechanisms using polymers as their basic material. A special testing rig was developed at FME Ljubljana and thus some preliminary testing issues are discussed in the paper.

Keywords: polymer gears; involute gears; S-gears; S-gear properties; polymer gear testing

1 Introduction

We owe the basic principles of contemporary gearings to Charles-Étienne Louis Camus [1] and to Leonhard Euler [2] who established these independently. Euler also sought the involute shape of gear teeth flanks [3] which is in common use today. He also showed how to graphically determine the radii of curvature. Cycloids, involutes and rolling curves can be used to form gear teeth according to the law of gearing.

Gradual development enabled the evolution of the optimal shape of the involute gears which transmit power by the convex-convex contact. The curvature radius function of the involute gear is growing constantly over the involute. This also implies that the curvature radii values in the dedendum part

when approaching the base circle are small and limit to zero at the base circle and therefore imply high contact loads in this area, *Fig. 1*. Additionally, for gears with a low number of teeth the dedendum flank is comparatively short and thus leading to excessive sliding and friction losses. Yet another problem is the undercutting of the dedendum area. This was why many researchers and engineers sought new solutions, and the concave-convex gear pair appears to be an obvious solution. This is the intrinsic feature of the S-gear shape, which is discussed later in this paper.

2 S-gear geometry

A basic requirement when defining gear tooth flank geometry is that a

rack tooth flank as well as a driving and a driven gear flank imply the same path of contact and that they follow the law of gearing. Several mathematical curves meet these requirements, e.g. cycloids, involutes and similar curve families. These principles are valid even in the cases where one of the above elements is defined whereas the others, depending on it, derive from there. This gives the designer some freedom to adapt to the particular features which gears should inherit [5]. Starting with these considerations, the rack tooth flank profile of the proposed gears is defined by the following expression [6]:

$$y_{pi} = a_p \left(1 - (1 - x_{pi})^n \right) \quad (1)$$

where (x_{pi}, y_{pi}) are Cartesian coordinates originating in the pitch point C, the a_p parameter designates the

Dr. Gorazd Hlebanja, univ. dipl. inž., Higher Education Centre, School of Technologies and Systems, Novo Mesto, Slovenia; dr. Simon Kulovec, univ. dipl. inž., Podkrižnik, d. o. o., Ljubno ob Savinji, Slovenia; Prof. em. dr. Jože Hlebanja, univ. dipl. inž., prof. dr. Jože Duhovnik, univ. dipl. inž., both University of Ljubljana, Faculty of Mechanical Engineering, Ljubljana, Slovenia

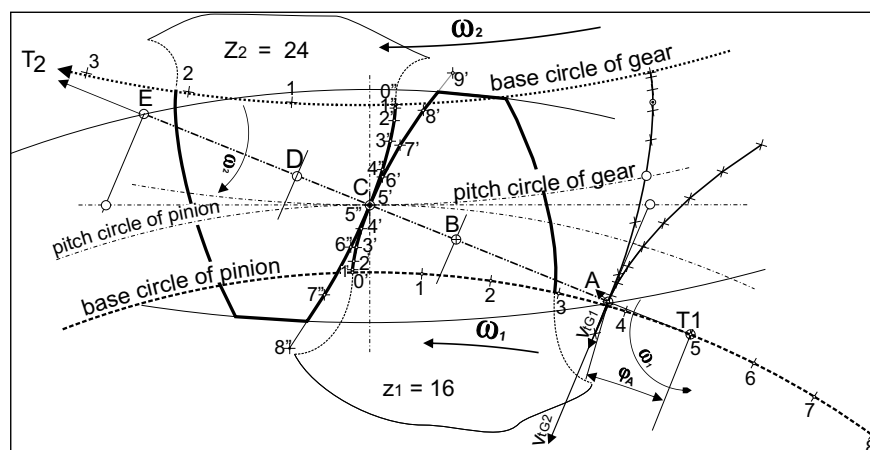


Figure 1. Circumstances at the meshing start in involute gears [4]

size factor ($a_p = 1.30267$), and n is the exponent ($n = 1.9$). Both, a_p and n , have a decisive influence on the expected characteristics of the designed gears. The rack profile is thus defined by the analytical function for which the derivatives exist as well. Eq. (1) defines the addendum part of the rack profile and the half symmetric counterpart defines its dedendum part.

Knowing $y' = f'(x)$ one can calculate the path of contact simply by $y_{U_i} = y_{P_i}$ and $x_{U_i} = y_{P_i} y_{P_i}'$. This means that for any basic rack profile there exists only one path of contact. Nevertheless, arbitrary numbered gears derive from there. The lowest possible number of teeth can be as low as four, whereas a rack can be treated as a gear with an infinite number of teeth.

The rolling principle – the rack’s datum line rolls over the kinematic circle of the gear – is employed to define the gear tooth flank. So, any point of the gear flank G_i is cut in the contact point U_i on the path of contact. The gear tooth flank is rotated so that the tangent of G_i corresponds to the tangent of the rack point P_i in the contact point U_i . If the rack and gear flank are pushed to the coordinate system origin in C , the rack is translated back for the distance $U_i P_i$. The angle of rotation is defined by an arc based on the kinematic circle of the gear of the same size.

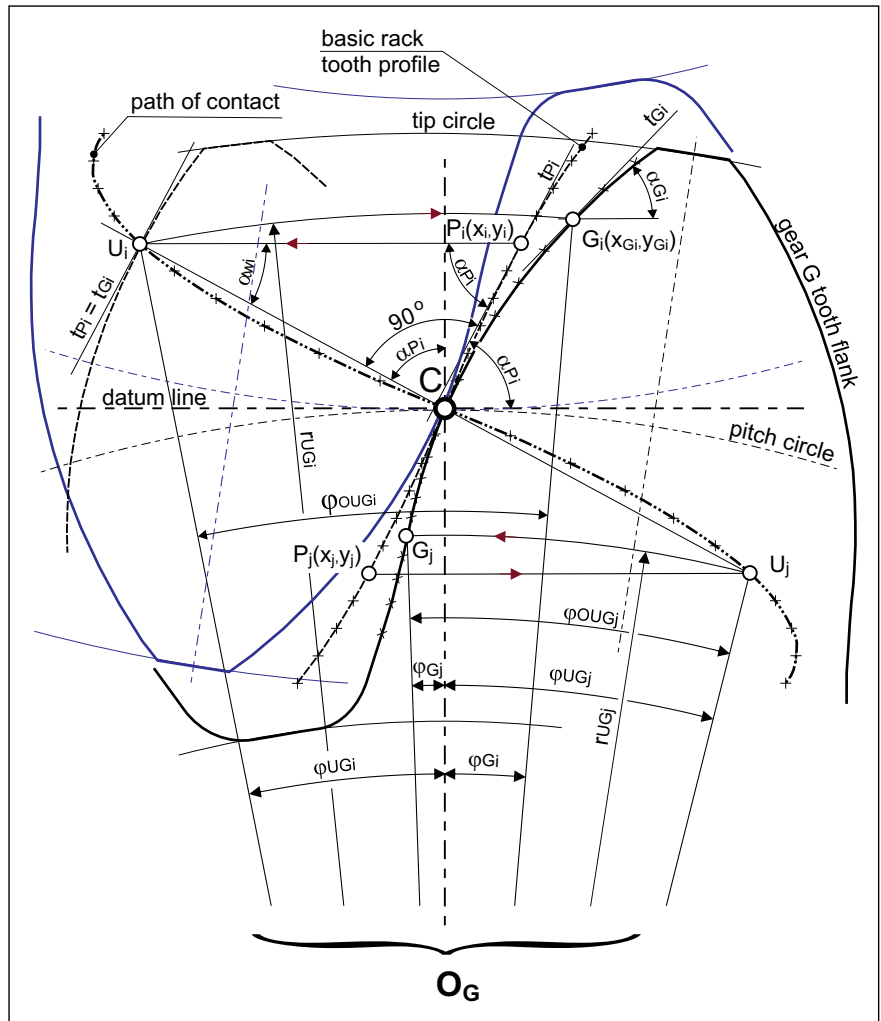


Figure 2. S-gear tooth flank profile creation

procedure transforming an arbitrary point P_i (on the rack) to U_i (on the path of contact) and furthermore to G_i (pinion) and H_i (gear) defines unique points and that the inverse transformation copies back to the deriving point.

3 Important features

3.1 Curvature radii and flank pressure

The curvature radii of the gear flanks can be computed simply by

$$\varphi_{OU} = (x_U + x_P) / r_0 \quad (2)$$

The radius r_U and φ_U of U_i on the path of contact are calculated through x_{U_i} , y_{U_i} and r_0 . Based on this we get:

$$\varphi_G = \varphi_{OU} - \varphi_U \quad (3)$$

and the Cartesian coordinates of G_i are

$$\begin{aligned} x_G &= r_U \sin \varphi_G \\ y_G &= r_U \cos \varphi_G - r_0 \end{aligned} \quad (4)$$

The mating gear can be defined similarly. We can conclude that the

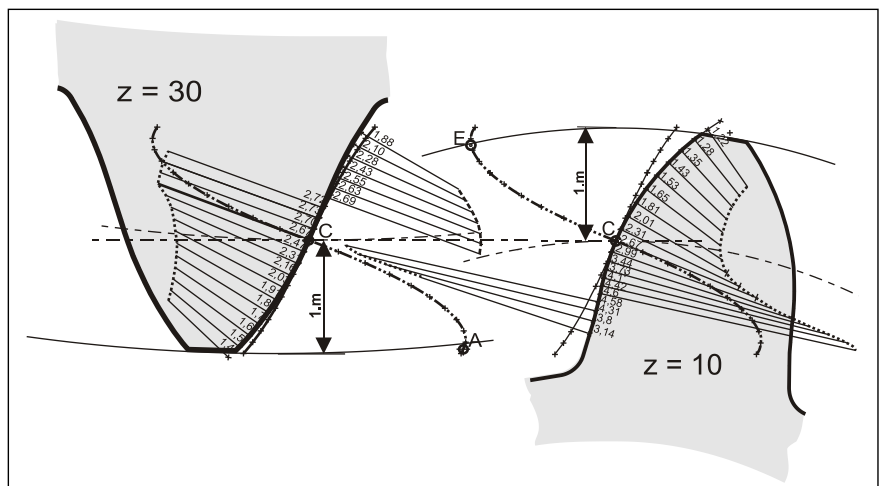


Figure 3. Radii of curvature along the driving and the driven gear tooth flank

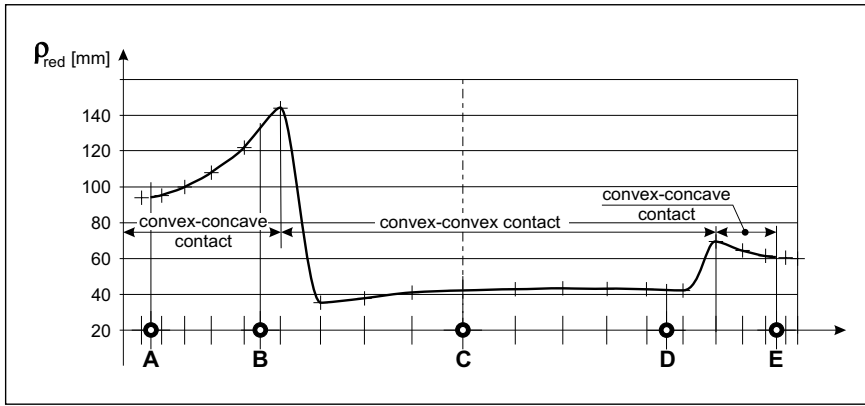


Figure 4. Reduced radii of the curvature for $z_1 = 10$, $z_2 = 30$ and $m = 30$ mm

the defining equation for the curvature, i.e.

$$\frac{1}{\rho} = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \frac{\Delta \alpha}{\Delta s} \quad (5)$$

where $\Delta \alpha$ stands for the change of the direction angle and Δs for the increase of length of a curve. Unlike with the involute gears, the change of direction of the curvature can be observed in S-gears, Fig. 3. Namely, the flank shape becomes concave in the dedendum part of a gear. The concave part is rather small for a low number of teeth and extends near the pitch circle for a bigger number of teeth [6], [7], [8].

This assures a convex-concave contact in the vicinity of the meshing start and meshing end, since the dedendum of one gear meshes with the addendum of the other. Therefore, the contact circumstances in this critical area are improved. However, with regard to the contact pressure, the reduced radii of curvature have to be computed (Eq. 6). The distribution of the reduced radii is diagrammatically represented in Fig. 4.

$$\rho_{red} = \frac{\rho_1 \rho_2}{\rho_1 \pm \rho_2} \quad (6)$$

The distribution of the reduced radii of the curvature over the path of contact, Fig. 4, reveals some interesting facts. First, there are comparatively high values of ρ_{red} in the zones AB and DE, which are due to a convex-concave contact, indicating that the contact load is smaller and lubrication conditions are better. Second, two pairs of teeth are in contact in AB and DE. Both maximums are due

to the change of direction when the flank curve switches from concave to convex. ρ_{red} is relatively constant and has its maximum in the pitch point in the zone of the single pair contact BCD, which indicates an evenly distributed power transmission. The actual curve depends on geometrical data, i.e. the number of teeth of both gears and the module.

The dedendum part of a tooth flank is the most loaded area in power transmission from a gear to a pinion due to the negative sliding in that area. This is why this loading

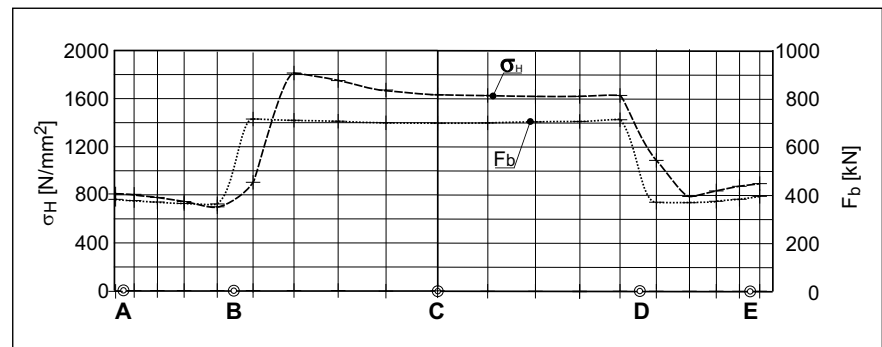


Figure 5. Hertzian pressure and contact force along the path of contact; actual data $m = 30$ mm; $b \approx 6.7 m = 200$ mm; $E = 2.06 \times 10^6$ N/mm²; $\nu = 0.3$

state is of a particular importance. The contact load at a particular point in time appears in the contact spot on the path of contact and is influenced by the contact force F_b which is acting rectangular to the teeth flanks in the direction of the kinematic pole C. The contact force magnitude along the path of contact is variable, conforming to the changes of the pressure angle α_w along the path of contact (Eq. 7). Hertzian pressure is a common measure of the contact load of the

mating teeth flanks, Eq. 8. Hertzian pressure may not exceed the maximal allowable limit σ_{Hdop} . The contact force F_b , the tooth width b and the reduced radii of the curvature ρ_{red} and material properties are those design parameters which decisively influence gear durability, where only ρ_{red} deals with the tooth flank geometry. The tangential force F_t , transmitted from the driving to the driven gear, is distributed among two gear pairs in the zones of double contact AB and DE. This is also true for F_b , which can be observed in Fig. 5.

$$F_b = \frac{F_t}{\cos \alpha_w} \quad (7)$$

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{F_b E}{2\pi b \rho_{red} (1 - \nu^2)}} \leq \sigma_{Hdop} \quad (8)$$

3.2 Velocity circumstances

Velocity circumstances in the gear tooth contact, appearing along the path of contact, decisively influence the oil film thickness and depend on the tooth flank geometry. Absolute

velocities, relative velocities of the teeth flanks, and the contact point movement velocity in the tangential direction to the path of contact can be distinguished with regard to the tangential direction to the teeth flanks in the contact point. Two critical states are illustrated in Fig. 6: that is, the critical state in the vicinity of the meshing start and the one in the vicinity of the meshing end area. The absolute velocity of the pinion tooth flank is represented by vector \mathbf{v}_g and the absolute velocity of the

gear by \mathbf{v}_p . The relative velocities \mathbf{v}_{rS} and \mathbf{v}_{rP} act tangentially to the corresponding tooth flanks, whereas \mathbf{v}_{At} is the velocity of the contact point in the direction of the tangent to the path of contact. Thus, the expressions for \mathbf{v}_s and \mathbf{v}_p are

$$\vec{v}_S = \vec{\omega}_S \times \vec{r}_S \text{ and } \vec{v}_P = \vec{\omega}_P \times \vec{r}_P \quad (8)$$

The velocity components in the direction of the teeth flank surfaces influence the oil film formation; for the corresponding velocities of the pinion, \mathbf{v}_{rS} and the gear \mathbf{v}_{rP} are

$$\vec{v}_{rS} = \vec{v}_S - \vec{v}_{At} \text{ and } \vec{v}_{rP} = \vec{v}_P - \vec{v}_{At} \quad (9)$$

The sliding velocity \mathbf{v}_g is defined as the difference between the absolute velocities of teeth flanks in the contact point or as the difference between relative velocities.

$$\vec{v}_g = \vec{v}_S - \vec{v}_P = \vec{v}_{rS} - \vec{v}_{rP} \quad (10)$$

3.3 Oil film thickness

The prevailing belief among experts is that the cause of micro-pitting damages, particularly on slow running gears, is mixed lubrication [9, p. 311]. Since insufficient oil film formation does not ensure total surface separation, the asperities of the meshing teeth surfaces come to metal contact. The oil film thickness is influenced by: load, contacting teeth flank surfaces velocities in actual contact, sliding velocities, temperature, surface roughness, oil characteristics, material properties, and tooth shape, actually transmit

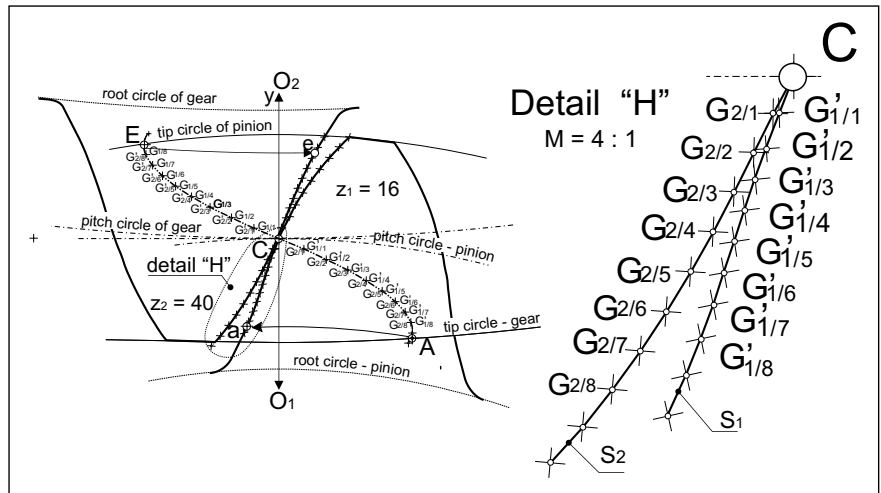


Figure 7. Contact density [4]

load. The dimensioning of gears when taking into consideration the micro-pitting is based on oil film thickness based on the elasto-hydrodynamic lubrication theory. The original research of the EHL was conducted by Dawson and Higginson who also developed the empirical equation for EHL film thickness [10]. The following equation [9] was used for a general elliptic type of contact in order to get the basic relations:

$$\frac{h_0}{R'} = 3,63 \left(\frac{u \eta_0}{E' R'} \right)^{0,68} (\alpha E')^{0,49} \left(\frac{W}{E' R'^2} \right)^{-0,073} (1 - 0,61 e^{-0,68 k}) \quad (11)$$

where h_0 stands for the minimal oil film thickness [m]; R' is the reduced curvature radius in the contact point [m]; u is the average of the contact velocities [m/s]; E' is the reduced elasticity module [Pa]; α is the pressure viscosity coefficient

[m²/N]; η_0 is the dynamic viscosity at atmospheric circumstances [Pa s]; W is the load [N]; $k = a/b$ is the ellipticity parameter where a and b stand for ellipse axes. In the case of cylindrical contact surfaces, k limits to ∞ and the exponential part of Eq. 11 limits to 0. The former equation can finally be rearranged to

$$h_0 = [3,63 \eta_0^{0,68} \alpha^{0,49} E'^{-0,117} u^{0,68} \rho^{0,466} W^{-0,073}] \quad (12)$$

The value of the product in the square brackets is a constant for a particular case, provided that the temperature is kept constant, whereas the tangential velocities (Fig. 6), the reduced radii of the curvature (Fig. 4) and the load vary along the path of contact. The prevailing factors conserving the oil film thickness are the dynamic viscosity (oil property) and the sum of relative velocities which are higher in the vicinities of meshing start and meshing end points due to the curved path of contact.

3.4 The rolling-sliding ratio

Fig. 7 illustrates the contact density of the driving dedendum, designated by G_{2i} , and driven addendum, designated by G_{1i} . One can observe that the dedendum part is shorter, which depends on the number of teeth – the lesser the number of teeth the shorter the length of the dedendum. Accordingly, the addendum part is longer, which in-

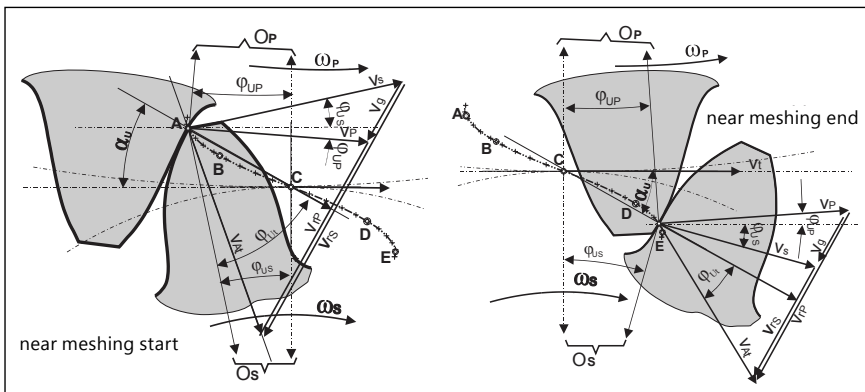


Figure 6. Velocity circumstances for S-gears in the meshing start area (above) and in the meshing end area (below) [8]

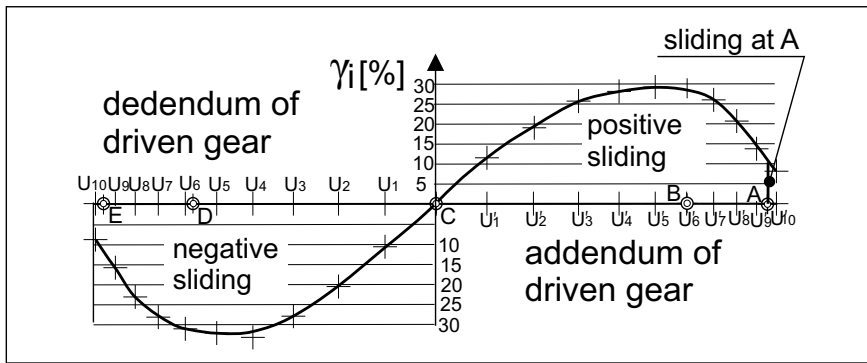


Figure 8. Specific sliding

indicates that the driving dedendum contact point density is higher than in the driven gear addendum.

If both densities were equal, pure rolling would have resulted. The density difference therefore indicates the amount of sliding of the partner with the longer intermediary path that is the path with lesser density. So, if we designate the path on the dedendum partner with s_{1i} and the path on the addendum flank with s_{2i} , we can write formally

$$\Delta s_i = s_{2i} - s_{1i} \quad (13)$$

The smaller of the two, s_{1i} or s_{2i} gives the value for pure rolling and the difference, Δs_i , gives the value of sliding. Of course, the situation is reversed for the upper side, above C.

Specific sliding is defined as a quotient $\gamma_i = \Delta s_i / s_{1i}$, meaning the slide-to-roll ratio in an arbitrary contact point U_i . Fig. 8 illustrates the situation. The sliding of one flank on the other always means lost energy. An important attribute of the S-gears is that more power is transmitted from the driving to the driven gear by rolling and less by sliding, which is a comparative advantage. It is particularly important that a greater part of energy is transmitted by rolling also in the vicinity of the meshing start point, A.

4 Variation of parameters

Eq. 1 reveals that only two parameters rule the flank shape, namely the exponent n and the form (height)

factor a_p , which define the rack profile and subsequent gear flank shape through a unique transformation. The third one, the inclination angle and the subsequent initial pressure angle depend on the former. In this way, root thickness can be increased, convex-concave zones can be tuned, and the initial pressure angle can be lowered (or increased).

Fig. 9 (a) shows the rack profile with $a_p = 1.303$, $n = 1.9$ and the inclina-

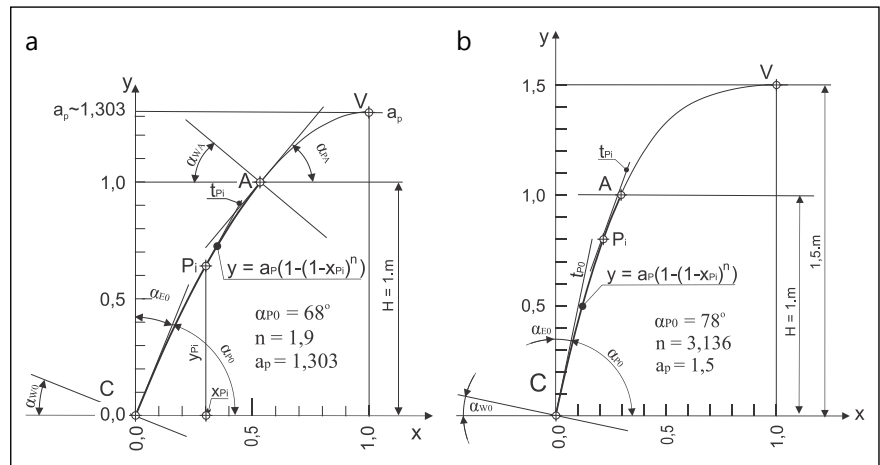


Figure 9. Basic rack tooth profile for inclination angles (a) 68° and (b) 78° [11]

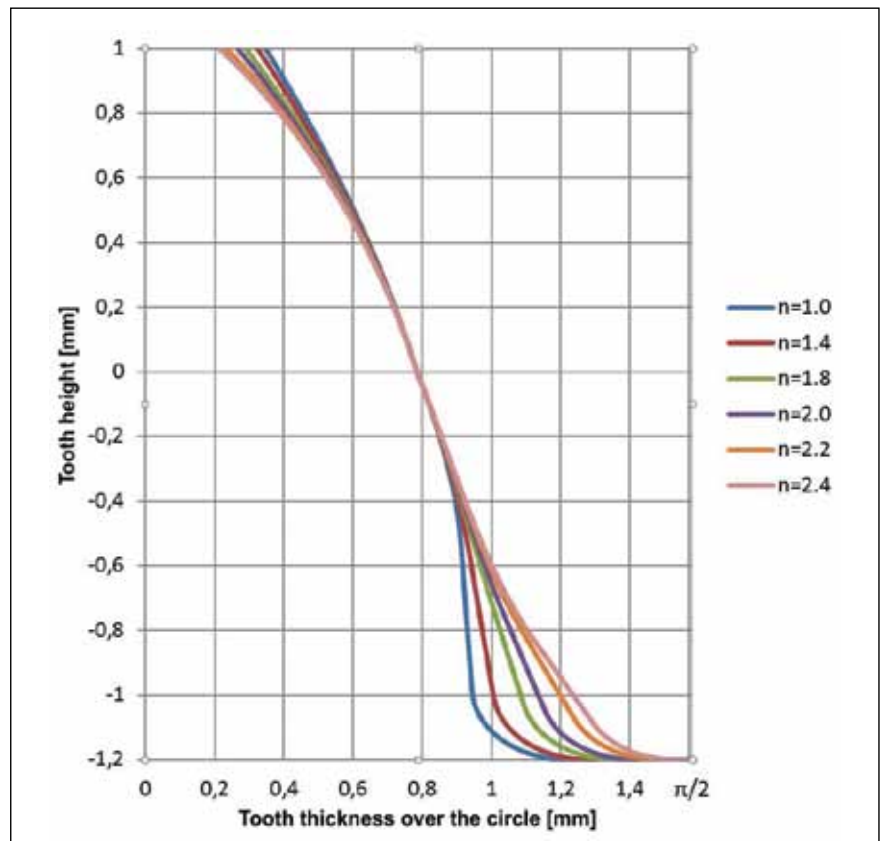


Figure 10. Tooth profile for pressure angle 20° vs. exponent n . The ordinate 0.00 represents the gear pitch circle; $m = 1 \text{ mm}$, $z_1 = 20$ [12]

tion angle $\alpha_{p0} = 68^\circ$. These parameters correspond to the pressure angle 22° . Accordingly, Fig. 9 (b) illustrates the rack profile with $a_p = 1.5$, $n = 3.136$ and the inclination angle $\alpha_{p0} = 78^\circ$. Both are compared in Fig. 9, which clearly reveals the essential differences between them [11].

The pressure angle is of a particular importance since it influences the flank load, the load capacity, and the curvature radii. There is common agreement that the pressure angle α_{w0} amounting to 22° is an optimum for the involute gears. This is also the reason for the selection of the same initial pressure angle for the S-gear rack, whereas the pressure angle elsewhere corresponds to the path of contact.

The parameters should be optimised in such a way that the produced gears conform to the anticipated requirements. S_{68} gears are strong in the root, whereas lowering the inclination angle even further gives even stronger root but at the same time the higher initial pressure angle induces a bigger contact force. The characteristics of the S_{78} gears are opposite to those of the S_{68} gears. The roots are thinner and the tips thicker. On the other hand, the contact force is lower and the contact ratio is essentially higher, as it can be observed in Fig. 11.

The lowering of the form factor a_p increases the curvature. The role of the exponent n is illustrated in Fig. 10. It can be seen that lower values of n induce a thinner root which becomes thicker for higher values of the exponent. On the other hand, higher values also induce a sharper tooth tip [12].

Teeth with a very strong root might be necessary for gears with a large load capacity, e.g. gears made of viscoelastic, polymeric or composite materials which exhibit less deformation and consequently less internal friction in dynamic applications.

The curvature radii and deriving reduced radii of the curvature are of the utmost importance due to their role

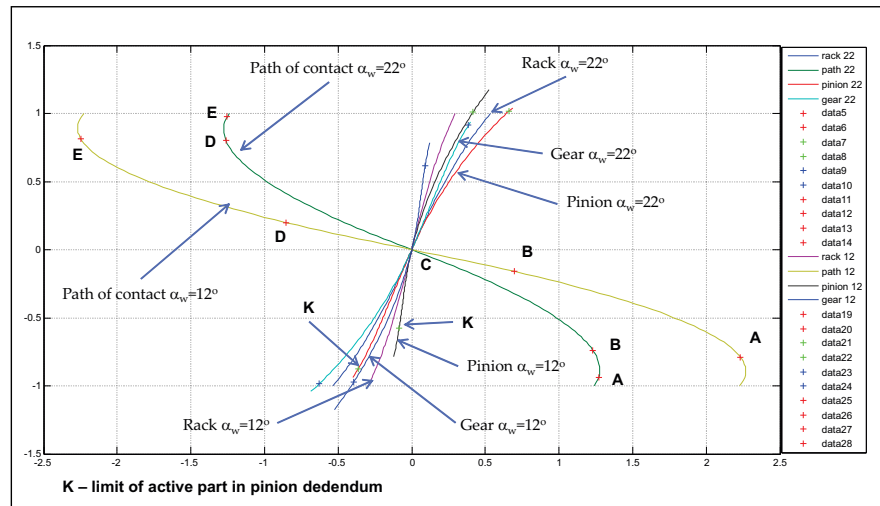


Figure 11. Effects of variation of the initial pressure angle

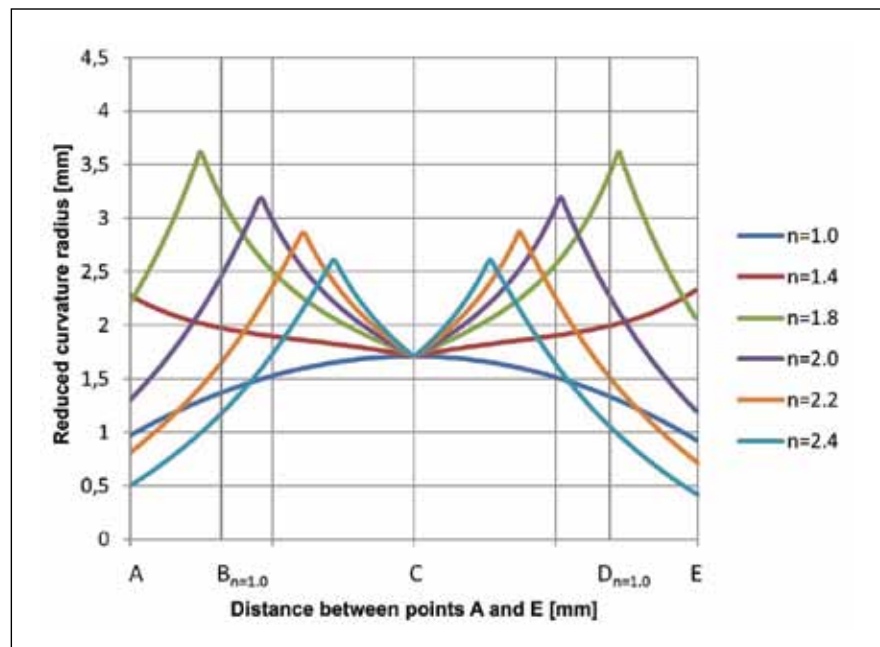


Figure 12. Dependence of the reduced radii of the curvature along the path of contact on the exponent n ; $\alpha_{w0} = 20^\circ$ $m = 1$ mm, $z_1 = z_2 = 20$ [12]

in the contact pressure where bigger radii imply lower contact pressure. Fig. 12 shows how the reduced curvature radii along the path of contact depend on the exponent n .

The maximums in the diagram are due to the change from concave to convex in a particular flank, and in this case, both sides are symmetric since both wheels have the same number of teeth. The increase of n also leads to a longer concave part. However, we are limited with the path of contact which should be pronouncedly curved and the active part should not reverse. With these limitations kept in mind, one

can conclude that the limiting exponent for the prescribed pressure angle is approximately 2.0 and the contact ratio 1.1219. If the exponent value is decreased, the path of contact becomes less curved and the contact ratio increases. So, a careful consideration of design data is necessary to define proper parameters in each individual case.

5 Gears made of polymers

S-gears have been initially developed for heavy duty applications in order to prevent scuffing and pitting

damages which had been developed with involute gears. Further development sought applications, e.g. gear-boxes of wind power plants, etc. Some advantages revealed in previous paragraphs, e.g. convex-concave contacts in the vicinities of the meshing start and meshing end points, the rolling-sliding ratio – that is, less sliding in the case of S-gears, etc., propose their use also in small scale and gear-boxes made of polymers and composite materials.

Despite several deficiencies, such as lower transmitted load, lower accuracy of moulded gears, dimensional problems (due to thermal expansion), temperature sensitivity, moulding tool cost and even possible chemical reactions, plastic gears are becoming more and more popular. This can be attributed to their qualities, such as low maintenance, wear resistance even when running dry, low noise, dampening of vibrations, noncorrosiveness, low inertia – low rotating mass, light weight, and low manufacturing cost. Every day, new and improved materials are invented which improve the known behaviour of gears made of various plastic materials.

Due to their advantages, the importance of materials like polymers is increasing rapidly. Excellent lifetime behaviour of such artefacts, e.g. gear trains, is expected.

Another important observation regarding gears is that even new guidelines, e.g. VDI 2736, Blatt 2 [13], are based on rather old experiments. Hachmann and Strickle have proposed their Eq. (14) for contact temperature already in 1966 [14].

$$T_{z1z2} = T_U + f_{ED} P \mu 136 \frac{i+1}{z_1 + 5i} \left(\frac{17100k_2}{b z_{1,2} (v m)^{3/4}} + 7,33 \frac{k_3}{A} \right) \quad (14)$$

This equation introduces parameters like ambient temperature (T_U), intermittence factor (f_{ED}), friction coefficient (μ), power (P), number of teeth (z), transmission ratio (i), tooth width (b), circumferential speed (v), module (m), surface of the gear box (A), material combi-



Figure 13. Experimental apparatus

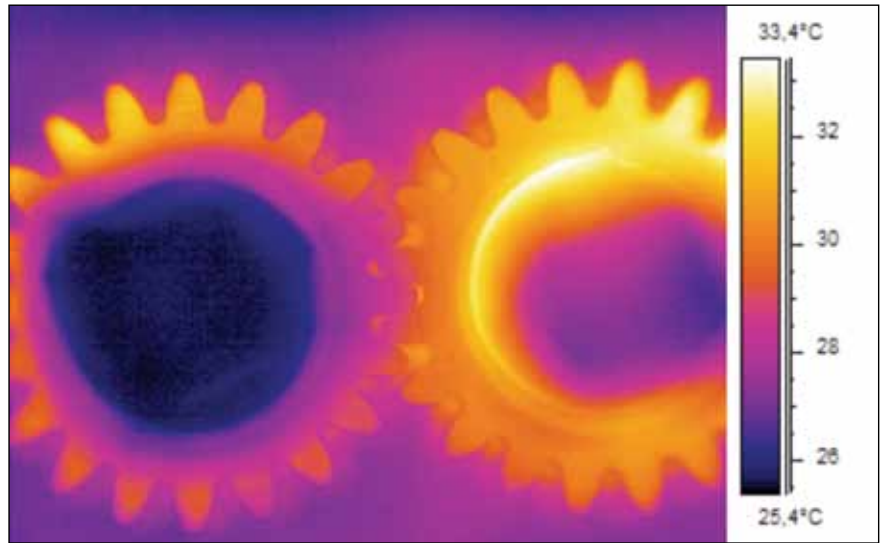


Figure 14. Picture made by a thermal camera

nation factor (k_2), gear case factor (k_3). This equation can only be valid for involute gears. Therefore, more testing is necessary to improve their work. As this equation cannot deal with S-gears, more testing is necessary in this context as well.

A special testing system has been built in order to test small plastic gears, with the module having around 1 and gears having around 20 teeth, Fig 13. Since the temperature behaviour of polymer gears in operation is important, the testing system was designed to enable observation of both gears in action by a fast thermal camera to reveal a temperature layout for a particular instant of the test, Fig. 14. The apparatus consists of two shortcut asynchronous motors powered by frequency inverters which enable a precise set up of speeds and subsequent amount of sliding. An adapting system allows an exact set up of the axis distance. Tests are meant to deliver Wöhler curves for each particular

material and geometry combination. Regarding materials, the POM – PA6 combination is mostly used due to better frictional behaviour.

Additionally, Fig. 15 reveals the initially manufactured S-gears ($\alpha_{v0} = 27^\circ$, $n = 1.4$) vs. the involute gears of the same size ($m = 1 \text{ mm}$, $z_1 = z_2 = 20$). The difference is obvious, but it can also be observed that the axis distance in the case of S-gears does not correspond to that of the involute gears. It is already agreed that S-gears can mate even with a disrupted axis distance [11], but the efficiency of the gears mating in this way has not been defined precisely, yet. This implies that the design of moulds should be carried out with the consideration of the actual shrinkage of particular materials in mind, which is not an easy task. Another consideration is that the quality of moulded gears is rather low, therefore it needs to be determined how it influences the precise flank geometry, particularly

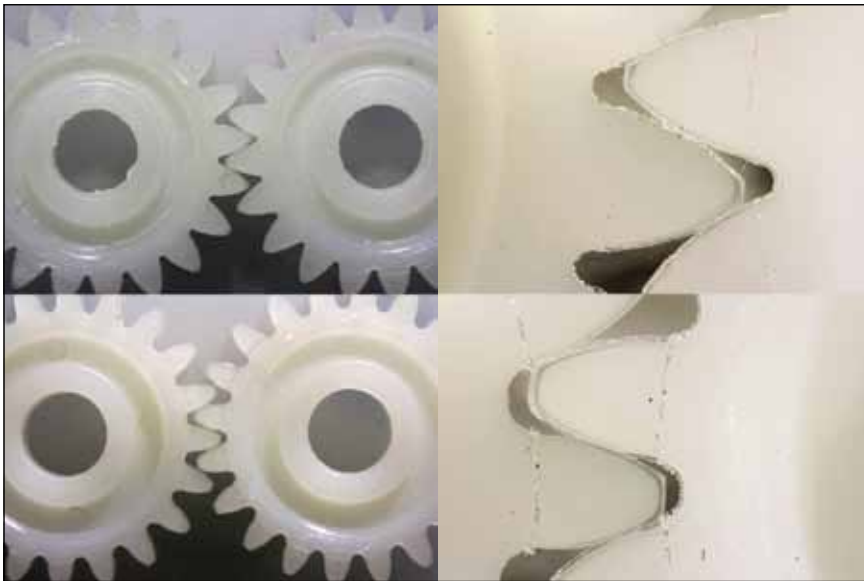


Figure 15. Comparison of S- (above) and E- gears (below)



Figure 16. Coordinate measuring machine (CMM) Wenzel Gear Tec

in the case of S-gears. Therefore, a lot of work has to be accomplished in order to gain useful results.

The shrinkage is inherent in the injection moulding process. Despite the fact that there are databases available for various materials and process parameters, it is difficult to propose correct values for a particular product and situation, e.g. injection moulded gears.

This is why a coordinate measuring machine (CMM) for gears should be used to measure the produced gears

and compare them to the theoretical shape. Deviations make the necessary corrections of the mould possible and in this way they enable a better accuracy of the final product. Such a CMM is LH54 Gear (Wenzel GearTec) with 4th axis rotary table, designed for measuring all types of gears (gear, shaft, worms, etc.) according to different standards for gear teeth quality. This machine with Metrosoft CM software is also used for the measurements of basic geometric elements and free form surfaces (based on a CAD model). With a scanning 3D probe, a large number

of measured points can be achieved. The machine has an active damping system and a good thermal stability through the use of dark granite for the base and axes air bearings to meet special requirements of high precision measurements.

■ 6 Conclusions

The solutions for preventing or diminishing micro-pitting occurrences are in general searched for in the direction of better lubrication means, high quality surface treatment (super-finishing), the gear tooth flank profile change in the meshing start area, and finally, better materials.

The S-gear tooth flank profile features a concave shape in the lower part of the dedendum. The mating gears exhibit convex-concave contact in the vicinity of the contact start and contact end. The S-gear tooth flank shape also assures higher comparative curvature radii. Therefore, the contact load is lower. The relative velocities in the contact surface are higher due to the curved path of contact, which implies better lubrication. Due to their S-shape, the velocity characteristics of mating gears are improved, especially in both external areas with high relative velocities and comparatively low sliding velocity.

The meshing start zone in involute gears represents a potential danger of micro-pitting, whereas S-gears exhibit an advantage in this context due to the thick oil film in this area which diminishes the possibility of damage. The high relative velocities of the mating flanks and the convex-concave contact in the vicinity of the meshing start point are decisive influencing factors.

Another important feature of the S-gears is a more evenly distributed contact point density which implies less sliding and lower power losses. The dedendum flank of the pinion is not substantially smaller than that of the gear addendum even for a low number of teeth.

It has also been proven that S-gears can mate even with changes in the axis distance [11]: that is, they are not sensitive in the context of cycloidal gears. However, the true impact of the axis distance variation in the context of efficiency still has to be assessed.

Authors believe that S-gears can be a useful replacement for the involute gears in many applications, both in large scale, e.g. wind power plants, and small scale, e.g. plastic gear-boxes for domestic appliances.

With regard to the definition of S-gears, by a parabolic type function defined rack profile defines a single path of contact and consequently gears with an arbitrary number of teeth. The defining parameters should be carefully chosen in order to assure design requirements. In this way, one could design gears with increased root thickness, gears with a low initial pressure angle, etc.

With regard to S-gears made of POM – PA6 and other polymeric and composite materials, one can conclude that the experimental work is in its initial phase. The testing system is operating, the testing procedure is established, however, there are two considerations that need to be elaborated. The first is the definition of the optimal form factor and the exponent in order to optimise the prescribed requirements. The second is the rather low quality of moulded gears which jeopardizes a correct assessment of the results. A helpful tool in this context is a 3D coordinate measurement machine with a rotary table, enabling gear tooth flank measurements.

References

- [1] Complete Dictionary of Scientific Biography (2008). "Camus, Charles-Étienne-Louis," from Encyclopedia.com: <http://www.encyclopedia.com/doc/1G2-2830900770.html> retrieved 14.8.2014.
- [2] The Euler Archive, s.v. "E249 -- De aptissima figura rotarum dentibus tribuenda," <http://eulerarchive.maa.org/pages/E249.html>, retrieved 22.8.2014.
- [3] Euler, L. (1760). *Novi Commentarii academiae scientiarum Petropolitanae* 5, 1760, pp. 299-316.
- [4] Hlebanja, G. (2012) S-gears for wind power turbine operating conditions. *Machine design*, ISSN 1821-1259, 2012, Vol. 4, No. 3, pp. 123-130.
- [5] Hlebanja, G. (2012) Characteristics of non-involute gears. In: Antunović, R. (Ed.). *Proceedings*. East Sarajevo, University of East Sarajevo, Faculty of Mechanical Engineering, 2012, pp. 9-20.
- [6] Hlebanja, J., Hlebanja, G. (2010) Spur gears with a curved path of contact for small gearing dimensions. *International Conference on Gears, Garching near Munich, Germany, Oct. 4-6, 2010: Europe invites the world, (VDI-Berichte, 2108)*. Düsseldorf: VDI-Verlag, 2010, pp. 1281-1294.
- [7] Hlebanja, G. (2011) Specially shaped spur gears: a step towards use in miniature mechatronic applications. *Balkan Journal of Mechanical Transmissions*, ISSN 2069-5497, 2011, Vol. 1, Iss. 2, pp. 25-31.
- [8] Hlebanja, G., Hlebanja, J. (2013) Contribution to the development of cylindrical gears. In: Dobre, G. (Ed.), Vladu, M. R. (Ed.). *Power transmissions: proceedings of the 4th international conference, Sinaia, Romania, June 20-23, 2012, (Mechanisms and machine science, ISSN 2211-0984, ISSN 2211-0992, Vol. 13)*. Dordrecht [etc.]: Springer, cop. 2013, pp. 309-320.
- [9] Stachowiak, G.W., (2006) Batchelor, A.W. *Engineering tribology*. Elsevier Butterworth-Heinemann.
- [10] Dowson, D., Higginson, G.R. (1977). *Elasto-Hydrodynamic Lubrication*. Pergamon Press.
- [11] Hlebanja, G., Hlebanja, J. (2013) Influence of axis distance variation on rotation transmission in S-gears: example on heavy duty gears. In: *International Conference on Gears, October 7th to 9th, 2013, Garching (near Munich), Germany: Europe invites the world, (VDI-Berichte, ISSN 0083-5560, 2199)*. Düsseldorf: VDI-Verlag, pp. 669-679.
- [12] Kulovec, S., Duhovnik, J. (2013) Variation of S-gear shape and the influence of the main parameters. In: *International Conference on Gears, October 7th to 9th, 2013, Garching (near Munich), Germany: Europe invites the world, (VDI-Berichte, ISSN 0083-5560, 2199)*. Düsseldorf: VDI-Verlag, cop. 2013, pp. 1535-1541.
- [13] VDI 2736, Blatt 2 (2013) Thermoplastische Zahnräder, Stirnradgetriebe, Tragfähigkeitsberechnung, VDI-Richtlinien, VDI, Düsseldorf.
- [14] Hachmann, H.; Strickle, E.; Polyamide als Zahnradwerkstoffe, 126, *Konstruktion*. 18 (1966) 3 pp. 81-94.

S-zobniki iz polimerov

Razširjeni povzetek

Kovine so prevladujoči material v proizvodnji zobnikov. Vsekakor pa novi materiali na podlagi različnih polimerov pridobivajo na pomenu zaradi svojih dobrih značilnosti, kot so masne lastnosti – majhni vztrajnostni momenti in masa, enostavna proizvodnja, zmožnost dušenja, manjša hrupnost, obrabne lastnosti itd., čeprav so dovoljene obremenitve manjše in je delovna temperatura omejena. Prav tako je izziv proizvodna kvaliteta in dimenzijska zanesljivost.

Evolventni zobniki, Eulerjev izum, ki v današnjem strojništvu prevladujejo skoraj v celoti, so bili v dolgi zgodovini deležni številnih izboljšav, tako da so v današnji industriji optimirani skoraj do popolnosti. Hkrati pa imajo evolventni zobniki nekaj šibkih točk. Tako zaradi narave evolvente postajajo radiji ukrivljenosti korena boka zoba vse manjši in limitirajo k nič, ko se približujemo osnovnemu krogu. To pa pogojuje večje bočne obremenitve v tem delu. Če ima pastorek hkrati še majhno število zob, je koren zoba zelo kratek, kar implicira čezmerno drsenje in torne izgube. Zato so raziskave, ki bi v celoti konveksno-konveksni stik evolventnih zobnikov nadomestile s konveksno-konkavnim stikom, ki bi pomenil bistveno manjše kontaktne obremenitve, pomembne. V teh okoliščinah se je razvilo S-ozobje z geometrijo bokov zob, pri kateri je stik na začetku vprijemne poti in na njenem koncu konveksno-konkaven, v osrednjem delu pa konveksno-konveksen. V pričujočem prispevku so predstavljene bistvene lastnosti S-ozobja, tj. radiji ukrivljenosti in bočni tlaki, hitrostne razmere zlasti na začetku ubiranja in na njegovem koncu, debelina oljnega filma in delež drsenja in kotaljenja. Prav to je pri S-ozobjih pomembno, ker sta vrh in koren zoba primerljive velikosti, kar pomeni bistveno manj drsenja in izgub.

S-zobniki so definirani z matematično enačbo boka zoba zobnice, ki ima dva parametra. Zobnica z določenim modulom definira eno samo ubirnico, ki pa definira stično krivuljo za zobnike s poljubnim številom zob. Variacije prej omenjenih parametrov bistveno vplivajo na lastnosti zobnika. Tako lahko ustvarimo zobe z zelo debelim korenem, ali pa take z majhnim vpadnim kotom.

Avtorji menijo, da lahko ozobja te vrste uporabljamo tako v makro aplikacijah, npr. planetni prenosniki vetrnih elektrarn, kot tudi v mikro aplikacijah, kot so manjši mehanizmi za avtomobilsko industrijo ali gospodinjske naprave, kjer pa so polimeri osnovni material. Na Fakulteti za strojništvo, v Centru za konstruiranje, so razvili posebno preizkuševališče za male zobnike iz polimerov. Preizkuševališče so preliminarno že uporabili za testiranje evolventnih zobnikov in S-zobnikov. Za zdaj uporabljena materiala sta bila za en zobnik POM in za drugi PA6. Hkrati pa ugotavljamo, da sta kvaliteta in dimenzijska zanesljivost plastičnih zobnikov bistveni. Skenirni 3D koordinatni merilni stroj z rotacijsko mizo in možnostjo meritev prostih ploskev je v tem okviru dragocen pripomoček, s katerim bomo pomembno izboljšali kvaliteto brizganih plastičnih zobnikov.

Ključne besede: zobniki iz polimerov, evolventni zobniki; S-zobniki; značilnosti S-zobnikov; testiranje zobnikov iz polimerov



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

Cylinder Seals in Water and Oil Hydraulics

Franc MAJDIČ, Mitjan KALIN, Alen LJOKI

Abstract: The frictional forces associated with hydraulic seals are an important part of designing hydraulic cylinders. For this reason, we decided to carry out detailed research on the influence of different seal types on a variety of hydraulic fluids. The research was divided into three parts: experimental work on a hydraulic test rig, experimental work on a tribological test rig and a numerical study. For the hydraulic part we made a new test rig in order to determine the frictional forces on different types of seals in water and oil hydraulics. The paper explains the hydraulic seals' properties and the theoretical background for determining the frictional force. The measurements were performed on the test rig at two different operating pressures in a hydraulic cylinder, at two different speeds of the piston and for two different hydraulic fluids: water and oil. The work includes additional experimental results, which are later analysed in detail. Finally, there are numerical analyses of the seal friction for different operating pressures in the hydraulic cylinder.

Keywords: Seal friction, hydraulic cylinders, oil hydraulics, water hydraulics, tribological testing

1 Introduction

Seals are mechanical elements that prevent the flow of fluids or gases from one chamber to another, that separate chambers with different pressures, or that prevent the passage of harmful solid particles into a chamber, where we have a medium that must be isolated from external influences.

Roughly speaking, seals are divided into static seals and dynamic seals, where the seal moves relative to the element with which it is in contact.

Dynamic seals are mostly used in hydraulic cylinders, and for that reason we decided to focus only on those types of seals. The primary task of the seal is to ensure a sufficient sealing force, wherein it is also important to the frictional force that occurs as a result of the

sealing force. An appropriate sealing force is difficult to achieve, the problem being a balance between the sealing force and the frictional force: the sealing force must be just large enough, while the frictional force must be as small as possible. In individual cases, the frictional force is from 2 to 10% of the total workforce, which can be performed using a hydraulic cylinder [1].

The aim of this work was to investigate the influence of the most commonly used shape and material seal on the piston rod of the hydraulic cylinder on the frictional force. The selected seal was an O-ring.

For the selected gasket we performed tribological tests to determine the coefficient of friction. Later, we also made a numerical cal-

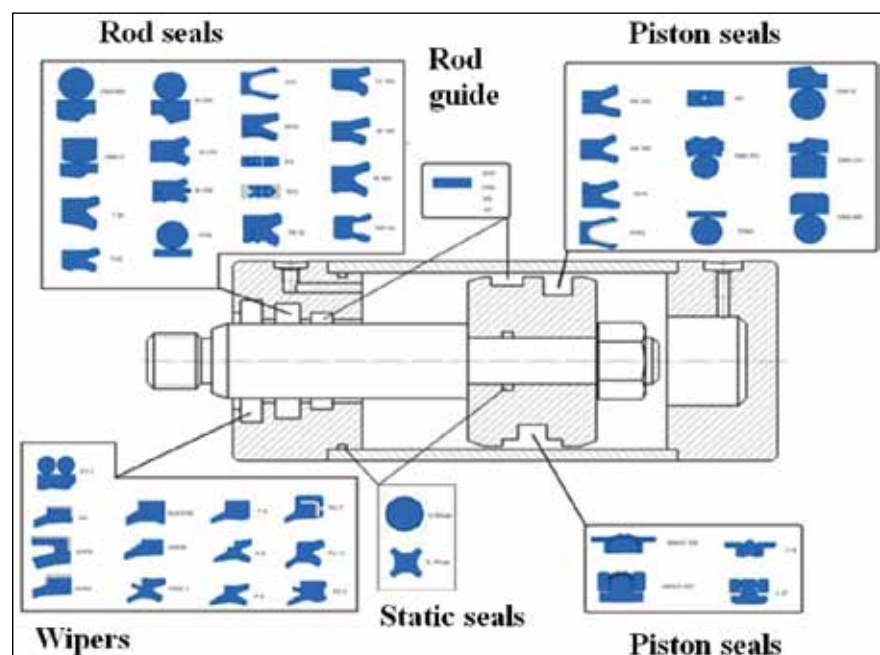


Figure 1. Various seals for use within hydraulic cylinders [2]

Dr. Franc Majdič, univ. dipl. inž., prof. dr. Mitjan Kalin, univ. dipl. inž., Alen Ljoki, dipl. inž., all University of Ljubljana, Faculty of Mechanical Engineering, Slovenia

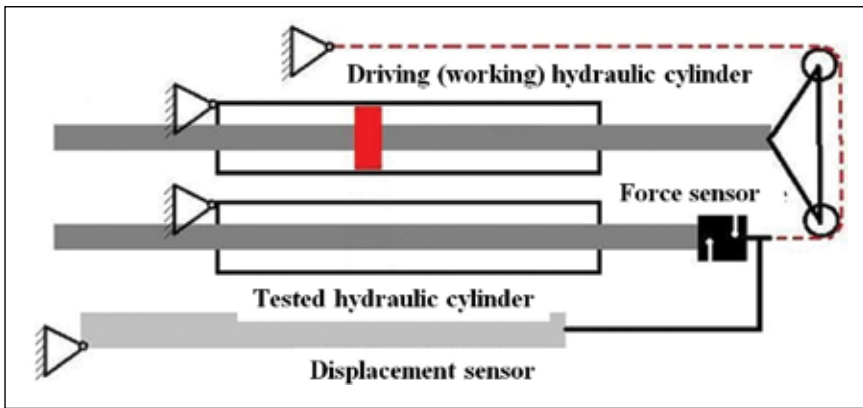


Figure 2. Schematic view of the selected test rig

culatation and determined the force of friction in relation to the results obtained using tribological tests.

There are several types of seals in hydraulic cylinders. They differ in terms of form and material, depending on the method of installation, the temperature range, the used hydraulic fluid, the pressure, and the speed of movement. Hydraulic seals are important for minimizing the loss of liquid in hydraulic parts, and therefore have a major impact on the efficiency of hydraulic systems. Some types of seals and other elements, which are today used within a hydraulic cylinder, are shown in *Figure 1* [2].

■ 2 Experimental setup

2.1 Hydraulic test rig

During the design of the hydraulic test rig we developed a few different concepts, from among which the schematic test rig presented in *Fig. 2* was chosen. By using the hoists, which can be moved using a hydraulic cylinder, through the cable, the shaft can be pulled. The speed can be controlled easily, because the speed of the piston rod is exactly twice as much as the speed of the movement of the driving hydraulic cylinder.

The test rig consists of a driving hydraulic cylinder, which is operated by a control device, a Poclair NTS-3-O, and the tested hydraulic cylinder, which was moved through pulleys. The control unit regulated the

oil flow through the control valve to adjust the speed of the driving cylinder.

The individual measurements were carried out according to the following steps:

- First, it was necessary to empty and dismantle the hydraulic cylinder, so it could be cleaned and prepared for the measurements,
- When we changed the hydraulic liquid in the tested hydraulic cylinder (oil-water), it was necessary to thoroughly clean the cylinder with compressed air, to clean all the connections and at the end, with degreasing fluid, clean the remaining hydraulic oil from the surfaces,
- The filling of the test cylinder with hydraulic fluid was only done through one connector and the other end we left open, so that the cylinder could be ventilated

by removing all the air bubbles out of the system,

- The pressure in the tested hydraulic cylinder was increased to 50 bar, for the seal to adjust and so the seals could create a lubricating film,
- Later we relieved the pressure in the cylinder at 0 bar and started with the measurements,
- Each measurement with certain parameters was repeated three times. The average value of the three measurements was analysed.
- The measurements were started at 0 bar and then the pressure was increased in steps of 50 bar to 150 bar,
- After completing all the measurements at the chosen speed, the throttle was adjusted for another speed. The tests were repeated with the steps mentioned above,
- When we completed all the measurements, it was necessary to replace the test liquid and then repeat the whole process, as previously described.

The measured data were acquired using LabView software. The displacement of the piston rod, the cylinder pressure and the frictional force were measured. The speed was calculated from the measurement results.

Figures 4 and *5* show the results of the measurements on the hydraulic test rig.

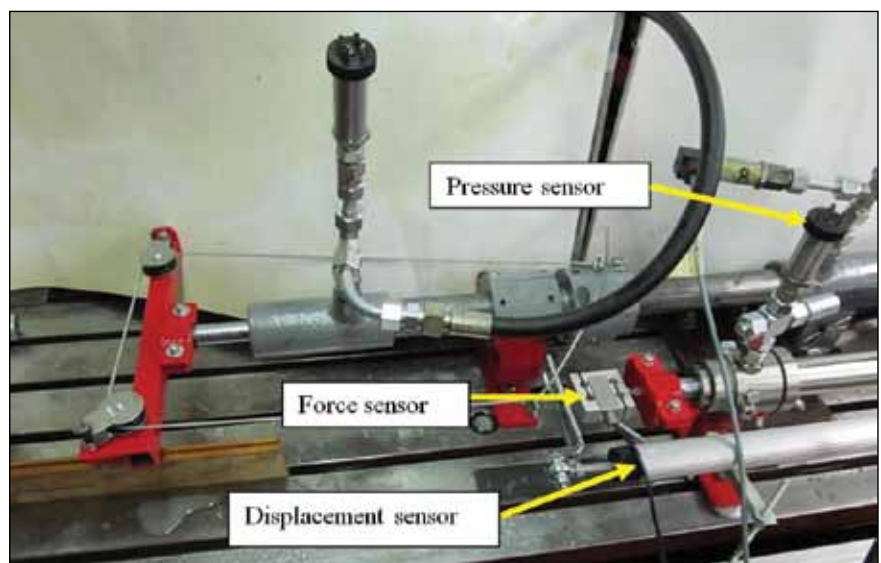


Figure 3. Hydraulic test rig used for the measurements

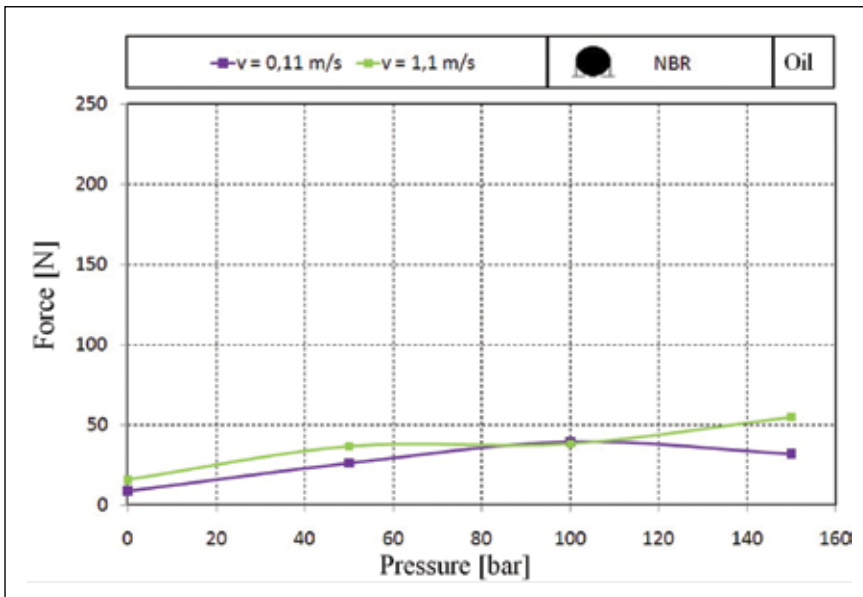


Figure 4. The results of the measurements with O-ring seals piston rod - hydraulic oil

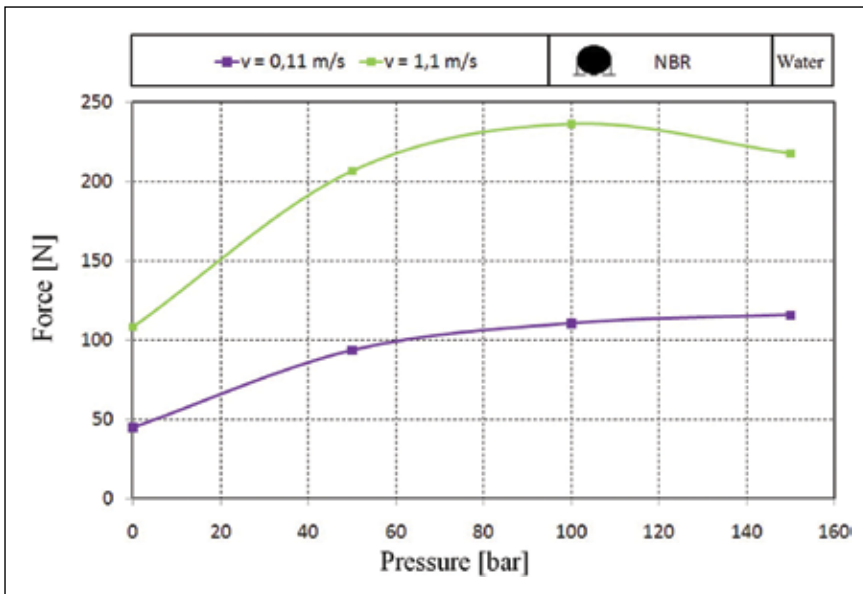


Figure 5. The results of the measurements with O-ring seals piston rod - water 2

2.2 Tribological test rig

The tribological measurements were performed on a Cameron-Plint TE77 (Fig. 6). For the measurements of the tribological parameters we used a reciprocal movement. This was achieved by using an eccentric mechanism, which allows the adjustment of the speed and the length of the displacement, while the displacement was inversely proportional to the speed.

The measurements were carried out at two levels of compression

force. Initially, it was necessary to reduce the force with the help of numerical simulations. The contact pressure during the tests should be the same as the pressure in actual use. Therefore, we performed a series of numerical simulations, where we simulated the effect of the operating pressure on the entire seal and the influence of the compression force on the shank with a cut-off seal.

For 50 bar of working pressure we obtained sufficient contact pressure. The tension force during the



Figure 6. Tribological test rig with measurement accessories

testing was from 120 to 150 N. If, during the measurements, deformation or wear of the seals were to occur, those measurements would be invalid.

Therefore, the measurements were made on two forces, i.e., 20 and 50 N, see Table 1.

Table 1. Comparison of the results of measurements for friction coefficient at two compression forces and two different fluids

O-ring	Friction coefficient [1]	
	Water Average	Oil Average
Force 20N	0.165	0.113
Force 50 N	0.133	0.062

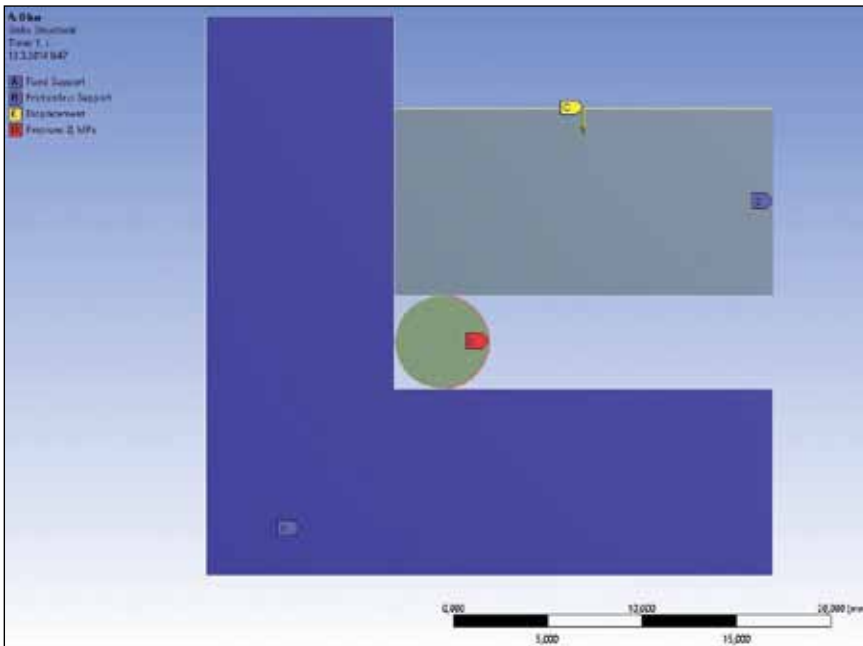


Figure 7. 2D model for the FEM analysis

3. Numerical part

During the research a numerical analysis of the contact pressure on the force was made. From the simulation results we calculated the frictional force.

Since it is an axially symmetrical problem, we replaced the 3D model for the analysis with a 2D model. The numerical model is shown in Fig. 7 [3 – 5].

In the analysis, we observed deformation in the radial direction. At the beginning of the simulation the upper part pressed the seal into the deformed state. Later, we applied pressure on the seal.

Figure 8 shows the results of four numerical analyses performed at pressures of 0 bar, 50 bar, 100 bar and 150 bar. The figure shows the stress state at different operating pressures in the hydraulic cylinder.

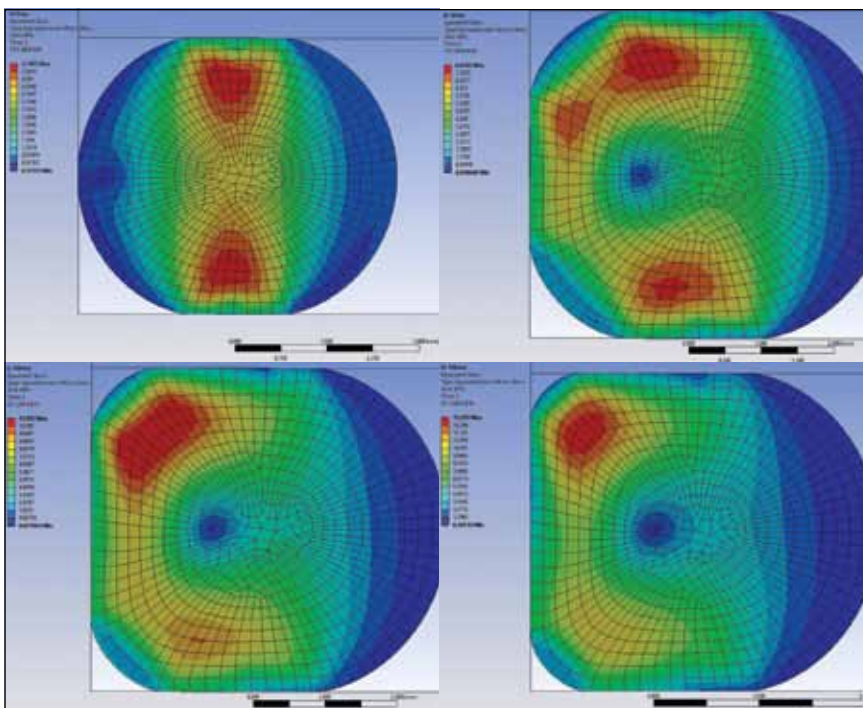


Figure 8. Deformed seal at different pressures: 0, 50, 100 and 150 bar

der. The largest local tension (15 MPa) occurred at a pressure of 150 bar.

4 Results and Discussion

We compared the numerical with the measurement results at a rod speed of 0.11 m/s. A comparison was made for different hydraulic fluids and at four different pressures. The results are shown in Table 2.

Based on the results of the numerical analysis, the values are relatively good, because it should be noted that the calculated frictional force is calculated only based on the coefficient of friction and the normal force does not take account of the mechanics of the contact and the impact of lubricants in the contact. Comparing the measured force in the oil shows a slightly larger deviation.

5 Conclusions

The aim of this research was to investigate the scope of the friction seals within the hydraulic cylinder, especially in terms of comparing the force of the friction seals in two different hydraulic liquids. The first hydraulic fluid was mineral hydraulic oil and the second was water without additives. Even though there have been great developments in the field of water hydraulics in recent times, it is still not often used in practise. Users of hydraulic systems are often, for various reasons, reluctant to use water as a hydraulic liquid. One of the reasons for their reluctance is also the friction seals inside the water hydraulic cylinders [6]. The aim of this study was to demonstrate that the friction seals are not a major limitation in the development and use of water as a hydraulic liquid.

In previous studies, the frictional force of the water seal within the hydraulic cylinder was usually assessed by measuring the pressure difference between the ends of the observed hydraulic cylinder. However, such a method is not pre-

Table 2. Comparison of the numerical results with the measured values of the friction forces tested in different hydraulic fluids

	Pressure	Calculated [N]	Measured [N]
Oil	0 bar	12	4
	50 bar	17	13
	100 bar	27	19,5
	150 bar	31	15,5
Water	0 bar	26	22
	50 bar	37	46,5
	100 bar	59	55
	150 bar	69	57,5

cise enough, especially in the case where we want to determine the frictional force for the moving hydraulic cylinder.

In this work, a new experimental approach to determining the friction forces of seals is presented. For this purpose, a new hydraulic test rig was made, which allows separate measurements of the force of friction piston rod seals.

The result of the comparative analysis of the use of water and oil indicates that the water may be used as a hydraulic liquid, with appropriate selection of the hydraulic seal, and be comparable with oil.

The maximum friction force during the testing with hydraulic oil was 19.5 N and for water it was 57.5 N. This means that for a hydraulic cylinder that can produce a force of 8042 N, the friction force for oil represents 0.24 % of the total force. In contrast, for water the friction force presents 0.72 % of the total force. The difference in the frictional forces is in favour of the oil hydraulic cylinder. While the comparison of the results at a lower speed for the piston rod shows better efficiency in favour of the water hydraulics.

In the future we are planning to test different shapes of seals and also seals made out of different materials.

References

- [1] Verkoyen, T., von Dombrowski, R., and Murrenhoff, H., Bislang unberücksichtigte Einflüsse analysieren – Verbesserte Reibkraftmodellierung an hydraulischen Zylindern. *Ölhydraulik und Pneumatik O+P* 7/2008, Vol. 52, pages 341-345, 2008.
- [2] R. H. Warring, *Hydraulic handbook*. 8. edition. Houston, Texas: s.n., 1983.
- [3] Brian E. Suisse: *Research For Dynamic Seal Friction Modelling In Linear Motion Hydraulic Piston Applications*, The University Of Texas At Arlington, 2005.
- [4] Oliver Heipl, Alexander Wohlers, Hubertus Murrenhoff: *Numerical Simulation of Friction at Hydraulic Rod Seals*, RWTH Aachen University, 2010.
- [5] G. Belforte, M. Conte, A. Manuello Bertetto, L. Mazza, C. Visconte: *Experimental and numerical evaluation of contact pressure in pneumatic seals*, *Tribology International* 42, pages 169-175, 2009.
- [6] Trostmann, E., "Water Hydraulics Control Technology," Lyngby, Technical University of Denmark, 1996.

Tesnila hidravličnega valja za vodno in oljno hidravliko

Razširjeni povzetek

Poznavanje sile trenja v povezavi s hidravličnimi tesnili je pomemben del konstruiranja hidravličnih valjev. V ta namen smo se odločili detajlno raziskati vpliv različnih tipov hidravličnih tesnil glede na uporabljeno hidravlično kapljevino. Raziskava je bila razdeljena na tri dele: eksperimentalno delo na hidravličnem preizkuševališču, eksperimentalno delo na tribološkem preizkuševališču in na numerične izračune z analizo rezultatov. Za hidravlični del smo izdelali novo preizkuševališče za merjenje sile trenja pri različnih tipih tesnil v sistemih z vodno in oljno hidravliko. Prispevek govori o lastnostih hidravličnih tesnil in rezultatih teoretičnega izračuna sile trenja ter rezultatih meritev teh sil. Meritve so bile izvedene na preizkuševališču pri štirih različnih tlakih sistema, dveh hitrostih batnice in dveh različnih hidravličnih kapljevinah. To sta mineralno hidravlično olje in voda. Delo zajema dodatne eksperimentalne rezultate, ki so v nadaljevanju analizirani. Na koncu so predstavljeni rezultati numeričnih izračunov in rezultati meritev ob štirih različnih tlakih in obeh uporabljenih kapljevinah (*Tabela 2*).

Ločimo statična in dinamična tesnila. Pri dinamičnih tesnilo opravlja relativni pomik glede na element v kontaktu. V hidravličnih valjih se uporabljajo oboja tesnila, vendar so dinamična v delovanju bolj problematična, zato jih bomo detajlno obravnavali. Osnovna naloga tesnila je zagotavljanje primerne tesnilne sile med elementoma, posledica pa je sila trenja, ki je v rangi od 2 % do 10 % celotne »delovne« sile. Obstajajo različni tipi tesnil, ki se razlikujejo po obliki in materialu, po načinu vgradnje, temperaturni odpornosti, vrsti uporabljene

kapljevine, delovnem tlaku in hitrosti drsenja. Nekaj tipov tesnil, ki se trenutno vgrajujejo v hidravlične valje, je prikazanih na *sliki 1*. V pričujoči raziskavi smo se osredotočili na najbolj pogosto obliko in material tesnila – izbrali smo O-tesnilo iz poliuretana (NBR).

V postopku konstruiranja hidravličnega preizkuševališča smo izdelali nekaj shematskih konceptov in na koncu izbrali koncept, ki je predstavljen na *sliki 2*. S škripčevjem lahko preprosto prilagajamo hitrost pomika batnice, katere hitrost je natanko dvakrat večja od hitrosti pogonskega hidravličnega valja. Na *sliki 3* je sestavljeno in opisano hidravlično preizkuševališče z vsemi sestavinami. Meritve so potekale po vnaprej določenih korakih. Določevali so velikost testnih tlakov in pretokov ter ukrepe in načine pri menjavi hidravlične kapljevine. Zajemanje podatkov o pomiku batnice, višini tlaka v hidravličnem valju in velikosti sile trenja je potekalo s programom NI LabView. Rezultati meritev, pridobljenih na hidravličnem preizkuševališču za mineralno olje in vodo, so prikazani na *slikah 4* in *5*.

Tribološke meritve so bile izvedene na napravi Cameron-Plint TE77, ki je prikazana na *sliki 6*. Za meritev triboloških parametrov smo uporabili vzajemno gibanje. To je bilo doseženo z uporabo ekscentričnega mehanizma, ki omogoča prilagajanje hitrosti in dolžino pomika, pri čemer je pomik obratno sorazmeren hitrosti. Pri tlaku 50 bar smo zagotovili zadosten kontaktni tlak. Izmerjena sila trenja se je gibala med 120 N in 150 N. Ker je prišlo do deformacij in obrabe tesnil, smo merili pri dveh različnih silah trenja. V *tabeli 1* so prikazani koeficienti trenja pri dveh različnih silah in obeh hidravličnih kapljevinah.

Analizirani model je simetričen, zato smo problem obravnavali »v ravnini«. Na *sliki 7* je predstavljen numerični model, na katerem smo izvedli simulacije. Pri simulaciji smo opazovali deformacije tesnila. Na začetku smo z zgornjim izrezom batnice pritisnili na tesnilo, da smo ga deformirali, nato pa smo dodali delovni tlak. Deformacijo smo merili pri tlakih 0 bar, 50 bar, 100 bar in 150 bar. Silo trenja smo izračunali na podlagi rezultatov simulacije. Natančnejši rezultati simulacij so razvidni iz *slike 8*.

Rezultati meritev in numerične analize sil trenja so primerjani pri tlakih 0 bar, 50 bar, 100 bar in 150 bar. *Tabela 2* vsebuje rezultate za vodo in mineralno olje. Iz primerjave vidimo, da je odstopanje med rezultati meritev in rezultati numeričnih izračunov sile trenja majhno, tj. v rangu med 4 N in 15 N. Pri analizi rezultatov je treba upoštevati, da pri numeričnem izračunu nista bila upoštevana kontaktna mehanika in udar kapljevine.

Zaključek: Namen pričujočega dela je bil raziskati področje tesnil, uporabljenih v hidravličnih valjih. Uporabljeni kapljevini sta bili mineralno hidravlično olje in voda brez aditivov – pitna voda. Bistvo prispevka je pokazati, da tesnjenje ni omejitev za uporabo vode kot hidravlične kapljevine. Z raziskavo je bil predstavljen nov eksperimentalni postopek ugotavljanja sile trenja na tesnilnih elementih. Razvito je bilo novo preizkuševališče, na katerem je možno ločeno meriti silo trenja na batnici.

Ključne besede: trenje tesnil, hidravlični valj, oljna hidravlika, vodna hidravlika, tribološki testi



➔ 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

Prediktivno vodenje nestabilnega sistema s sprotno identifikacijo verjetnostnega modela

Martin STEPANČIČ, Juš KOCIJAN

Izvleček: Predstavljamo metodo prediktivnega vodenja, ki uporablja verjetnostni model in s katerim lahko vodimo tudi nestabilni sistem. Pomen prediktivnega vodenja je sprotno iskanje ustreznega vhodnega signala pri izbrani kriterijski funkciji. Ta funkcija odraža kakovost zaprtozančnega sistema in je odvisna od izbranega vhodnega signala procesa, referenčnega signala in večkoračne napovedi izhodnega signala procesa z njegovim modelom. Za modeliranje dinamike procesa smo uporabili model na podlagi Gaussovih procesov, ki je verjetnostni model črne škatle in izhaja s področja jedrnih metod. Njegova prednost je napovedovanje vrednosti z mero negotovosti in modeliranje brez podrobnejšega poznavanja fizikalnega ali kemijskega ozadja procesa. Negotovost napovedi je izražena z varianco porazdelitve možnih napovedi. Varianco pri vodenju upoštevamo tako, da se med delovanjem izognemo neznanemu območju, ki ga algoritem prepozna po povečani varianci. Po drugi strani pa model identificiramo sprotno in s tem omogočimo prilagoditev modela za območje, ki ni dovolj znano.

Ključne besede: dinamični sistemi, avtomatsko vodenje, prediktivno vodenje, model na podlagi Gaussovih procesov, sprotna identifikacija

1 Uvod

Področje vodenja sistemov se nenehno razvija glede na obseg tehničnih in ekonomskih problemov v različnih panogah. Načrtovanje vodenja dinamičnih sistemov temelji na poznavanju procesa, ki ga želimo voditi, in sicer v obliki njegovega modela. Priprava natančnega modela dinamičnega sistema na podlagi fizikalnih ali kemijskih zakonov zahteva čas, napor in znanje, ki se razlikuje od procesa do procesa. Alternativa problemu modeliranja na podlagi fizikalnih ali kemijskih zakonov je metoda modeliranja iz merjenega odziva procesa kar imenujemo *eksperimentalno modeliranje* ali *identifikacija*.

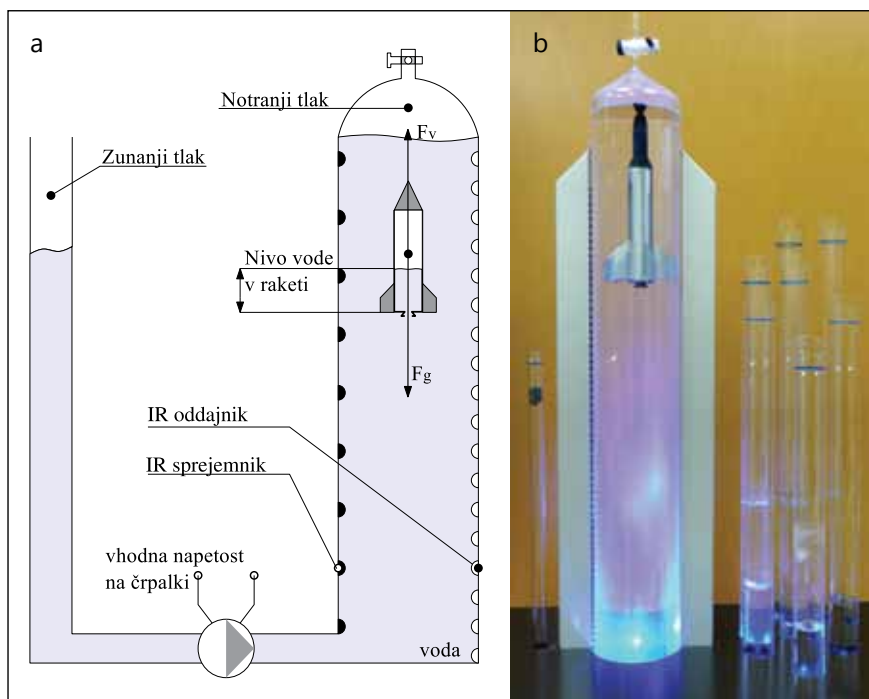
Martin Stepančič, univ. dipl. inž., Institut Jožef Stefan, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Ljubljana; prof. dr. Juš Kocijan, univ. dipl. inž., Institut Jožef Stefan, Univerza v Novi Gorici

Identifikacija dinamičnih sistemov je zanimiva za načrtovanje raznih metod vodenja. Taka zelo znana metoda vodenja je *prediktivno vodenje*. Od drugih metod se razlikuje po tem, da regulator vsebuje celoten model procesa in ga uporablja za napovedovanje izhodnih signalov procesa v prihodnosti. Z optimizacijo algoritma vodenja poišče najugodnejši vhodni signal v proces, ki ga nato uporabi za naslednji vzorec regulirnega signala.

Naš problem vodenja je naslednji: zasnovati želimo algoritem za vodenje nelinearnega dinamičnega sistema brez vnaprej znanega modela procesa. Cilj je doseči uspešno vodenje izbranega nestabilnega sistema s prediktivnim vodenjem in sprotno identifikacijo modela.

Metodo vodenja bomo prikazali na modelni napravi, ki je prikazana na *sliki 1*. Zgrajena je bila na Inštitutu Jožef Stefan za preizkušanje in demonstriranje metod vodenja [3]. Naprava

je zgrajena iz dveh povezanih shranjevalnikov vode s črpalko med njima. Prvi shranjevalnik je zgoraj odprt valj (ali več valjev) v stiku z zunanjim zračnim tlakom. Drugi shranjevalnik je zgoraj zaprt valj z ujetim zrakom in plovilom v obliki rakete. V raketi, ki ima odprtino na spodnji strani, je zračni mehur. Njena naravna lega je na vrhu valja zaradi prevladujoče sile vzgona. S črpalko vplivamo na spremembo tlaka v zaprtem valju. Volumen raketnega mehura je obratno sorazmeren tlaku ob raketi, zato se sila vzgona zmanjša s povečanjem tlaka ob raketi in obratno. Iz navedenih dejstev lahko zaključimo, da napetostni signal na črpalki vpliva na lego rakete. Višino rakete merimo s senzorjem, ki je sestavljen iz niza infrardečih diod in fototranzistorjev. Senzor višine daje kvantiziran signal, razdeljen na 100 delov, kar bistveno zmanjša natančnost merjenja višine. Modelna naprava je nestabilen in nelinearen proces z enim vhodnim napetostnim signalom na črpalki in izhodnim signalom senzora višine.



Slika 1. Shema modelne naprave (a) in njena fotografija (b)

Razlaga metode vodenja in modeliranja nestabilnega hidravličnega sistema sledi v 2. in 3. poglavju. Izvedba in rezultati vodenja so razloženi v 4. poglavju, nato sledi sklep v 5. poglavju.

2 Prediktivno vodenje

2.1 Osnovni koncept

Prediktivno vodenje temelji na neposredni rabi modela procesa za

vodenje [1, 8] in določa regulirni signal z optimizacijskim algoritmom, ki minimizira izbrano kriterijsko funkcijo (slika 2).

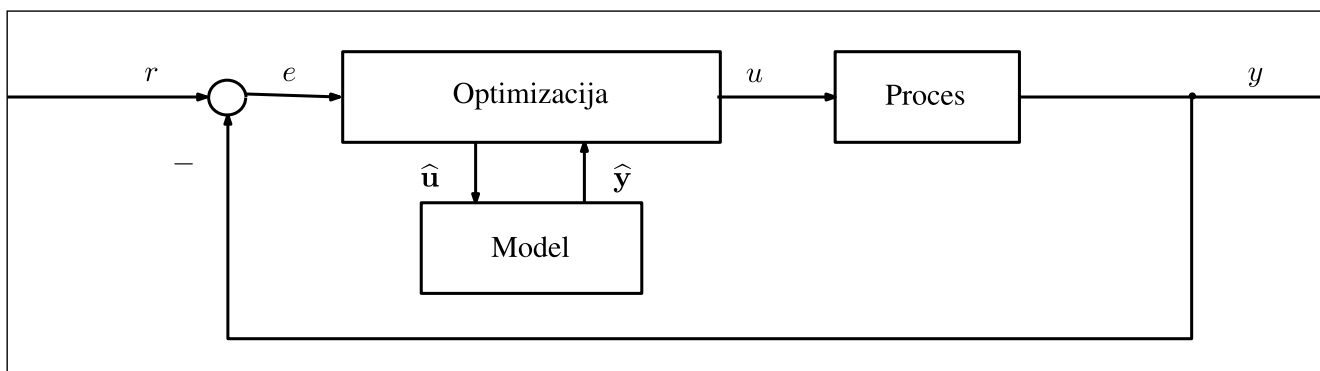
Kriterijska funkcija navadno vključuje napoved izhoda modela procesa \hat{y} pri nekem vhodnem signalu \hat{u} . Število časovnih korakov napovedi imenujemo *prediktivni horizont* (slika 3).

Regulirni signal \hat{u} je vektor vrednosti, ki ga optimiramo glede na vrednost kriterijske funkcije. Številu zaporednih vrednosti regulacijskega signala, ki jih optimiziramo, pravimo *regulirni horizont* in je navadno krajši od prediktivnega horizonta.

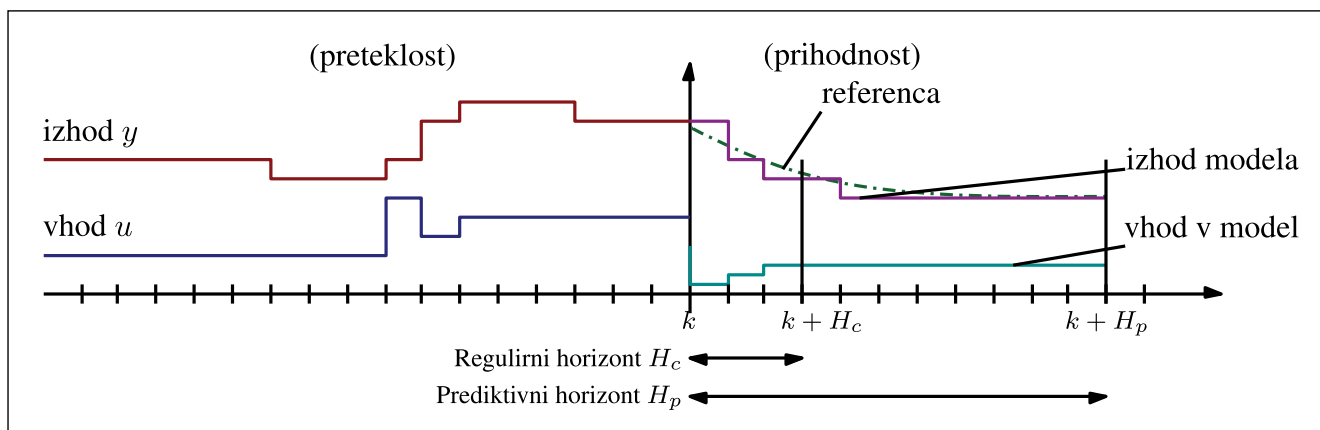
V našem primeru kriterijsko funkcijo opisuje enačba [11]:

$$J = \sum_{j=1}^{H_p} e^2(k+j) + \sigma^2(k+j) \quad (1)$$

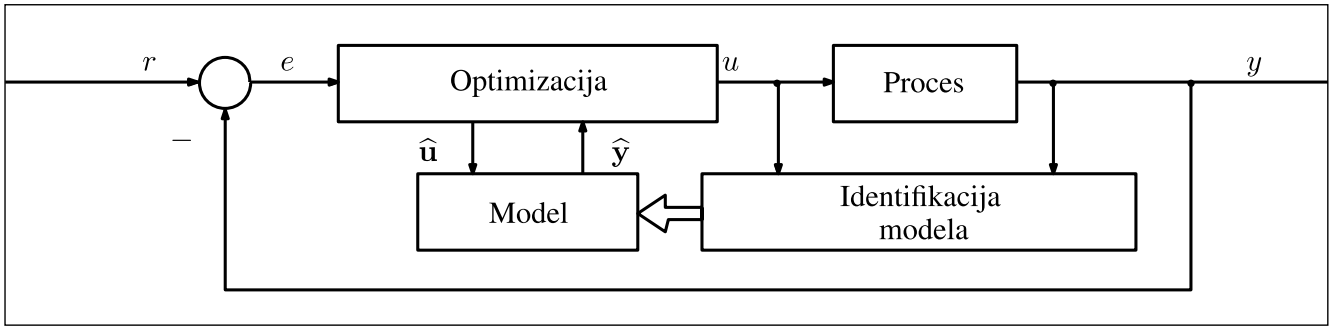
kjer je $e^2(k+j)$ kvadrat pogreška med napovedjo modela in želenim izhodom procesa v koraku $(k+j)$ in je $\sigma^2(k+j)$ varianca napovedi modela v koraku $(k+j)$.



Slika 2. Bločna shema prediktivnega vodenja



Slika 3. Prikaz horizontov prediktivnega vodenja, kjer k predstavlja diskretni časovni korak



Slika 4. Bločna shema adaptivnega prediktivnega vodenja

2.2 Adaptivno prediktivno vodenje

Glavna lastnost adaptivnega vodenja je prilagajanje spremenljivim razmeram, pogosto s spreminjanjem parametrov regulatorja [10]. Prediktivno vodenje je adaptivno takrat, ko model procesa identificiramo sproti med delovanjem (slika 4). Adaptivno prediktivno vodenje je uporabno, ko želimo model procesa sproti prilagoditi področju delovanja obravnavanega procesa.

3 Sprotno modeliranje procesa

Identifikacija modela je postopek, pri katerem model gradimo na podlagi meritev signala vhoda in izhoda procesa [4]. Identifikacijo

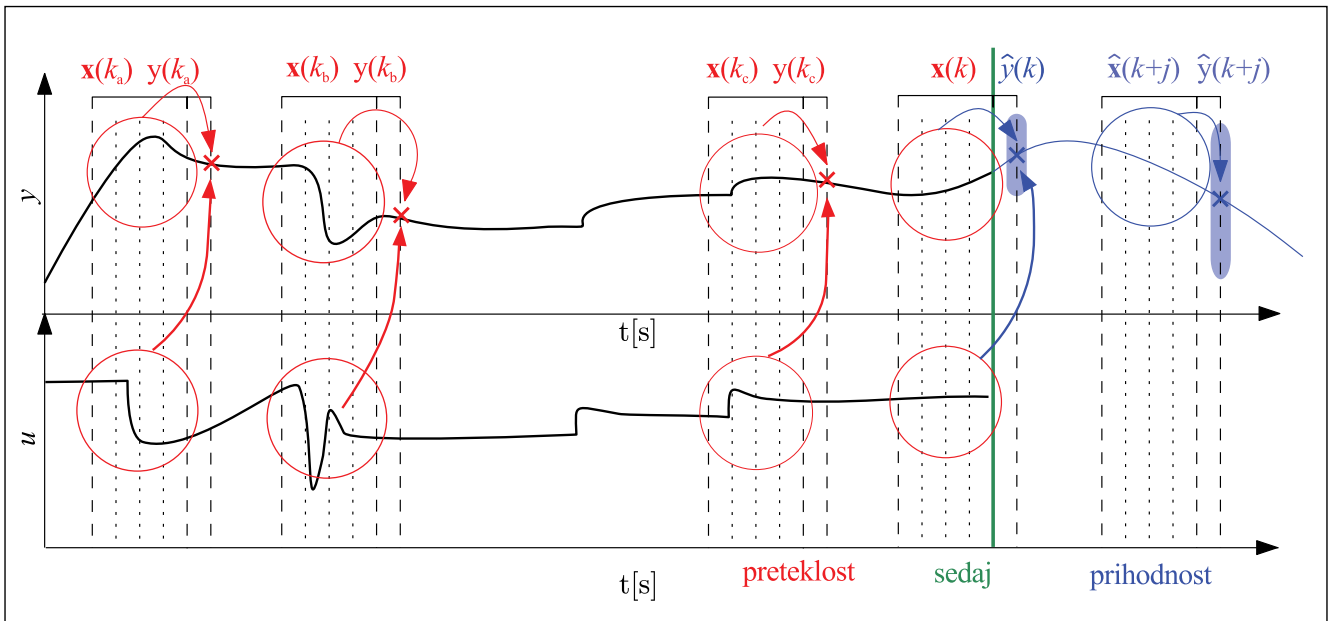
modela lahko izvajamo sproti, da model prilagodimo novim merilom signalov procesa.

Pogoste metode modeliranja nelinearnega dinamičnega sistema so metode, s katerimi dobimo nelinearne modele s posplošenim pogreškom (angl. *Nonlinear autoregressive model with exogenous input* – NARX). Z modelom NARX napovemo vrednost izhoda sistema v odvisnosti od zakasnjenih vrednosti signala vhoda in izhoda sistema. Zakasnjene vrednosti oblikujemo v t. i. regresorski vektor, ki ponazarja stanje dinamičnega sistema. Večkoračno napoved modela izračunamo tako, da trenutno napoved modela obravnavamo kot izmerjeno vrednost in sestavimo regresorski vektor za naslednji časovni korak. Regresorski vektor uporabimo za

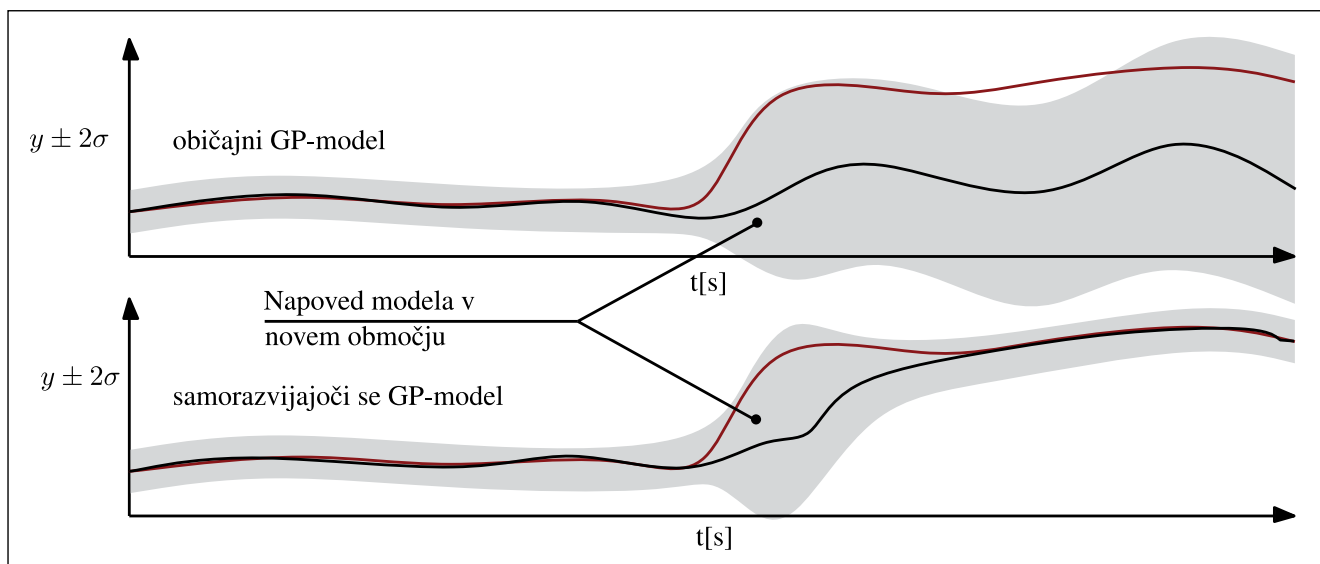
izračun naslednje napovedi in ta postopek ponavljamo za poljubno število časovnih korakov vnaprej (slika 5).

Model NARX lahko zgradimo na različne načine. Ena izmed možnih metod je modeliranje na podlagi Gaussovih procesov (GP), s katero dobimo GP-model. Ta verjetnostna in jedrna metoda modelira sistem neposredno iz vhodnih in izhodnih podatkov. Napoved GP-modela je za razliko od modelov, dobljenih z drugimi metodami, opisana z Gaussovo verjetnostno porazdelitvijo. Več o GP-modelih je razloženo v [1, 2, 9, 10].

Gaussova verjetnostna porazdelitev je določena s srednjo vrednostjo in varianco. Varianco napovedi GP-modela lahko tolmačimo kot



Slika 5. Prikaz večkoračne napovedi z modelom NARX. Označeni krogi predstavljajo regresorske vektorje \mathbf{x} zakasnjenih vrednosti signala vhoda u in izhoda y ob raznih časovnih korakih k_a , k_b , k_c , k in $k + j$. Pripadajoče napovedi regresorskega vektorja \hat{y} so označene z modro puščico, standardni odklon verjetnostne porazdelitve napovedi je označen s svetlomodrim pasom.



Slika 6. Simbolični prikaz razlike med napovedima časovno nespremenljivega (zgoraj) in časovno spremenljivega GP-modela (spodaj). Slika predstavlja: izhod procesa (rdeča krivulja), srednjo vrednost napovedi (črna krivulja) in dvakratni standardni odklon napovedi (siv pas).

kvantitativno oceno negotovosti modela, na katero vpliva šum uporabljenih meritev ali pomanjkanje meritev izhoda sistema. To je uporabna informacija, ko želimo vedeti, na primer, ali primanjkuje meritev za učinkovito modeliranje.

GP-model lahko nadgradimo tako, da identifikacijo modela izvajamo sproti iz trenutnih meritev signala procesa. GP-model, ki se spreminja z novimi podatki, imenujemo samorazvijajoči se GP-model [5, 6, 7]. Razlika med napovedmi navadnega in samorazvijajočega se GP-modela je prikazana na *sliki 6*. Samorazvijajoči se GP-model se sproti prilagaja dinamiki procesa v trenutnem območju delovanja procesa. Posledica uporabe samorazvijajočega se GP-modela je manjša negotovost napovedi po prehodu v območje, kjer modela še nismo učili (*slika 6 – spodaj*).

V praksi je treba omejiti število uporabljenih meritev za identifikacijo modela, da ohranimo manjšo računsko zahtevnost novo identificiranega modela. Zato želimo izbrati le tiste meritve, ki so bogate z informacijami. Metode za optimalni izbor takih meritev so podrobneje razložene v [6, 7].

Prehod iz navadnega, nesprotnega GP-modela, na samorazvijajoči se

GP-model spremeni navadni prediktivni regulator v adaptivnega. Adaptivni prediktivni regulator s samorazvijajočim se GP-modelom smo uporabili za izvedbo vodenja nestabilnega hidravličnega sistema.

■ 4 Primer vodenja nestabilnega dinamičnega sistema

Regulacijo sistema smo izvedli z osebnim računalnikom z operacijskim sistemom Linux. Vhod in izhod naprave smo povezali z računalnikom tako, da smo uporabili vhodno-izhodno enoto za zapis in zajem podatkov, ki bo podrobneje opisana v podpoglavju 4.1. Metoda vodenja in metodo modeliranja smo izvedli s programsko kodo, ki bo razložena v podpoglavju 4.2.

4.1 Vhodno-izhodna enota

Za posredovanje in zajem podatkov smo uporabili modul NI USB-6009 [12] proizvajalca National Instruments, ki ima več analognih in digitalnih kanalov (*slika 7*). Od teh smo uporabili le en analogni vhod za merjenje višine rakete in en analogni izhod za vodenje črpalke. Največja hitrost zajema podatkov je 48 000 vzorcev na sekundo, največja hitrost zapisa na analogni iz-

hod je 150 vzorcev na sekundo. Čas vzorčenja procesa smo izbrali glede na ocenjeno dinamiko procesa 0,1 sekunde.

Gonilnik modula NI USB-6009 je zasnovan kot programski vmesnik, ki ponuja načrtovalcu vgradnjo knjižnic proizvajalca National Instruments v lastno programsko opremo. Slabost gonilnika je nezadostna podpora za operacijski sistem Linux in relativno velika poraba prostora zunanjega pomnilnika. Zato smo razvili lastni gonilnik. Napisali smo ga v programskem jeziku C in uporabili knjižnico *Libusb-1.0* [13]. Postopek priprave lastnega gonilnika je temeljil na imitaciji originalnega. Njegovo de-



Slika 7. Vhodno-izhodni modul NI USB-6009

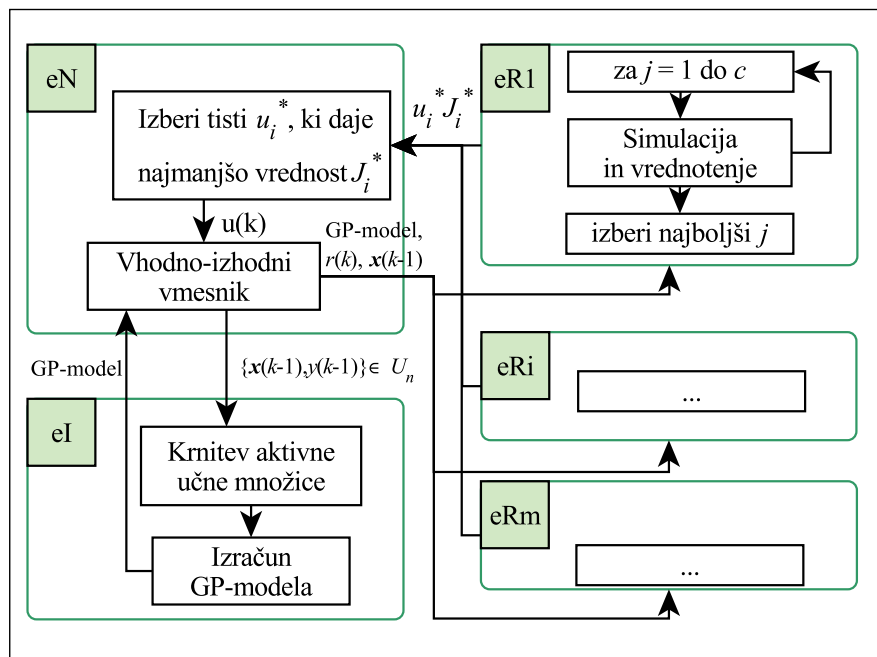
Preglednica 1. Pseudokoda porazdeljenega algoritma na ločene enote

Enota eN	Enota eI	Enota eRi, i = 1...m
<p>Neprestano ponavljaj:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pridobi regresorski vektor $x(k-1)$, 2. primerjaj napoved modela y_n in dejansko vrednost y_d 3. Če $y_n(k-1) - y_d(k-1) > E$ potem: <ol style="list-style-type: none"> a. pošlji regresorski vektor in vrednost y_d enoti eI. 4. Če je proces poslal nazaj novi GP-model: <ol style="list-style-type: none"> a. sprejmi novi GP-model, sicer: b. obdrži stari GP-model. 5. Za $i = 1$ do m: <ol style="list-style-type: none"> a. Pošlji referenčni signal in GP-model enoti eRi 6. Sprejmi vrednosti u_i^* in J_i^* od vseh enot eRi in jih sestavi v vektorja $u^* = [u_1^*, \dots, u_m^*]$ in $J^* = [J_1^*, \dots, J_m^*]$. <ol style="list-style-type: none"> a. Izberi tisto vrednost regulirnega signala $u(k)$, ki pripada najnižji vrednosti vektorja J^*. 7. Sinhroniziraj se na časovni korak k. 8. Pridobi novo vrednost izhodnega signala $y(k)$ in 9. nastavi vhodni signal na izračunano vrednost $u(k)$. 	<p>Neprestano ponavljaj:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pridobi množico novih regresorskih vektorjev U_n (od enote eN). 2. Če U_n ni prazna množica: <ol style="list-style-type: none"> a. dodaj k aktivni učni množici U množico U_n. b. Dokler je velikost(U) večja od M_u regresorskih vektorjev: <ol style="list-style-type: none"> i. Odstrani iz množice U najstarejši regresorski vektor. c. Izračunaj nov GP-model iz množice U, d. pošlji novi GP-model enoti eN. 	<p>Neprestano ponavljaj:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. pridobi vektor referenčnih vrednosti r in GP-model (od?? enoti eN), 2. razdeli območje regulacijskega signala na m podintervalov, kjer je vsak dodatno razdeljen na c podintervalov tako, da tvorimo matriko: $U = \begin{bmatrix} u_{11} & \dots & u_{1c} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ u_{m1} & \dots & u_{mc} \end{bmatrix}$ <p>Iz matrike U izberi i-to vrstico regulirnih vrednosti $U_i = [u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{ic}]$.</p> 3. Za $j = 1$ do c: <ol style="list-style-type: none"> a. simuliraj proces za H_p korakov z GP-modelom pri vhodnem signalu s konstantno vrednostjo u_{ij} b. ovrednoti uspešnost poteka simulacije vodenja s kriterijsko funkcijo J in shrani vrednost funkcije J_j. 4. Izberi tisto vrednost $u_i^* = u_{ij}$ ki daje najnižjo vrednost $J_i^* = J_j$ in pošlji vrednosti u_i in J_i^* enoti eN.

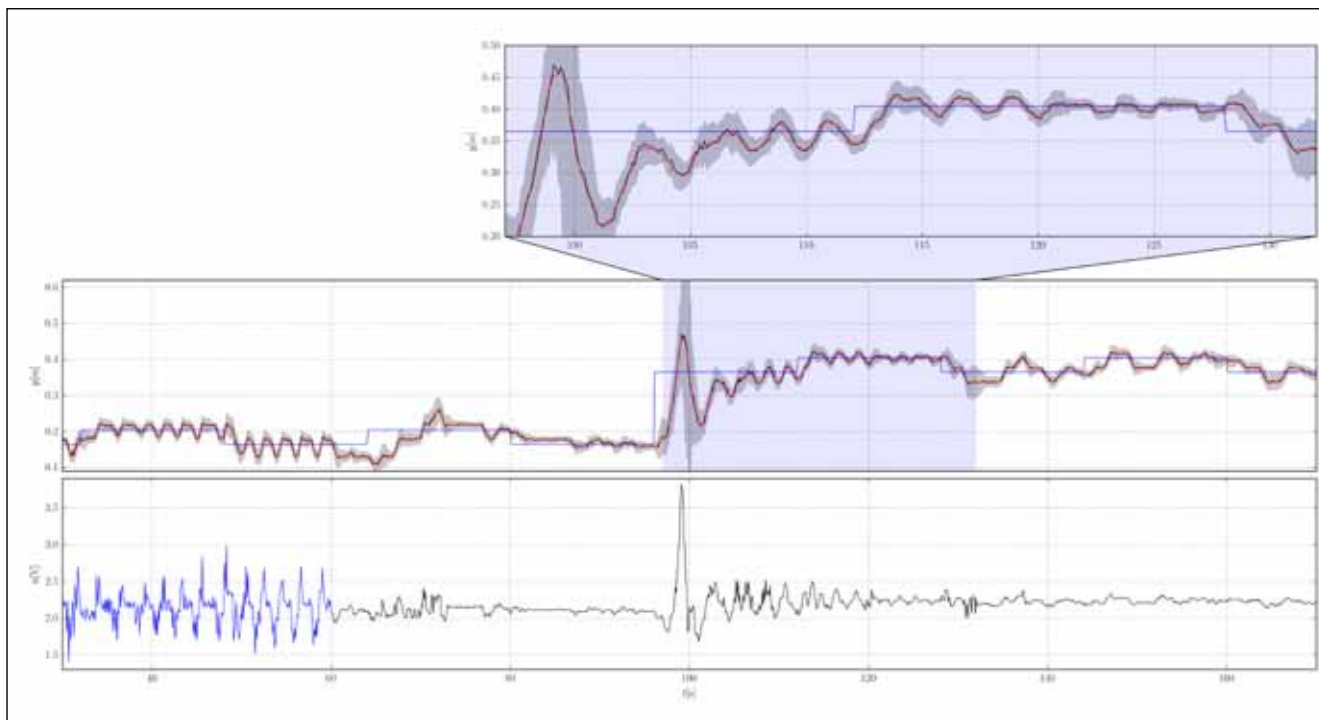
lovanje smo preslikali tako, da smo analizirali komunikacijo na vodilu USB med delovanjem originalnega gonilnika. Izdelani gonilnik smo nato nadgradili za vodenje na daljavo preko omrežnega dostopa.

4.2 Izvedba algoritma

Algoritem za vodenje nestabilnega sistema je bil izveden na osebnem računalniku z 8-jedrnim procesorjem hitrosti 3,5 GHz in delovnim pomnilnikom velikosti 16 GB z operacijskim sistemom Linux. Ta operacijski sistem je ugodnejši za operacije v realnem času, ker je prioriteta posameznih operacij strogo določena. S tem se izognemo časovnim zakasnitvam pri zajemu in zapisu podatkov na vhodno-izhodni enoti. Koda algoritma je bila izvedena v skriptnem programskem jeziku Matlab®.



Slika 8. Paralelizacija algoritma na procese: nadzorna enota (eN) sproti prejema GP-model identifikacijske enote (eI). Enota eN sproži iskanje optimalnega vhodnega signala tako, da pošlje več regulirnim enotam (eRi) trenutni GP-model, trenutno stanje procesa in zeleno vrednost izhoda procesa.



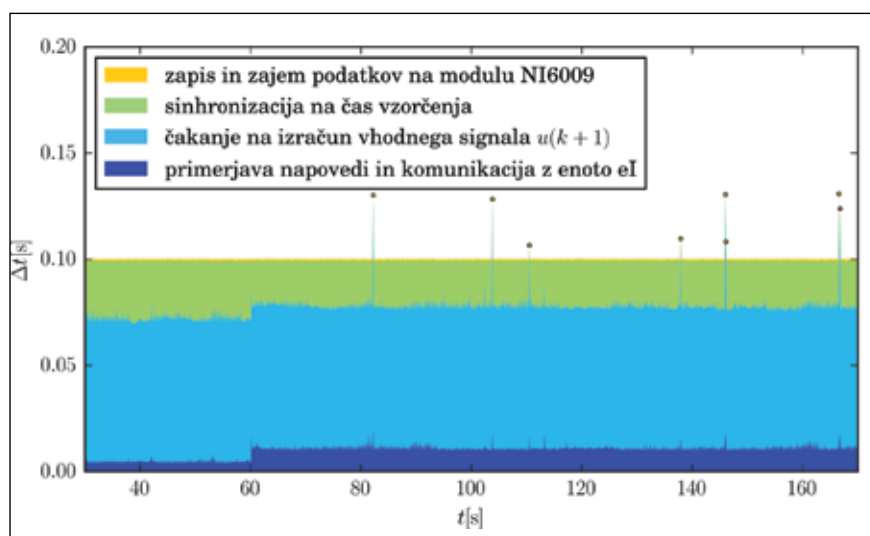
Slika 9. Potek prediktivnega vodenja s samorazvijajočim se GP-modelom. Zgornji graf prikazuje višino rakete: izhod procesa (rdeča krivulja), enokoračna napoved modela (črna krivulja) z dvakratnim standardnim odklonom (siv pas okrog črne krivulje), referenca (črtkana modra krivulja). Detajl (zgoraj) zajema potek med 97. in 132. sekundo. Spodnji graf prikazuje regulirni signal PID-regulatorja (modra krivulja), nato regulirni signal prediktivnega vodenja s samorazvijajočim se GP-modelom (črna krivulja).

Algoritem vodenja smo pohitrili tako, da smo ga paralelizirali. Razdelili smo ga po samostojnih enotah: nadzorna enota (eN), identifikacijska enota (eI) in več vzporednih regulacijskih enot (eRi), kjer i pomeni indeks regulacijske enote. Omenjena delitev algoritma na enote omogoča izrazito modularnost, ki omogoča izvedbo sistema

za več procesorskih jeder, vendar taka izvedba zahteva medsebojno komunikacijo in sinhronizacijo. Porazdeljeni algoritem omenjenih enot je prikazana v preglednici 1.

Shema izvedbe algoritma v obliki enot je prikazana na sliki 8. S paralelizacijo izvedbe algoritma smo dosegli zadosti majhen čas izraču-

navanja vhodnega signala, ki mora znašati manj kot 0,1 sekunde. Izračunavanje znotraj časovnega okvira se zahteva le za nadzorno in regulirne enote. Identifikacijski enoti smo dovolili daljši časovni okvir izračunavanja, kar pomeni, da lahko nov GP-model pridobimo šele po nekaj časovnih korakih.



Slika 10. Časovna obremenjenost nadzorne enote med vodenjem z delitvijo na komponente časovne obremenjenosti posameznih nalog. Izstopajoče konicе skupne časovne obremenjenosti so označene s piko.

4.3 Eksperimentalni rezultati

Potek vodenja nestabilnega hidravličnega sistema je prikazan z regulacijskim signalom u in izhodnim signalom procesa y (slika 9). Poleg izhoda procesa je prikazana napoved GP-modela z dvakratnim standardnim odklonom v obliki sivega pasu. Oscilacija signala izhoda procesa na sliki 9 je posledica kvantizacije izhodnega signala. Na sliki 10 je prikazana kumulativna vsota časa izračunavanja v nadzorni enoti eN.

Zaradi varnosti smo sistemu najprej zagotovili stabilno ustaljeno stanje s PID-regulatorjem. V 10. sekundi je pričela delovati sprotna identifikacija modela, nato smo v 60. sekundi

spremenili vodenje tako, da smo zamenjali PID-regulator z adaptivnim prediktivnim regulatorjem.

Iz slike lahko sklepamo, da od 10. do 60. sekunde samorazvijajoči se GP-model pridobi dovolj informacije o sistemu, ker vodenje ostaja vhodno-izhodno stabilno v trenutnem področju delovanja. Zaprtizančni sistem je stabilen tudi po 94. sekundi, ko smo referenčni signal nastavili v območje delovanja, ki ga ne poznamo.

■ 5 Zaključek

V prispevku smo predstavili algoritem za adaptivno prediktivno vodenje s samorazvijajočim se GP-modelom. Metodo vodenja smo preizkusili na hidravlični modelni napravi. Iz rezultatov lahko razberemo, da je bila izvedba uspešna kljub brez vnaprej znanega modela za nestabilni, nelinearni proces s kvantiziranim izhodnim signalom.

Pri izvedbi vodenja smo morali biti pozorni na čas izračuna optimalnega regulacijskega signala, ki je moral biti krajši od časa vzorčenja. Računska zahtevnost algoritma za vodenje ni zanemarljiva in kratek čas vzorčenja otežuje izvedbo vodenja sistema. Ta problem smo rešili z izdelavo vzporednih sistemov za hitrejši izračun optimalnega regulacijskega signala.

Viri

- [1] Juš Kocijan. Modeliranje dinamičnih sistemov z umetnimi nevronskimi mrežami in sorodnimi metodami. Založba Univerze v Novi Gorici, Nova Gorica, 2007.
- [2] Kristjan Ažman. Identifikacija dinamičnih sistemov z Gaussovimi procesi. Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 2007.
- [3] Alojzij Pavlinič. Modeliranje in računalniško vodenje nestabilnega laboratorijskega procesa. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo, 1991.
- [4] Drago Matko. Identifikacije. Založba FE in FRI, Ljubljana 1998.
- [5] D. Petelin, J. Kocijan. Control system with evolving Gaussian process models. IEEE Workshop on Evolving and Adaptive Intelligent Systems (EAIS), 2011, str. 178–184, 2011.
- [6] D. Petelin, J. Kocijan, A. Grancharova. On-line Gaussian process model for the prediction of the ozone concentration in the air. Simulation Modelling Practice and Theory, Vol. 33, str. 68–80, 2013.
- [7] D. Petelin and J. Kocijan. Evolving Gaussian process models for predicting chaotic time-series. IEEE Conference on Evolving and Adaptive Intelligent Systems (EAIS), 8 str., 2014.
- [8] Jan M. Maciejowski. Predictive control with constraints. Pearson Education Limited, Harlow, 2002.
- [9] C. E. Rasmussen, C. K. I. Williams. Gaussian processes for machine learning. MIT Press, Cambridge, MA, London, 2006.
- [10] J. Kocijan. Control Algorithms Based on Gaussian Process Models: A State-of-the-Art Survey, Proceedings Volume from the Special International Conference on Complex Systems: Synergy of Control, Communications and Computing - COSY 2011, str. 69–80 2011.
- [11] Martin Stepančič. Vodenje s samorazvijajočimi modeli na podlagi Gaussovih procesov. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, 2013.
- [12] User guide and specifications NI-USB6008/6009, National Instruments Corporation, 2005. Dosegljivo: <http://www.ni.com/pdf/manuals/371303m.pdf> [Dostopano 24. 4. 2014].
- [13] Libusb-1.0 API reference. Sourceforge. Dosegljivo: <http://libusb.sourceforge.net/api-1.0/> [Dostopano 11. 7. 2013].

Model predictive control of an unstable dynamic system with online probabilistic identification

Abstract: A model predictive control algorithm with probabilistic model is presented which enables the control of open-loop unstable dynamic systems. The role of this method is to determine a suitable control signal of the process by minimizing a predetermined cost function. The cost function should reflect the performance of the closed-loop system. It depends on the horizon of the input signal, the reference signal, and a multi-step prediction of the system output. The latter's accuracy depends on the quality of the model which in our case is a Gaussian process model that is a probabilistic and black-box model. Its advantage is the prediction with a measurement uncertainty, and the modelling without knowing the physical or chemical background of the process. The prediction uncertainty is given as the variance of the prediction distribution. The estimated variance helps to avoid leading the process into unknown operating regions. On the other hand, the model adapts to a new operating region with an online model identification.

Keywords: dynamic system, automatic control, model-predictive control, Gaussian-process model, online identification



IFAM
international trade fair of
automation & mechatronics



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

SPONZOR

ELEKTRO *POJBI*

Celje, Slovenija
28.-30.01.2015
www.ifam.si

Slovenska pištola REX zero 1

Tadej KOSEL

Pred nami je nov izdelek – polavtomatska pištola slovenskega podjetja Arex d.o.o. iz Šentjerneja, ki bo navdušil marsikaterega športnega strelca v Sloveniji in v tujini. Zagledala je luč sveta konec meseca septembra po več letih razvoja. Razvoj izdelka s slovenskim znanjem je prispeval k marsikateri noviteti v svetu polavtomatskih pištol. Pištola je izdelana za naboj 9 × 19 (označeno tudi kot: 9 mm, 9 × 19 mm, 9 mm Parabellum, 9 mm Para, 9 mmP in 9 mm Luger).



Pištola – splošni pogled

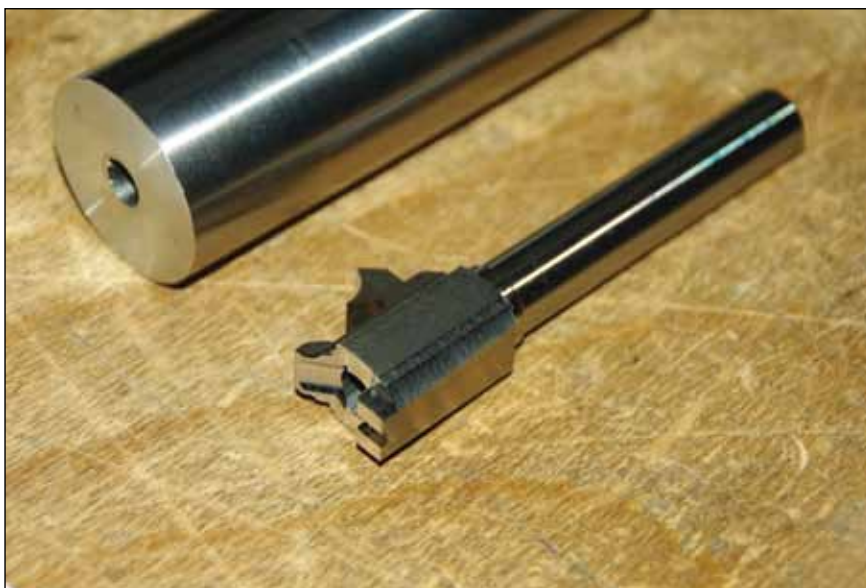
Ta pištolni naboj je leta 1902 izdelal Georg Luger v nemški tovarni orožja DWM (Deutsche Waffen- und Munitionsfabriken) za njihovo polavtomatsko pištolo Luger. Ime Parabellum je dobil po latinskem izreku *Si vis pacem, para bellum*, ki pomeni: »Če želiš mir, se pripravi za vojno«. Naboj 9 × 19 je standardni naboj NATO po standardu STANAG 4090. Je najpopularnejši in najbolj uporabljan vojaški pištolni naboj na svetu. Razširjen je tudi kot pištolni naboj za športne pištole v večini držav. Oznaka 9 × 19 pomeni, da je premer krogle 9 mm (noranji premer cevi 8,8 mm) in dolžina tulca 19 mm. Dolžina celega naboja je 30 mm.

Izr. prof. dr. Tadej Kosel, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Pištola REX zero 1 je polavtomatska pištola z blokiranim zaklepom in John Browningovo nihajočo cevjo s kratkim odsunskim delovanjem. Polatomatska pištola izkorišča odsun pri izstrelitvi krogle za izmet tulca in polnjenje pištole z novim nabojem. Kratko odsunsko delovanje pomeni, da se gibljeta zaklep in cev le kratek čas skupaj, nato se ločita in potuje nazaj samo zaklep, cev pa ostane spredaj ter nagnjena navzgor. Ko prihaja zaklep ponovno v prednjo lego, povleče cev s seboj do prednje lege. Cev se poravnava z zaklepom in se blokira v zaklepu. Tako je orožje pripravljeno na naslednji strel. V trenutku sprožitve strela sta zaklep in cev spojena med seboj, zato je izguba plinov, ki nastanejo z gorenjem smodnika, in s tem padec tlaka, zanemarljivo majhna.

Pri pištoli REX zero 1 sta cev in ležišče naboja narejena iz enega kosa, kar poveča življenjsko dobo tega sestava za 30–40 %. Večina pištol ima ta del narejen iz dveh delov, ki sta zaradi manjše porabe materiala spojena s krčnim nasedom. Cev je hladno kovana, klasično risana z vijačnico dolžine 250 mm (1 : 9,84 inch) in ima 6 utorov. Ogrodje pištole, tako zaklep kot zaklepišče in ročaj, so izdelani iz aluminijeve zlitine 7075-T6 z rezkanjem. Zlitina ima natezno trdnost med 510 in 572 MPa in se lahko primerja po trdnosti z jekli, s tem, da je lažja od jekla. Vsi aluminijasti deli so trdo eloksirani v črni barvi, medtem ko so barvni deli še prevlečeni s keramično barvo Ceracoat. To je mokra keramična barva na podlagi nanotehnologije, kjer pride na površini po izhlapevanju tekočine do samorganizacije nanodelcev, ki ustvarijo barvni zaščitni sloj, na katerega se ne primeta voda in umazanija. Možne so tri barve: črna, olivno zelena in peščeno rjava.

Platnici na ročaju, v katerem je nabojnik, sta iz črne plastične mase in skrbita za dober oprijem pištole z narebrčenjem in ergonomsko obliko. Možni so trije nabojniki, s 15, z 18 ali 20 naboji. Zaklep ima zaradi večje varnosti pri upravljanju s pištolo na zgornji strani indikator naboja v cevi. Za varnost je poskrbljeno še z varovalko, katere ročica je na obeh straneh zaklepišča, kar je priročno za desničarje in levičarje. Varovalka odklopi sprožilec od sprožilnega mehanizma, tako da se premika v prazno in varuje pred nenamernim proženjem. Varovalka je



Cev s sedežem

vklopljena, ko je ročica v zgornjem položaju. Ko je ročica varovalke v spodnjem položaju, je na zaklepu vidna rdeča pika, ki opozarja na aktivno pištolo, pripravljeno na strel. Varovalka omogoča, da pištolo hranimo v toku z napetim klavdicem, kar ni navadno pri ostalih klasičnih pištolah. To omogoča strelcu, da prvi strel izstrelji hitreje in z večjo

natančnostjo, kajti pištola takoj deluje v enojnem načinu delovanja (SA – Single Action). Klasične polavtomatske pištole delujejo na dva načina, enojno delovanje (SA – Single Action) in dvojno delovanje (DA – Double Action). Pri enojnem delovanju mehanizma proženja je klavdice že napeto in ga s sprožilcem samo sprostimo, zato je sila

proženja majhna in pot sprožilca kratka. Pri dvojnem delovanju mehanizma proženja klavdice še ni napeto, zato ga moramo napeti s sprožilcem. V tem primeru je sila proženja večja in pot sprožilca daljša. Pri pištoli REX zero 1 je sila proženja v enojnem delovanju 20 N in pot sprožilca 5 mm, v dvojnem delovanju pa je sila 55 N in pot sprožilca 14 mm. Pri veliki sili proženja in dolgi poti sprožilca je strel manj natančen, ker je premik roke med proženjem navadno večji.

Na zaklepišču so tri ročice. Poleg ročice varovalke sta še ročica za blokado zaklepa v zadnjem položaju in ročica za snemanje zaklepa iz zaklepišča. Ročica za blokado zaklepa ima dve funkciji, kar je posebnost pri tej pištoli. Če ročico dvignemo, ko je zaklep v zadnjem položaju, blokira zaklep v tem položaju oziroma se dvigne samodejno, kadar je nabojnik prazen, tako med streljanjem kot med ročnim potegom zaklepa nazaj. Če ročico pritisnemo navzdol, ko je zaklep blokiran v zadnjem položaju, se zaklep sprostí in skoči v prednji položaj. Istočasno, ko gre zaklep v zadnji položaj, se napne klavdice in ko gre zaklep naprej, klavdice ostane napeto. Če je naboj v ležišču naboja, je pištola pripravljena na strel. Za zavarovanje pištole pred neželenim proženjem imamo v tem trenutku dve možnosti. Ali dvignemo ročico varovalke v zgornji položaj, da sprožilec ne more sprožiti klavdice, ali pa potisnemo navzdol ročico za blokado zaklepa in spustimo klavdice v prednji položaj (ang. Decocker), tako da klavdice ni več napeto in ne moremo sprožiti pištole z enojnim delovanjem.

V prvem primeru je pištola v največji stopnji pripravljenosti in jo po sprostitvi varovalke lahko sprožimo z enojnim delovanjem, torej manjšo silo in zato bolj natančno. V drugem primeru je pištola tudi v pripravljenosti, vendar jo po sprostitvi varovalke lahko sprožimo v dvojnem načinu delovanja, tako da sprožilni mehanizem najprej napne klavdice in nato klavdice tudi sproži. Za to je potrebna večja sila



Zaklep (meritev natančnosti izdelave)



Stroj za hladno kovanje cevi

in posledično manj natančen strel. Po prvem strelu v dvojnem načinu delovanja pištola samodejno preide v enojni način delovanja, torej je v teh dveh opisanih primerih razlika samo v prvem strelu. Primer z napetim kladivcem in aktivirano varovalko je priročen predvsem za športne strelce, ki se udeležujejo tekmovanj v dinamičnem streljanju.

Cev je izdelana iz kvalitetnega jekla, po končni obdelavi jo še nitrirajo in naogljčijo v slani kadi po postopku Tenifer. S tem je cev korozijsko zaščitena in površinsko utrjena. Površinska zaščita zmanjša tudi trenje na drsnih površinah med delo-

vanjem pištole. Surovec za izdelavo cevi je okrogla jeklena palica, ki jo najprej odrežejo na dolžino cevi, nato zvrtajo v cev luknjo, luknjo honajo in nato gre cev na stroj za hladno kovanje. Ta naredi tudi vijačne utore (ang. Rifling), ležišče naboja ter prehodni konus iz ležišča naboja v risano cev. Na koncu cev še obdelajo z zunanje strani, postružijo in porezkajo ležišče naboja na končno obliko.

Manjši deli pištole, ki so vidni, kot so ročke, varovalke, kladivence, so narejeni po postopku prašne tehnologije (ang. Metal Injection Molding).



Zaklep v zadnjem položaju, kjer je vidna nagnjena cev navzgor

Pištola ima zanko za možnost vpetja na varnostni pas za policijske in vojaške potrebe, na sprednjem spodnjem delu zaklepišča ima vodilo za dodatno opremo, kot je laserska namerilna naprava ali baterijska svetilka za nočno delovanje. Oba merka, sprednji in zadnji, sta zamenljiva, tako da lahko serijsko vgrajena merka z belo piko nadomestimo z merkoma, ki vsebujeta svetlobno vlakno. Zadnji merka je lahko tudi nastavljiv. Branik sprožilca je dovolj velik, da lahko streljamo tudi v rokvavah. Zaklep je za enostavnejše repetiranje pištole od zgornje ali spodnje strani narebren na dveh mestih, spredaj in zadaj. Komplet je sestavljen iz kovčka, v katerem je pištola, dva nabojnika za 18 nabojev in čistilni komplet. Po želji se bo dobilo tok iz Cordure ali Kydexa.

V podjetju lahko pištolo prilagodijo zahtevam kupca, kar pomeni, da lahko zmanjšajo maso zaklepa za hitrejšo delovanje, prilagodijo povratno vzmet za manjši odsun, spolirajo naležne površine sprožilnega mehanizma za mehkejšo proženje in ostale fine nastavitve, ki jih cenijo športni strelci.

Pištolo trži podjetje SLOVARMS – trgovina z orožjem in opremo za lov in prosti čas, Kraška cesta 67, 6215 Divača.

Začetki podjetja Arex d.o.o. segajo v leto 1994, ko so začeli s proizvodnjo orodij in izvajanjem orodjarskih storitev za trg. Dejavnosti podjetja so proizvodnja vojaške opreme, izdelava orodij za brizganje in obdelavo kovin. Poleg tega izdelujejo komponente za avtomobilsko in smučarsko industrijo. Trenutno imajo 80 zaposlenih. Moč podjetja se odraža v prepoznavanju in razvoju poslovnih priložnosti za razvoj v majhnem obsegu, tako za namensko kot tudi za ostalo industrijo. So proizvajalci namenske opreme že skoraj 20 let in paleta izdelkov vsako leto še naprej raste. Sestavljena je iz naslednjih glavnih proizvodnih linij:

- Plastično trening strelivo (do kalibra 7,12 × 99 mm);



Uporaba pištole, klavdice v napetem položaju

- Plastično maneversko strelivo (do kalibra 7,12 × 99 mm);,
- Nebojno strelivo (do kalibra 7,62 × 51 mm);
- Kovinski in plastični povezovalni členi za redenike (Links) M27, M13, M9 in MK15;
- Izdelava sestavnih delov za orožje (so eden od glavnih dobaviteljev za FN Herstal);
- Izdelava pištole REX Zero 1 kalibra 9 × 19 mm;
- Strankam prilagojene proizvodne linije (kot so linije za povezovanje streliva, vizualne kontrolne linije za strelivo itd.).

Široka paleta njihovih izdelkov predstavlja željo in obvezo, da nadaljujejo rast proizvodnih programov.

Redno uvajanje novih izdelkov v ponudbo izdelkov, ki so plod lastnega razvoja, želje kupcev in zahteve, služi kot njihov moto "Razvoj kot način življenja".

I PRO ING d.o.o.

- Varilna oprema in varilni materiali vodilnega svetovnega proizvajalca **LINCOLN ELECTRIC**
- Varilna oprema proizvajalca **MERKLE** - Nemčija
- Širok izbor dodatnih materialov za varjenje
- Industrijsko odsesovanje in odpraševanje - **NEDERMAN**
- Hitro zaporne spojke za vse aplikacije in različne medije
- Avtomatizacija varjenja
- Implementacija in integracija varilnih sistemov in tehnologij na robotskih aplikacijah

**LINCOLN
ELECTRIC**

Nederman

MERKLE

walther
präzision
Quick Coupling Systems



V SODELOVANJU Z NAJBOLJŠIMI

Servis varilne opreme

Pooblaščen zastopnik za Slovenijo:
I PRO ING d.o.o., Tel.: 01/56-11-045, info@ipro.si, www.ipro.si

Ležaji, ki ne potrebujejo mazanja

Stojan DROBNIČ

Danes so proizvajalci strojev in opreme pod večjim pritiskom kot kdajkoli prej, kako zmanjšati proizvodne stroške, ne da bi s tem žrtvovali zmogljivosti strojev. To ravnovesje je zelo težko doseči.

Proizvajalci originalne opreme (OEM) pogosto spregledajo preprosto rešitev, ki lahko pozitivno in dolgoročno vpliva na njihovo dobičkonosnost in prav tako prihrani stroške njihovim kupcem: z odpravo maziv. Z odpravo mazalnih sistemov, kjer je le mogoče, lahko proizvajalci originalne opreme zmanjšajo proizvodne stroške, hkrati pa svojo opremo naredijo tržno bolj zanimivo in cenejšo za končne uporabnike.



Slika 1. Mazati ali ne mazati

Kakšne so posledice težav z oznako »mazanje ležajev«? Glede na mnenje večjega podjetja za izdelavo krogljastih ležajev je kar 54 odstotkov poškodb ležajev povezanih z nepravilnim mazanjem (slika 1). V študiji, ki jo je opravil Massachusetts Institute of Technology (MIT), je bilo ocenjeno, da ameriška industrija vsako leto izgubi približno 240 milijard \$ zaradi izpadov v proizvodnji zaradi popravila poškodovane opreme, ki je posledica slabega mazanja.

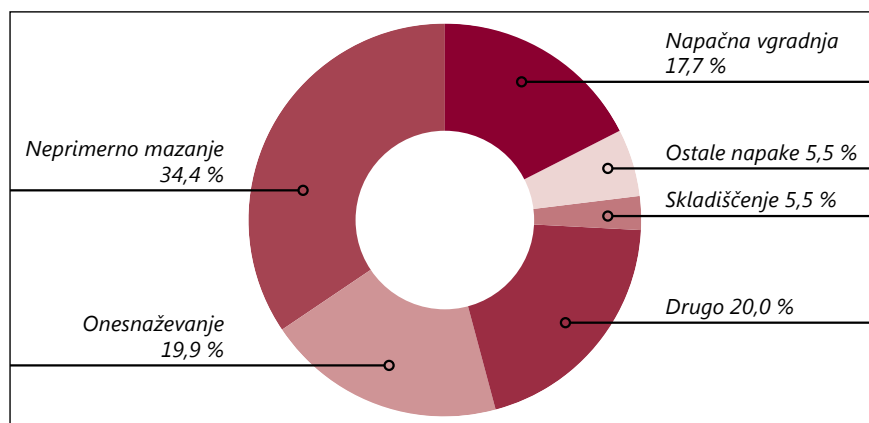
Nepravilno mazanje ležajev ali ponovno mazanje predstavlja od 40 do 50 odstotkov strojnih napak. Z odpravo mazanja na strojih lahko proizvajalci originalne opreme zmanjšajo stroške in tveganja, povezana z vzdrževanjem za končne

ga uporabnika. Istočasno se lahko zmanjšajo stroški, povezani s pravnim odstranjevanjem mazalnih olj in maziv.

■ Prednosti samomazalnih polimernih ležajev

Samomazalni plastični ležaji so izdelani iz visokozmogljivih polimerov in za razliko od kotaljenja kroglic v krogljastem ležaju priha-

za uporabo v laboratorijih in prehrambni industriji, kjer se za delovanje zahteva čistoča, brez prisotnosti olja ali masti. Polimerni ležaji se dobro odrežejo tudi v umazanih okoljih (kmetijske dejavnosti), ker bi maziva pritegnila prah in umazanijo. Uporabljajo se lahko tudi na oseh iz mehkejšega materiala, kot npr. eloksirani aluminij, ki je zelo odporen proti koroziji in je načeloma tudi cenejši in lažji kot kaljena ali nerjavna jekla.





Slika 2. Vrste napak, povezanih z mazanjem. Vir: SKF, USA Inc

ja v polimernih ležajih do drsenja. Sestavljeni so iz polimerne osnove, ki je optimizirana in ojačana z vlakni in homogenimi mazivi. Ojačana vlakna povečujejo odpornost proti obrabi in obremenitvam, hkrati pa homogena maziva iz ležaja tvorijo mikroprevleko na gredi, ki zmanjšuje trenje. Za delovanje ne potrebujemo nobenega olja ali masti, saj samomazalni ležaji delujejo popolnoma na suho. Samomazalni polimerni ležaji so idealna rešitev

● Odprava stroškov vzdrževanja

Uporaba visokozmogljivih samomazalnih ležajev lahko bistveno zmanjša stroške vzdrževanja kot tudi število nenačrtovanih izpadov zaradi poškodb ležajev. Proizvajalci originalne opreme, ki uporabljajo samomazalne plastične ležaje, lahko predpišejo vzdrževanje sistema, ki ne potrebuje mazanja, kar pomeni določeno prednost pred proizvajalci, ki v svojih navodilih za vzdrževanje predpisujejo

Stojan Drobnič, HENNLICH,
d. o. o., Podnart

LEŽAJI	
KROGLIČNI LEŽAJI	POLIMERNI LEŽAJI
	
+ nizek koeficient trenja	+ neobčutljivi na umazanijo
+ suho delovanje, brez mazanja	+ dušenje vibracij
+ majhna zračnost	+ kratki linearni hodi
+ visoke dinamične obremenitve	+ visoke statične obremenitve
– visoka cena	+ linearno ali rotacijsko gibanje
– slabo dušenje vibracij	+ nizka teža
– potrebuje mazanje	+ ugodna cena
– glasno delovanje	+ neobdelane osi
– obdelane osi	– visok koeficient trenja
	– velika zračnost

Slika 3. Primerjalna tabela krogličnih in samomazalnih polimernih ležajev

cikle mazanja. Če samomazalni ležaji potrebujejo zamenjavo, so stroški nadomestnega dela (majhna, poceni plastična obloga) zanemarljivi.

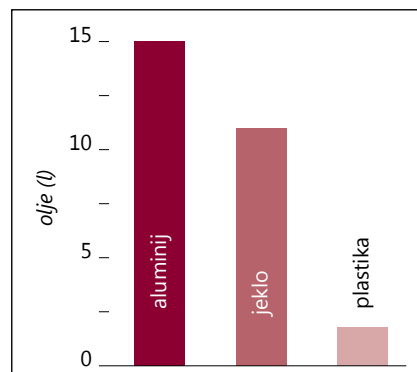
• Nižji stroški proizvodnje

Plastični ležaji ne potrebujejo obdelave in drugih procesov, potrebnih za namestitve krogličnih ležajev. Ti so cenejši in ne zahtevajo maziv in mazalne opreme, kot so mazalne linije ali črpalke. Plastični ležaji se lahko uporabljajo tudi na oseh iz

cenejšega materiala, kot so aluminij ali hladno valjana jekla. Nekatera podjetja ponujajo spletne kalkulatorje, ki lahko izračunajo pričakovano življenjsko dobo. Taki programi so idealni, ker odpravljajo potrebo po testiranju in prihranijo čas in napake pri izbiri materiala.

• Ekološke prednosti polimernih ležajev

Študije so pokazale, da več kot polovica strojnih maziv, uporabljenih



Slika 5. Potrebna energija nafte za proizvodnjo posameznih materialov

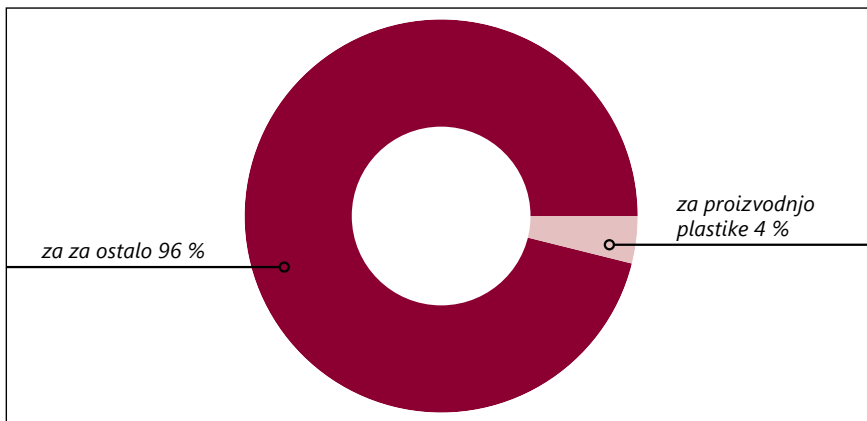
v Nemčiji (podobni, če ne celo slabši, so podatki za Evropo), pronica v zemljo, vodo ali izhlapi v ozračje. Raziskave okoljevarstvenih strokovnjakov inštituta univerze RWTH iz Aachna kažejo, da samo v Nemčiji porabijo okoli 250.000 ton maziv na leto. S to količino lahko napolnimo 8000 avtociŝtern.

Energijsko ravnotežje pri proizvodnji plastike je zelo pozitivno:

- za proizvodnjo 1 l aluminija je potrebna energija 15 l nafte,
- za proizvodnjo 1 l jekla je potrebna energija 11 l nafte,
- za proizvodnjo 1 l plastike je dovolj energija 1,8 l nafte.



Slika 4. 8000 cistern, toliko maziva se porabi v Nemčiji v enem letu



Slika 6. Količina surove nafte, ki se porabi za proizvodnjo plastike

Medtem ko letna poraba surove nafte iz leta v leto narašča, pa za proizvodnjo plastike porabimo samo 4 % skupne nafte. To razmerje bo s časom še padalo, mogoče tudi zaradi povečane proizvodnje rastlinskih olj.

• **Ekološko usmerjena proizvodnja**

Prav tako je bil že izdelan prvi biopolimerni ležaj, ki temelji na 54 % obnovljivih surovin. Osnova novega polimera »iglidur N54« so rastlinska olja in ne surova nafta.

Po predvidevanjih evropskega združenja Bioplastic se pričakuje, da se

bodo proizvodne zmogljivosti za proizvodnjo bioplastike povečale s cca 700.000 ton v letu 2010 na cca 1.700.000 ton do leta 2015.

■ **Zaključek**

Polimerni ležaji so na tržišču že zelo uveljavljeni, tudi v marsikateri zelo zahtevni aplikaciji, tako v industriji kot tudi v domačih rešitvah.

Z uporabo polimernih ležajev obenem pozitivno skrbimo za varstvo okolja.

Z uporabo polimernih ležajev se skupni stroški proizvodnje in tudi



Slika 7. Varovanje in ohranjanje okolja z uporabo obnovljivih virov

vzdrževanja znižajo. V tem lahko najdemo prednosti tako za proizvajalce kot za uporabnike. In to za vse skupaj pomeni lepšo prihodnost.

Viri

- [1] Matt Mowry, The True Cost of Bearing Lubrication, 2011
- [2] Dokumentacija podjetja Igus



PowerLuber 18 V

ročna mazalka ima več kot drugi

- **LCD zaslon kaže**
 - količino dozirane masti
 - nivo masti v kartuši
 - stanje baterije
- **LED osvetlitev** omogoča mazanje tudi v temnih kotičkih
- **18 V litij ionska baterija** zdrži do 3x dlje od običajnih

Koliko masti prihranite zaradi novega zaslona, si oglejte na www.hennlich.si/PL

Pokličite 04 532 06 04.





HENNLICH

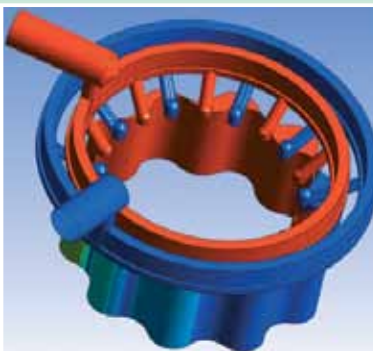
HENNLICH d.o.o., Podnart 33, 4244 Podnart

LABORATORIJ ZA POGONSKO-KRMILNO HIDRAVLIKO

Smo laboratorij z dolgoletno tradicijo na področju pogonsko-krmilne hidravlike. Ukvarjamo se z oljno in tudi ekološko prijazno vodno PK hidravliko, pri tem pa uporabljamo sofisticirano in sodobno merilno in programsko opremo. To se odraža v večjem številu uspešno zaključenih projektov in sodelovanju z uspešnimi slovenskimi podjetji.

Obrnite se na nas, če potrebujete:

- razvoj in optimiranje hidravličnih sestavin in naprav
- izdelavo hidravličnih naprav
- izboljšave in popravilo hidravličnih naprav in strojev
- izdelavo sodobnega krmilja za hidravlične stroje
- izobraževanje na področju hidravlike
- ekološke hidravlične naprave za pitno vodo
- izdelavo ali izris hidravličnih shem
- itd.



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo
Aškerčeva 6
1000 Ljubljana
T: 01/4771115, 01/4771411
E: lpkh@fs.uni-lj.si
<http://lab.fs.uni-lj.si/lft/>



Kaj je natančnost, hitrost, zanesljivost?



Staubli roboti zagotovilo za optimalne rešitve v vseh industrijskih panogah.

DOMEL[®]
Trajnostne inovativne rešitve

STÄUBLI

Kontaktne podatki:
Brane Čenčič,
Tel: 00386 4 511 73 55,
E-mail: brane.cenic@domel.si,
www.staubli.com

Leta 2013 rekord števila prodanih industrijskih robotov v enem letu

Tomaž PERME

Leta 2013 se je prodaja industrijskih robotov v primerjavi z letom 2012 povečala za 12 % in je s 178 132 enotami dosegla največjo prodajo v enem letu v vsej zgodovini robotike. Tako poroča statistični oddelek mednarodne robotske organizacije IFR (International Federation of Robotics), ki vsako leto objavi poročilo o robotiki v svetu. V prispevku povzemamo nekatere najbolj zanimive podatke po njihovem izvršnem poročilu ter po poglavju o Sloveniji iz poročila World Robotics 2014.

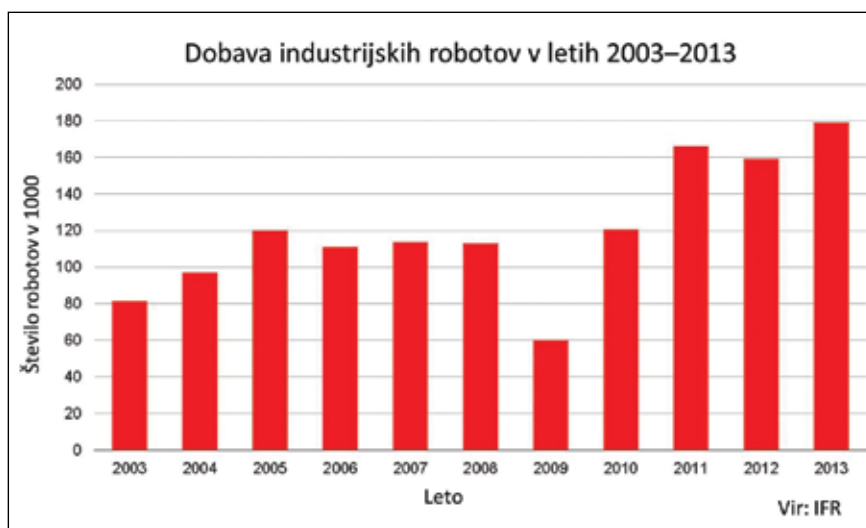
■ Prodaja industrijskih robotov

Rast prodaje industrijskih robotov v avtomobilski in kemični industriji, industriji plastike in gume, enako v živilski industriji se je nadaljevala tudi leta 2013. Prodaja robotov se je po zmanjšanju investicij leta 2012 leta 2013 povečala tudi v elektroindustriji in elektronski industriji. Kitajska je z 20-odstotnim deležem celotne prodaje leta 2013 postala največji trg za industrijske robote. Približno 70 % novih industrijskih robotov so prodali na Japonskem in Kitajskem ter v Združenih državah Amerike, Koreji in Nemčiji.

Leta 2013 je bilo v Ameriki dobavljenih 30 300 industrijskih robotov, od tega 23 700 v Združene države Amerike, kar je 8 % oziroma 6 % več kot leta 2012. Gibalo rasti sta bili splošna industrija in dobavitelji avtomobilski industriji, med tem ko so proizvajalci avtomobilov zmanjšali vlaganje v robote glede na leto 2012.

Azija z Avstralijo in Novo Zelandijo je področje z daleč največjim številom prodanih industrijskih robotov na svetu. Leta 2013 so prodali 98 807 enot, kar je 17 % več kot leta 2012, k rasti pa so prispevala vla-

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



Slika 1. Ocenjena letna dobava industrijskih robotov v letih od 2003 do 2013 (vir: International Federation of Robotics).

ganja v vseh industrijskih panogah. Na Kitajskem je bilo leta 2013 prodanih 36 560 robotov, s čimer je Kitajska postala največji trg glede na letno prodajo. Med leti od 2008 do 2013 se je število industrijskih robotov na Kitajskem povprečno povečevalo s približno 36-odstotno letno stopnjo rasti. V Republiki Koreji se je leta 2013 povečala prodaja glede na leto 2012 za 10 % na približno 21 300 industrijskih robotov. Na Japonskem so leta 2013 prodali 25 110 industrijskih robotov, kar je 12 % manj kot leta 2012.

Prodaja industrijskih robotov je v Evropi leta 2013 skoraj dosegla vrh iz leta 2011 (43 800). S 43 300 enotami je bilo prodanih za 5 % več indu-

strijskih robotov kot leta 2012. Gonilo rasti so bili proizvajalci avtomobilov, ki so s 13 800 enotami povečali letno nabavo industrijskih robotov za 17 %. V Nemčiji, ki je daleč največji evropski trg industrijskih robotov, je bilo leta 2013 s 18 300 enotami prodanih za 4 % več industrijskih robotov kot leta 2012. Proizvajalci avtomobilov so bili tudi tokrat gonilo rasti, dobavitelji avtomobilski industriji pa so še zmanjševali vlaganja v industrijske robote.

V Italiji so leta 2013 prodali 4701 industrijski robot, kar je za 7 % več kot leta 2012. V Španiji se je povečala prodaja za 38 % na 2800 enot, v Združenem kraljestvu in Franciji pa se je zmanjšala za 16 % ozi-

roma 27 % na 2486 oziroma 2200 enot. V Beneluxu se je nadaljevala rast prodaje in je leta 2013 dosegla 1900 enot, na Švedskem pa se je s 1200 enotami tudi povečala glede na leto 2012. V Osrednji in Vzhodni Evropi se je nadaljevala zmerna rast, razen na Češkem in Slovaškem. V Turčiji je prodaja industrijskih robotov leta 2013 s 1100 enotami dosegla novo največjo vrednost.

Slovenija je po rekordnem letu 2012 s 345 enotami sicer dosegla drugo najboljšo letno prodajo industrijskih robotov (Slika 2), vendar je bila ta leta 2013 z 267 enotami za skoraj 23 % manjša kot leta 2012. Vzrok za to je predvsem zmanjšanje vlaganj v avtomobilski industriji. Od uvedbe prvih robotov v industri-

na spodnje meje je narejena po metodi, ki predvideva povprečno dobo uporabnosti industrijskih robotov 12 let. Po zadnjih raziskavah, ki so pokazale, da je povprečna doba industrijskih robotov 15 let, bi bilo lahko na svetu delujočih približno 1 600 000 robotov. V Sloveniji je bilo po oceni leta 2013 delujočih približno 1600 robotov.

■ Število industrijskih robotov v predelovalni dejavnosti

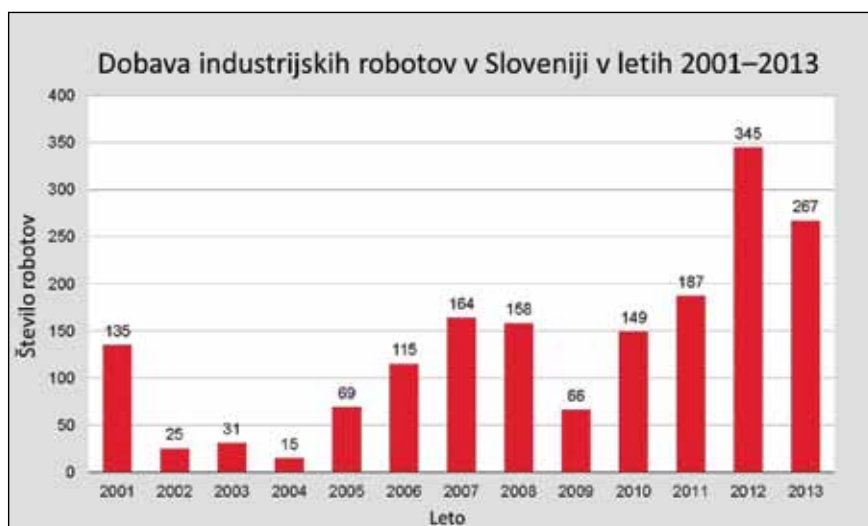
Primerjava gospodarstva zgolj s podatki o velikosti robotskega trga in številom industrijskih robotov je lahko zavajajoča, saj ne upošteva velikosti proizvodne industrije. Bolj

zaposlenih ponovno na samem vrhu. Vzrok za to so nenehna velika vlaganja v robote v zadnjih letih. Japonska je gostoto robotov leta 2013 zmanjšala na 323, Nemčija pa povečala na 282 enot na 10 000 zaposlenih. Sledijo Švedska s 174 ter Belgija in Danska s 169 oziroma 166 roboti na 10 000 zaposlenih. Gostota robotov je v teh državah pomembno večja v zadnjih letih oziroma kot leta 2012. Rast se je nadaljevala tudi v Združenih državah Amerike, ki je imela leta 2013 v predelovalni dejavnosti 152 robotov na 10 000 zaposlenih. Tajvan je imel 142, Španija 141, Francija 125, Finska 122, Avstrija 118 in Kanada 116 industrijskih robotov na 10 000 zaposlenih. Na Nizozemskem, v Sloveniji, na Slovaškem, v Švici, Avstraliji, Češki republiki in Združenem kraljestvu so imeli gostoto robotov od 93 do 66 enot na 10 000 zaposlenih. V vseh drugih državah je bila gostota robotov leta 2013 pod svetovnim povprečjem, znašalo je 62 enot na 10 000 zaposlenih v predelovalnih dejavnostih. Po področjih je bila gostota robotov v Evropi 82, Ameriki 73 in Aziji 51 enot na 10 000 zaposlenih.

Glede na podatke Statističnega urada Republike Slovenije o zaposlenih v predelovalni dejavnosti in oceni števila delujočih robotov je bilo v Sloveniji leta 2013 skoraj 90 delujočih industrijskih robotov na 10 000 zaposlenih v predelovalni dejavnosti, kar je za približno 45 % oziroma 10 % več od svetovnega oziroma evropskega povprečja.

Viri

- [1] www.worldrobotics.org
[2] www.ifr.org



Slika 2. Ocenjena letna prodaja industrijskih robotov v Sloveniji. Podatki za leta pred 2004 temeljijo na ocenah. (Vir: World Robotics 2014)

jo leta 1960 do konca leta 2013 je bilo v svetu prodanih približno 2 605 000 industrijskih robotov, vključno z robotu podobnimi napravami na Japonskem. Veliko teh robotov ni več v uporabi. Po oceni statističnega oddelka pri IFR od teh še deluje od 1 332 000 do 1 600 000 robotov. Oce-

primerno oceno o industrijski razvisti neke države, vsaj z vidika avtomatizacije, daje število delujočih industrijskih robotov na 10 000 zaposlenih v predelovalnih dejavnostih.

Leta 2013 je bila Republika Koreja z gostoto 437 robotov na 10 000



Se to lahko zgodi tudi našim domovom?



Požar na daljnovodu (foto: www.youtube.com/watch?v=rw4UP5mvHq8)

Dobrega pol leta je mimo in vsi se še živo spominjamo, kako je letošnja zimo narava pokazala svojo neizmerno moč. Takrat nas je ledena ujma v osrednji Sloveniji za nekaj dni prikovala na naše domove. Po najhujšem pa smo lahko na lastne oči videli, kako nemočni smo proti naravnim silam. Posebej so bili opazni uničeni daljnovodi, na katerih so se v kritičnih trenutkih pojavili požari (<https://www.youtube.com/watch?v=rw4UP5mvHq8> in <https://www.youtube.com/watch?v=w57nU7R-VSM>), ponekod pa so se podirali stebri daljnovodov (<https://www.youtube.com/watch?v=85vsBIrNhwo>).

Tisti, ki živimo v bližini velikih visokonapetostnih daljnovodov, pa smo hitro spoznali, da so to zelo nevarni prenosniki energije. In ko govorimo, kako je potrebno vsem zagotoviti električno energijo, se nekako pozablja na nevarnosti, ki jih ti močni daljnovodi predstavljajo za ljudi, ki bivajo v njihovi bližini. Poleg stalnih škodljivih elektromagnetnih sevanj, frekvenčnih motenj in hrupa lahko v primeru naravnih nesreč ti prenosniki predstavljajo uničujočo silo.

Zverženi stebri daljnovoda ter pretrgani in razcefrani vodniki nam nazorno kažejo, da smo ljudje v bližini



400-kilovoltni daljnovod Beričevo–Divača se ponekod povsem približa hišam

te infrastrukture ob večjih naravnih nesrečah v smrtni nevarnosti. In nihče od upravljavcev ne more zagotoviti, da se požari in podrtja daljnovoda ne morejo zgoditi tam, kjer ljudje bivajo v neposredni bližini daljnovodov.

Med letošnjo naravno nesrečo so se požari in podrtja daljnovodov na srečo pojavila stran od naseljenih območij.

Sklepamo pa lahko, da vedno ne bo tako. Jutri se to lahko zgodi poleg naših domov.



Posledice žleda na stebrih 400-kilovoltnega daljnovoda Beričevo–Divača – a in zveržena konstrukcija nosilnega stebra daljnovoda – b

V spominu mi je ostalo pričevanje Franca Dolesa o nesreči, ko se je v devetdesetih letih prejšnjega stoletja pretrgal vodnik na 400-kilovoltnem daljnovodu Beričevo–Divača na odseku Pikovnik–Koželjek. Nesreča se je zgodila v pozni zimi v večernem času. Franc pravi, da ga je zbudilo čudno bobnenje in v vijolični barvi razsvetljeno nebo, kar je povzročal požar na daljnovodu. Naslednji dan je šel na ogled mesta nesreče, kjer so že bili delavci pristojnih služb. Pod daljnovodom je bilo takrat okrog pol metra snega, ki se je še vedno zelo hitro talil, da je voda tekla v potokih. Po več kot pol dneva po nesreči se je iz zemlje še vedno kadila para. Kjer je vodnik padel na skalo, so bili jasno vidni sledovi, da se je ta raztalila. Po pogovoru z delavci in vprašanju, kaj bi pretrgan vodnik pomenil za človeka, če bi bil takrat v bližini, je bil odgovor jasen: v radiju 100 m je najverjetnejša posledica nesreče za vsako živo bitje smrt.



Pretrgani vodniki na stebru daljnovoda

Ni prav, da se ne zavedamo posledic, ki jih lahko pusti velika in močna infrastruktura na prebivalstvu, ki konec koncev ni krivo, da živi v bližini tako velikih energij in moči, ki ob nesreči postanejo neobvladljive! Vsi pristojni bi v prvi vrsti morali

poskrbeti in zagotoviti, da ljudje ne bi bili izpostavljeni nevarnostim in posledicam, ki jih kažejo dokumentirani posnetki, slike in pričevanja.

*Mihael Debevec,
Civilna iniciativa proti južni trasi*



INTRONIKA
SLOVENIA



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

SPONZOR



Celje, Slovenija, 28.-30.01.2015 www.icm.si

Čista oblika standardnega valja DSBF

Gladke površine, veliki radiji, nobenih mest za nabiranje umazanije – vse to odlikuje valj DSBF podjetja Festo, izdelan po ISO 15552. Valji DSBF so posebej primerni za vgradnjo v naprave v prehrabni industriji in industriji pijač. Osnovna izvedba valjev pa vključuje po FDA certificirano mazanje in tesnjenje.

Značilnosti valjev DSBF so:

- korozijska obstojnost,
- prijaznost za čiščenje,
- prilagojenost uporabnikom,
- imajo dolgo življenjsko dobo in so robustni,
- imajo vgrajeno samonastavljivo pametno končno dušenje,
- odlikujejo jih zanesljive senzorske rešitve.

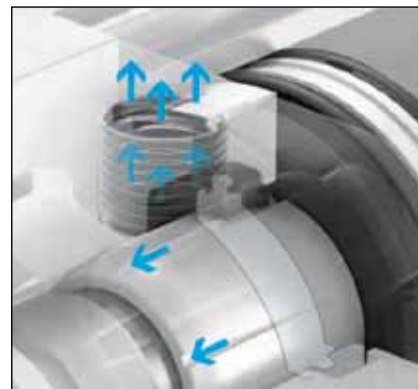
Zahvaljujoč visoki kakovosti obdelave površin običajna čistilna sredstva valjev ne poškodujejo. Odvisno od zahtev je mogoče izbrati različne izvedbe tesnil. Tako tesnila

za suho tesnjenje zanesljivo obdržijo svojo funkcijo, čeprav se je mazalno sredstvo zaradi pogostega pranja izpralo.

Valji DSBF se enostavno in samodejno prilagajajo spremembam obremenitve in hitrosti. Samonastavljivo dušenje – PPS – prihrani čas pri vgradnji in nastavitvah ter poveča prilagodljivost proizvodnje. Razen tega je vijak za nastavitve PPS brez mest za nabiranje umazanije, tako ni izvorov infekcij, čiščenje pa je hitrejše.

Zanesljive senzorske rešitve so idealne za grobe pogoje delovanja: približevalni senzor SMT-C1 in CR-SMT-8M ter pritrdilne komponente so prilagojene za čiste oblike valjev.

Valji se izdelujejo s premeri batov 32, 40, 50, 63, 80 in 100 mm, z gibi od 10 do 2800 mm, z enostranskim in obojestransko nastavljivim končnim dušenjem. Temperaturno ob-



Samonastavljivo končno dušenje – vzdolžni utori odvajajo zrak in dovoljujejo dinamično in mehko gibanje v končni položaj tudi pri nihajočih obremenitvah

močje delovanja je po standardu. Z oznako T1 imajo vgrajena temperaturno odporna tesnila do 120 °C, z oznako T2 pa za območje med –40 in 80 °C. Valji imajo lahko standardni čistilni obroč ali obroč z oznako A3 za suho delovanje. Zaščita je IP 65 in IP 68, za posebne namene pa IP 69k.



Standardni valj DSBF

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



TEHNOLOŠKI PARK LJUBLJANA
01

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

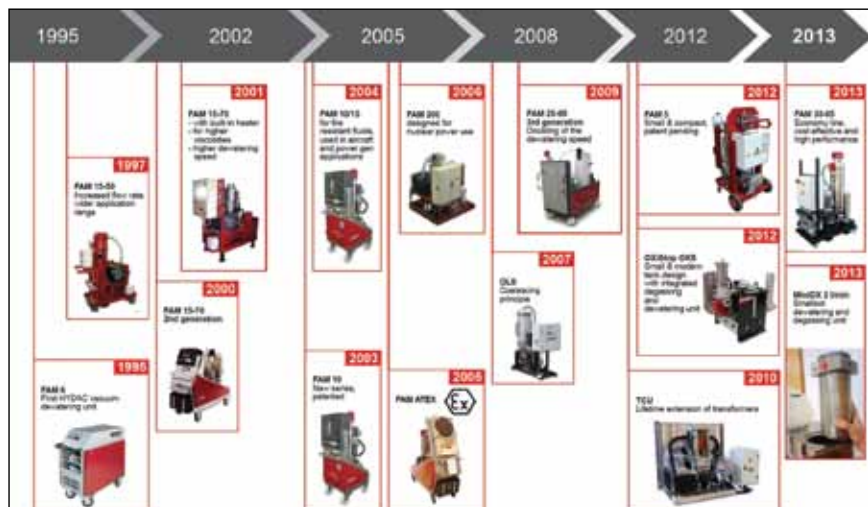
Tehnološki park Ljubljana d.o.o.
Tehnološki park 19
SI-1000 Ljubljana

Nova serija naprav za odstranjevanje vode in zraka iz olja – FluidAqua Mobil - Economy

Široki ponudbi naprav **FluidAqua Mobil** za odstranjevanje vode, plinov in filtracijo olj so v podjetju Hydac junija 2014 dodali novo serijo naprav, imenovano **FAM-Economy**. Odlikuje jih predvsem gospodarnost, saj so se pri razvoju najbolj posvetili učinkovitosti in manj videzu in dodatni opremljenosti. Tako jim je uspelo poenostaviti konstrukcijo in s tem znižati ceno naprave, kljub temu pa ohraniti ključne karakteristike na nivoju standardnih naprav FAM.



Vakuumski reaktor naprave je iz nerjavečega jekla, mogoče ga je dobiti z grelnikom olja, ki je integriran v vakuumski reaktor, kar omo-



goča obdelavo visokoviskoznih olj (do 800 mm²/s brez grelnika in do 1100 mm²/s z grelnikom). Ima polnilno črpalko, ki skrbi za konstanten dotok olja in v primeru vgrajenega grelnika tudi za hlajenje po izklopu naprave, saj se tako prepreči pregretje olja po izklopu. Naprava je krmiljena s krmilnikom Siemens S7 z zaslonom. Dobavljiva je s pretokom 45 ali 75 l/min.

Vse naprave imajo vgrajen senzor vlage v olju aquaSensor 1000 in možnost priklopa prenosnega števca delcev v olju FCU1000 za kontrolo onesnaženosti olja s trdnimi delci. Za to serijo FluidAqua Mobil Economy je bil na novo razvit tudi filtrski sistem s filtrskimi

elementi s tehnologijo DiMicron, ki tako omogoča filtriranje olj z višjo viskoznostjo in večjimi pretoki – vse to pa pri manjšem padcu tlaka – in večjo kapaciteto zadrževanja nečistoč. Pri modelu FAM-45E filtrski element N50DMxxx tako zadrži ok. 350 g nečistoč, pri modelu FAM-75E pa N100DMxxx ok. 750 g. Filtrska ohišja so seveda iz nerjavnih materialov.

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

Vsestranskost novega bralnika Lector®620 za branje in primerjavo besedil

Glavna prednost bralnika Lector®620 je branje natisnjene besedila in sočasna identifikacija vseh standardnih 1D- in 2D-kod. Bralnik je primeren za branje različnih vrst pisave in ga odlikuje enostavnost nastavitve ob zagonu. Stacionarno in dinamično odkrivanje števil, črk,

simbolov in kod je, zahvaljujoč inteligentnim dekodirnim algoritmom, zelo zanesljivo tudi pri kritični kakovosti tiskanja. Bralnik Lector®620 OCR se najpogosteje uporablja za branje datumov in serijskih števil pri paketih s hrano in farmacevtskih paketih, prepoznavanje matričnih

2D-kod in za spremljanje in podajanje podatkov o manjkajočih paketih pri pakiranju na pakirnih strojih.

Bralnik Lector®620 OCR v kompaktni izvedbi je idealen za branje in preverjanje natisnjene besedila na paketih. Zahvaljujoč vgraje-



ni rdeči in modri osvetlitvi vedno zagotavlja optimalno osvetlitev na celotnem področju branja, ne glede na kontrast. Bralnik omogoča odkrivanje natisnjene besedila, simbolov in števil na razdalji od 30 mm do 300 mm tako v mirovanju kot tudi pri gibanju paketov do hitrosti 4 m/s. Vgrajeni iskalnik besedila zagotavlja zanesljivo branje ali primerjavo tudi pri določenem odstopanju pri tiskanju na embalažo.

Vgrajeni spletni strežnik in čarovnik za učenje podpirata enostaven

zagon, zato je ravnanje z bralnikom Lector®620 OCR enostavno, ne glede na to, ali se uporablja za primerjavo ali branje natisnjene besedila ali pa za identifikacijo kode. Ker ima bralnik vgrajen spletni strežnik, ni potrebna nobena posebna programska oprema za učenje črk, simbolov in števil. Poleg tega se lahko tam, kjer več bralnikov opravlja isto nalogo, pisave hitro kopirajo z ene naprave na ostale bralnike (preko računalnika ali SD-spominke kartice).

Bralnik Lector®620 OCR je prilagodljiv in visoko razpoložljiv. Tudi med delovanjem samostojno prilagaja parametre, pomembne za branje, kot sta osvetlitev in nastavev kontrasta. Za nove pisave je možno učenje tudi takrat, ko naprava že deluje. Bralnik se samodejno prilagaja spreminjanju kontrastnih razlik ali vrste pisav (npr. pri poševnem tisku) brez zmanjšanja razpoložljivosti. Taka fleksibilnost zelo pripomore k zanesljivosti branja. Uporaba inteligentnih dekodirnih algoritmov omogoča vrednotenje kakovosti branja kode. To omogoča, da uporabniki razumejo vsak problem, ki se lahko pojavi, in ga odpravijo tudi brez strokovnega znanja.

Lector®620 OCR je najmlajši član iz serije bralnikov črtnih kod Lector®620. Posamezne različice rešujejo različne naloge in izpolnjujejo različne zahteve pri avtomatizaciji:

- ECO je cenovno ugodna z osnovnimi funkcijami,
- High Speed je primerna za velike hitrosti, do 6 m/s,
- DPM Plus je optimalna rešitev za neposredno označene kode,
- Professional pokriva najbolj običajne aplikacije branja kod in tako predstavlja univerzalno rešitev za širše opravljanje različnih nalog.

SICK-ovi bralniki 2D-kod ponujajo odlične možnosti povezovanja: Ethernet (TCP / IP), EtherCAT, Ethernet / IP, PROFIBUS, PROFINET, CAN-Bus, RS 232, digitalni I / O, USB – različni podatkovni vmesniki so integrirani že v samo napravo Lector® 620 ali preko ustreznih zunanjih priključnih vmesnikov.

Vir:

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

Kompaktni frekvenčni pretvorniki z zaščito – Parker AC10 IP66



Podjetje Parker je svoji družini frekvenčnih pretvornikov AC10 dodal novo serijo, ki izpolnjuje zahteve za IP66 NEMA 4x. Kompaktni frekvenčni pretvorniki AC10 IP66 omogočajo popolno zaščito pred vstopom prahu in intenzivnim brizganjem vode. So primerni za vgradnjo v naprave, ki delujejo v okolju s povečano stopnjo vlage.

Tehnične lastnosti so:

- Enofazno napajanje 230 V od 0,4 kW do 2,2 kW
- Trifazno napajanje 230 V od 0,4 kW do 2,2 kW
- Trifazno napajanje 400 V od 0,75 kW do 15 kW

- Vhodna frekvenca 50/60 Hz
- Izhodna frekvenca od 0,5 Hz do 590 Hz
- Vgrajena zavorna enota
- Vgrajen vmesnik Modbus/RS485
- Odprtozančni oz. "sensorless" vektorski regulator
- Filter EMC
- Nadzor motorjev PMAC

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, spletna stran: www.parker.si, Miha Šteger

Nove knjige

[1] Idaseng, J.: **Electrohydraulic Control of Pressure and Cylinder Force** – Priročnik o elektrohidravličnem krmiljenju tlaka in sile hidravličnega valja izčrpno obravnava vprašanja krmiljenja sistemov z elektronskimi povratnimi zvezami s poudarkom na hidravlični tehnologiji. Gradivo podaja uporabne informacije ter osnove projektiranja in analize krmiljenja tlaka s elektrohidravličnimi, proporcionalnimi ventili in servoventili. Krmiljenje tlaka je vitalnega pomena za krmiljenje sile ali navora hidravličnih aktuatorjev, valjev in motorjev. Knjiga predstavlja

vsa potrebna matematična orodja za učinkovito projektiranje sistemov s krmiljenjem tlaka. Predstavlja načine za krmiljenje absolutnega in diferencialnega tlaka in pokriva tudi vprašanja, povezana s krmiljenjem sil pri hidravličnih valjih. Priročnik je namenjen inženirjem v industrijski praksi ter študentom dodiplomskega študija. Zal.: revija Hydraulics & Pneumatics, spletni naslov: www.hydraulicspneumatics.com/Bookstore-0; 2014; obseg: 220 strani; cena: 69,00 USD; dodatne informacije tudi na elektronski pošti pri avtorju: jack@idaseng.com.

Znastvene in strokovne prireditve

16. Antriebstechnische Kolloquium –

ATK – Pogonsko-tehnični kolokvij

3. in 4. 03. 2015

Aachen, ZRN

Organizator:

– Institut für Maschinenelemente und Maschinengestaltung (IME) der RWTH Aachen

Tematika:

– novosti pri razvoju in inovacije sistemov in sestavin pogonske tehnike
– vzporedno s kolokvijem bo potekala tudi konferenca o vetrnih pogonih in strokovna razstava

Informacije:

– www.atk-aachen.de;
– www.ime.rwth-aachen.de

2. Conference for Wind-Power Drives (CWD) –

Konferenca o vetrnih pogonih (vzporedno s pogonsko-tehničnim kolokvijem – ATK)

03. 2015

Aachen, ZRN

Organizator:

– Institut für Maschinenelemente und Maschinengestaltung (IME) der RWTH Aachen

Tematika:

– najnovejše stanje na področju raziskav in razvoja vetrne tehnike

Informacije:

– www.cwd.rwth-aachen.de;
– www.ime.rwth-aachen.de

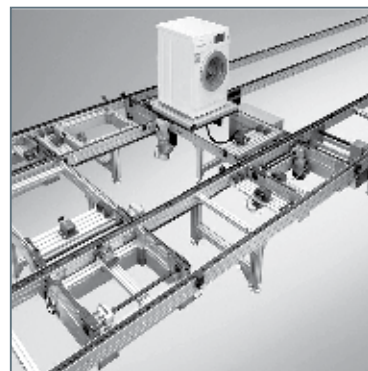
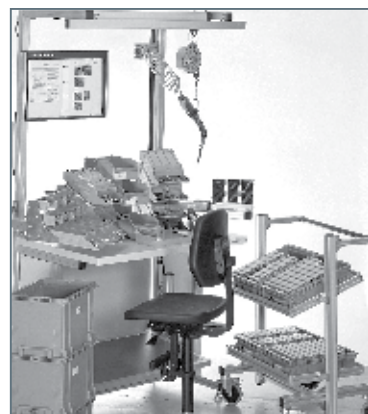
Rexroth

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





Android
Programiram v BASIC programu

www.svet-el.si

Zanimivosti na spletnih straneh

[1] **AVENTICS** – www.aventics.com/us – Dosedanji Rexroth Pneumatics je postal AVENTICS. Z osnovnim programom pnevmatike in dodatnimi divizijami: zobniške verige ter oprema za pomorstvo in tovorna vozila nadaljujemo našo uspešno zgodovino uspehov pod novim imenom. Aventics bo sinonim za sveže ideje, veliko fleksibilnost in maksimalno upoštevanje želja naših kupcev. Spoznajte nas na naših spletnih straneh.

[2] **Fluidnotehnična vezja razložena** – <http://bit.ly/CircuitsExplained> – e-knjiga *Fluid Power Circuits Explained* je namenjena tistim, ki že imajo osnovna znanja o fluidnotehničnih sestavinah in njihovih simbolih ter željo spoznati še snovanje ustreznih vezij. Priročnik podrobno prikaže in razlaga osnovna vezja, njihove dobre in slabe strani ter razpravlja o alternativah, kako opravljati enake naloge drugače. Informacije, ki jih posreduje, imajo namen pomagati projektantom snovati učinkovite in trajne stroje za ceneno delovanje in nezahtevno vzdrževanje.

[3] **Knjigarna fluidne tehnike** – www.hydraulicspneumatics.com/Bookstore – Spletna knjigarna fluidne tehnike na spletnih straneh revije *Hydraulics & Pneumatics* ponuja izčrpne sezname učbenikov, priročnikov in drugih referenc s področja fluidne tehnike izpod peres uveljavljenih avtorjev iz industrije in akademskih ustanov. Pobrskajte po njihovih naslovih in vsebinah.

[4] **Pretvorniki tlaka omogočajo natančnost in zanesljivost** – <http://bit.ly/HP147Transducers> – Že dolga leta je običajna uporaba pretvornikov tlaka na stiskalnicah in strojih za predelavo plastičnih mas. Toda tudi številna druga področja jih vse pogosteje uporabljajo. Za boljše spoznavanje pretvornikov tlaka obiščite zgornji spletni naslov.

Oglaševalci

ATLAS COPCO, d. o. o., Trzin	343	OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin	321, 397
AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana	398	PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	321
CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	341	PH Industrie-Hydraulik, Germany	324
DOMEL, d. d., Železniki	389	POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o., Žiri	321, 322
FANUC Robotics, Češka	321	PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	367
FESTO, d. o. o., Trzin	321, 400	PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	357
HAWE HIDRAVLIKA, d. o. o., Petrovče	399	PS, d. o. o., Logatec	321
HENNLICH, d. o. o., Podnart	388	SICK, d. o. o., Ljubljana	321
HYDAC, d. o. o., Maribor	350	STROJNISTVO.com, Ljubljana	391
ICM, d. o. o., Celje	337, 353, 381	SUN Hydraulik, Erkelenz, Nemčija	373
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.) NORGREN, Lesce	321	TEHNA, d. o. o., Ljubljana	355
INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija	340	TEHNOLOŠKI PARK Ljubljana	394
IPRO ING, d. o. o., Ljubljana	385	UL, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana	331, 335, 389
JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	345	VISTA HIDRAVLIKA, d. o. o., Žiri	321
LA & CO, d. o. o., Maribor	347	YASKAWA SLOVENIJA, d. o. o., Ribnica	353
MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	321		
OLMA, d. d., Ljubljana	321		