



OPL

FESTO

LOTRIČ
METROLOGY

PH
POCLAIN HYDRAULICS

OLMA

HYDAC

Parker

NORGREN

SICK
Sensor Intelligence.

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

MADRO
HYDRAULIC MOVEMENT

HBM
Test & Measurement

- Intervju
- Raziskave izhodnega momenta
- Novi krmiljeni protipovratni ventil
- Vodenje električnega motorja
- Hidravlične tekočine prihodnosti
- Visokotehnološko podjetništvo
- Iz prakse za prakso

DAX

EPSON
EXCEED YOUR VISION



www.dax.si

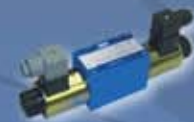
DAX Electronic Systems d.o.o.
Uradni distributer
EPSON Factory Automation

Hidravlične sestavine

Hidravlični sistemi

Storitve

Potni, tlačni in tokovni ventili
za odprte tokokroge



Zavorni ventili in izplakovalni
ventili za zaprte tokokroge



Posebni ventili in bloki



Hidravlične naprave



Motorji in črpalke



Elektronske sestavine



Program
zastopstev



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

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

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

Vsebina	3	■ INTERVJU	
Impresum	5		
Beseda uredništva	5	Butan plin, d. d. – z inovacijami do prihrankov	6
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	10	■ VODNA HIDRAVLIKA	
■ NOVICE – ZANIMIVOSTI	16	Shigeru OSHIMA Takuya HIRANAO: Investigation For Output Torque Of A Low Pressure Water Hydraulic Planetary Gear Motor	26
■ ALI STE VEDELI	66		
Znanstvene in strokovne prireditve	40		
Seznam oglaševalcev	82		

Naslovna stran:

DAX, d. o. o. Uradni distributer Epson Factory Automation Vreskovo 68 1420 Trbovlje Tel.: 03 5630 500 Fax: 03 5630 501 http://www.dax.si	PARKER HANNIFIN Corporation Podružnica v Novem mestu Velika Bučna vas 7 8000 Novo mesto Tel.: + (0)7 337 66 50 Fax: + (0)7 337 66 51
OPL Avtomatizacija, d. o. o. BOSCH Automation Koncesionar za Slovenijo IOC Trzin, Dobrave 2 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)1 560 22 40 Fax: + (0)1 562 12 50	IMI INTERNATIONAL, d. o. o. (P.E.) NORGREN HERION Alpska cesta 37B 4248 Lesce Tel.: + (0)4 531 75 50 Fax: + (0)4 531 75 55
FESTO, d. o. o. IOC Trzin, Blatnica 8 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)1 530 21 10 Fax: + (0)1 530 21 25	SICK, d. o. o. Cesta dveh cesarjev 403 2000 Maribor Tel.: + (0)1 47 69 990 Fax: + (0)1 47 69 946 e-mail: office@sick.si www.sick.si
LOTRIČ, d. o. o. Selca 163, 4227 Selca Tel.: + (0)4 517 07 00 Fax: + (0)4 517 07 07 internet: www.lotric.si	MIEL Elektronika, d. o. o. Efenkova cesta 61, 3320 Velenje Tel.: +386 3 898 57 50 Fax: +386 3 898 57 60 www.miel.si www.omron-automation.com
KLADIVAR, d.o.o. Industrijska ulica 2, 4226 Žiri Tel.: +386 (04) 51 59 100 Fax: +386 (04) 51 59 122 kladivar@poclain-hydraulics.com http://www.kladivar.com	MAPRO d.o.o. Industrijska ulica 12, 4226 Žiri Tel.: 04 510 50 90 Fax: 04 510 50 91 www.mapro.si
OLMA, d. d., Ljubljana Poljska pot 2, 1000 Ljubljana Tel.: + (0)1 58 73 600 Fax: + (0)1 54 63 200 e-mail: komericiala@olma.si	TRC Ljudmila Ličen s.p. Vrečkova 2 SI-4000 Kranj Tel.: +386 4 2358310 Fax: +386 4 2358311 http://www.trc-hbm.si
HYDAC, d. o. o. Zagrebska c. 20 2000 Maribor Tel.: + (0)2 460 15 20 Fax: + (0)2 460 15 22 www.hydac.si	

Marko MEDEN, Franc MAJDIČ: Novi krmiljeni protipovratni ventili s kontroliranim odpiranjem in zapiranjem 36

■ AVTOMATSKO VODENJE

Martin BLAZINŠEK, Matija ARH, Igor ŠKRJANC: Vodenje električnega motorja s pomočjo samonastavljivih regulatorjev PID, PFC in mPFC 42

■ VISOKOTEHNOLOŠKO PODJETNIŠTVO

Sašo SUKIČ, Franc GIDER, Borut LIKAR: Ali Slovenija lahko postane evropska Silicijeva dolina? 48

■ HIDRAVLIČNE TEKOČINE

Milan KAMBIČ, Darko LOVREC: Ionske tekočine – hidravlične tekočine prihodnosti 56

■ IZ PRAKSE ZA PRAKSO

Miha ŠTEGER: PARKER HMIX – Elektrohidravlični valji z integriranimi senzorji poti 62

■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Stiskalnica za natisovanje ležaja s servopogonom IndraMotion MLD (DOMEL) Membranska puhala in difuzorji za male čistilne naprave (INOTEH) 70

■ NOVOSTI NA TRGU

Merilnik toka SFAM (FESTO) 72

Zmanjšanje velikosti rezervoarja za dinamične hidravlične sisteme z OXiStop (HYDAC) 73

Induktivni senzorji majhnih dimenzij (SICK) 73

Legris Transair – vsestranska rešitev za prenos industrijskih fluidov (PARKER) 74

■ INTERVJU

Pogovor s prof. dr. Tamaro Lah Turnšek z Nacionalnega inštituta za biologijo v Ljubljani 76

■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA

Nove knjige 81

■ PROGRAMSKA OPREMA – SPLETNE STRANI

Zanimivosti na spletnih straneh 82

VENTIL
REVUE ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO
ISSN 1518-7279 | redakcija@ventil.si

- Intervju
- Raziskave izhodnega momenta
- Novi krmiljeni protipovratni ventili
- Vodenje električnega motorja
- Hidravlične tekočine prihodnosti
- Visokotehnoško podjetništvo
- Iz prakse za prakso

Logos: RPI, FESTO, LOTRIČ, H, OLMA, HYDAC, Parker, NORGREN, SICK, MIEL, MAPRO, HBM

www.dax.si
1411 Električni Sistemski d.o.o.
Epson Factory Automation



MH5 | MH5L

MONTAŽA IN STREGA

MOTOMAN MH5 | MH5L

- Vitek, močan in ekonomičen
- Minimalne vgradne mere
- Nosilnost 5 kg
- Maksimalna zmogljivost s kompaktno verzijo robotskega krmilnika NXC100-DX
- Izjemna produktivnost ob minimalni investiciji

YASKAWA
MOTOMAN

www.motoman.si

© Ventil 18 (2012) 1. Tiskano v Sloveniji.
Vse pravice pridržane.
© Ventil 18 (2012) 1. Printed in Slovenia.
All rights reserved.

Impresum

Internet:
www.revija-ventil.si

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

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

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

Letnik	18	Volume
Letnica	2012	Year
Številka	1	Number

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

Ustanovitelj:
SDFT in GZS – ZKI-FT

Izdajatelj:
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Glavni in odgovorni urednik:
prof. dr. Janez TUŠEK

Pomočnik urednika:
mag. Anton STUŠEK

Tehnični urednik:
Roman PUTRIH

Znanstveno-strokovni svet:

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

Oblikovanje naslovnice:
Miloš NAROBÉ

Oblikovanje oglasov:
Narobe Studio

Lektoriranje:
Marjeta HUMAR, prof., Paul McGuiness

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

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

Marketing in distribucija:
Roman PUTRIH

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

Naklada:
2 000 izvodov

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

Revija sofinancira Javna agencija za knjigo Republike
Slovenije (JAKRS).

Revija Ventil je indeksirana v podatkovni bazi INSPEC.

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

Zakaj redni profesorji slovenskih tehničnih fakultet in mednarodno najbolj prepoznavni znanstveniki slovenskih inštitutov ne pišejo v slovenske strokovne revije?



V Sloveniji imamo zelo bogato paleto strokovnih, znanstvenih in poljudnoznanstvenih revij. Praktično so vsa strokovna področja pokrita s periodično publikacijo, ki izhaja v slovenskem jeziku. Na tem področju smo glede na število prebivalcev prav gotovo svetovni prvaki. Podobno velja tudi za širše strojniško področje. Mogoče smo strojniki pri periodičnem izdajanju revij celo bolj dejavni kot drugi. V Sloveniji trenutno izhajajo tri revije, ki jih lahko uvrstimo v širše področje strojništva, so mednarodno uveljavljene in vodene v sistemu SCI. Te so: Strojniški vestnik, ki ga izdaja Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani, Materiali in tehnologije, ki jo izdaja Inštitut za materiale in tehnologije, ter Midem, ki jo izdaja Strokovno društvo za mikroelektro-

niko, elektronske sestavne dele in materiale. Seveda izhajajo v Sloveniji tudi druge znanstvene revije, na primer s področja kemije, kjer lahko objavljajo znanstveniki s področja strojništva, ki raziskujejo umetne snovi, s področja medicine, kjer objavljajo naši znanstveniki, ki se ukvarjajo z medicinskimi vsadki, ali tisti, ki proučujejo uporabo laserja na živih tkivih in podobno. Poleg teh znanstvenih revij imamo na strojniškem področju zelo bogato bero strokovnih revij. Naj na tem mestu navedem le nekatere, ki sicer ne spadajo vse na čisto strojniško področje, toda v njih so pogosto objavljeni članki z ožjega in širšega strojniškega področja. Med te revije lahko uvrstimo: Ventil, Obrtnik, Življenje in tehnika, Vzdrževalec, IRT3000, Varilna tehnika, Elektrotehniški vestnik, Livarski vestnik, Embalaža – okolje – logistika, Gradbenik, Energetik, Instalater, Eges, energetika, gospodarstvo in okolje skupaj, Bioklimatske zgradbe, Gradbeni vestnik, Dimensio, revija o inovativnih tehnologijah, Inženir, Požar, Elektrotehniška revija ER, Delo in varnost, Podjetnik, Moj mikro, Tekstilec, Monitor, Motorevija, Računalniške novice, Avto & motor classic, RMZ – Materiali in geokolje ter še nekatere druge.

Skupno vsem tem revijam je, da imajo nizko naklado, da se težko finančno prebijajo skozi življenje in da zelo težko dobijo dovolj strokovnih člankov za periodično izdajanje. Znano je, da zaposleni v slovenski industriji zelo malo pišejo o svojem raziskovalnem in strokovnem delu in da so zelo redki, ki sploh objavljajo v revijah. Drugo znano dejstvo je, da slovenski univerzitetni učitelji, slovenski znanstveniki in drugi raziskovalci veliko objavljajo na raznih mednarodnih posvetovanjih in v mednarodno priznanih revijah. Vsi imenovani morajo pisati in objavljati članke v svetovno priznanih revijah, če želijo poklicno napredovati.

Zakaj redni profesorji slovenskih tehničnih fakultet in mednarodno najbolj prepoznavni znanstveniki slovenskih inštitutov ne pišejo in ne objavljajo v slovenskih strokovnih revijah? To je vprašanje, na katero moramo odgovoriti in najti rešitev. V nasprotnem primeru lahko to postane širši družbeni problem. Lahko se zgodi, da bodo revije zaradi majhnega števila objav zgubile bralce in naročnike, zgubile bodo oglase posameznih podjetij in uredništvo jih bo prisiljeno ukiniti. Tega pa si prav gotovo nihče ne želi ne na strojniškem ne na kakšnem drugem področju.

Naslednje vprašanje, ki se takoj pojavi, je, kako spodbuditi slovenske raziskovalce, znanstvenike in univerzitetne profesorje, da bi več objavljali v slovenskih strokovnih revijah v slovenskem jeziku. Največji problem je, da objave v slovenskih strokovnih revijah in v slovenskem jeziku zelo malo »štejejo« pri napredovanju posameznikov v višje nazive. In prav tu vidim največji problem.

Vsi, ki določajo merila za pridobitev naziva na znanstvenem ali pedagoškem področju, bi morali biti pozorni na to. V merila, ki določajo pogoje za izvolitve v vse stopnje nazivov, bi bilo treba vnesti tudi zahteve po objavah v slovenskem jeziku in v slovenskih strokovnih revijah. Kaj bi s tem dosegli? Tri pomembne stvari: prvič: domače bralce in predvsem domačo industrijo bi v slovenskem jeziku seznanili, kaj delajo naši znanstveniki in profesorji, drugič: revije bi pridobile na pomenu in veljavi ter večje število bralcev, in tretjič: s tem bi se krepil in bogatil slovenski jezik, predvsem tehnični in strokovni jezik.

Z zahtevo po objavljanju v slovenskih revijah se obremenitev tistih, ki delajo kariero in »zbirajo« točke za napredovanje, ne bi bistveno povečala. S predpostavko, da bi moral vsak slovenski univerzitetni učitelj in vsak slovenski znanstveni delavec v slovenskih znanstvenih in pedagoških ustanovah v enem izvolitvenem obdobju objaviti pet strokovnih člankov v slovenskem jeziku, v slovenski strokovni reviji bi se zgoraj opisana problematika zelo hitro rešila. To pomeni, da bi moral vsak v enem koledarskem letu pripraviti le en članek, če traja izvolitveno obdobje pet let.

Janez Tušek

Butan plin, d. d. – z inovacijami do prihrankov

Janez TUŠEK

Učinkovita raba energije je vprašanje, ki se vse pogosteje zastavlja tako v strokovni kot laični javnosti. Podjetja iščejo vedno nove načine, kako ponuditi okolju prijazne in hkrati varčne energetske rešitve. O uporabi utekočinjenega naftnega plina v Sloveniji in energetskih trendih smo se pogovarjali s Tomažem Grmom, generalnim direktorjem družbe Butan plin.

Ventil: Prosim vas, da na začetku na kratko predstavite vaše podjetje, njegovo zgodovino, lastništvo, število zaposlenih in glavno dejavnost, vaše kupce in dobavitelje, konkurenco in podobno.

Tomaž Grm: Butan plin, d. d., je vodilni distributer utekočinjenega naftnega plina v Sloveniji. Leta 1997

smo se strateško povezali z največjim distributerjem UNP na svetu **SHV Energy**, ki zadovoljuje potrebe po energiji milijonom potrošnikov v 27 državah sveta. Lastniško smo povezani z italijanskim Liguigasom. Naša področja poslovanja so plin za ogrevanje, v jeklenkah za uporabo v gospodinjstvu, industriji, gostinstvu in kmetijstvu, avtoplin in v zadnjem letu

vse pomembnejše alternativne energetske rešitve v kombinaciji z utekočinjenim naftnim plinom.

Ventil: Glede na to, da v Sloveniji nimamo naravnih virov za pridobivanje gorljivih plinov, vas prosim, da nam pojasnite, katere vrste plinov v Sloveniji uporabljamo, od kod vse jih dobivamo in za kakšne namene jih uporabljamo.

Tomaž Grm: V Sloveniji se uporabljata predvsem zemeljski in utekočinjeni

naftni plin. Dobava in distribucija zemeljskega plina potekata po plinovodnem omrežju, glavna izvoznica zemeljskega plina pa je Rusija. Utekočinjeni naftni plin kot stranski produkt pri predelavi nafte in zemeljskega plina se dobavlja po železnici in cesti, dobivamo pa ga predvsem iz Kazahstana, Rusije in Italije.

Ventil: Ali se glede porabe plina za ogrevanje ali pa za pogon cestnih vozil zelo razlikujemo od sosednjih držav?

Tomaž Grm: Poraba plina za ogrevanje v Sloveniji bistveno ne odstopa od porabe v ostalih evropskih državah, pri uporabi avtoplina pa je Slovenija precej v zaostanku. Odstotek vozil na avtoplin je namreč še vedno relativno nizek.

Ventil: V strokovni in tudi laični javnosti danes pogosto slišimo različna mnenja, kateri energent je za ogrevanje stanovanjskih enot in tudi delavniških prostorov najprimernejši glede cene, okolja, enostavnosti ogrevanja in podobno. Ali nam lahko argumentirano opišete, kakšno je resnično stanje v tem času na Slovenskem?

Tomaž Grm: Izbira energenta oziroma celovite energetske rešitve je odvisna od številnih dejavnikov, kot so energetske potrebe uporabnika, velikost objekta, cena energenta, izolacijska učinkovitost objekta, ... V objektih s slabo izolacijo so toplotne



Tomaž Grm, generalni direktor družbe Butan plin

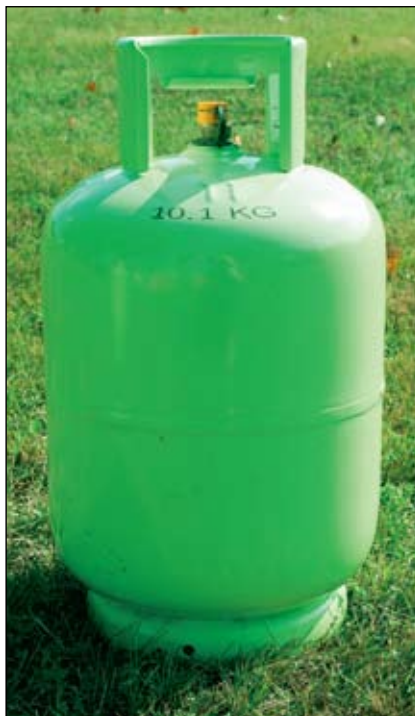
izgube zelo velike in temu primerna je tudi poraba, zaradi česar bo cena energenta pomemben odločevalni faktor. Nasprotno pa bo v dobro izoliranih prostorih in ob manjši kvadraturi poraba nižja, zato je treba pretehtati, ali je relativno visoka investicija v nove alternativne energetske rešitve, ki obljublajo velike prihranke, res upravičena. Z vidika okolja je izbira okolju prijaznih energentov precejšnja, vsekakor lahko v to kategorijo uvrstimo tudi plin s skoraj ničnim vplivom na okolje z vidika emisij CO₂. Pri odločitvi za energent včasih tudi pozabljamo, da je končni strošek ogrevanja odvisen od višine vloženih sredstev in povračilne dobe investicije ter učinkovitosti energenta za celovito pokrivanje energetskih potreb.

Ventil: Omenili ste, da v podjetju vlagate v razvoj alternativnih energetskih rešitev. Na katere tehnologije ste se osredotočili?

Tomaž Grm: V letu 2011 smo v družbi Butan plin, d. d., dobršen del resursov usmerili na tiste energetske rešitve, ki končnemu potrošniku omogočajo prihranke pri porabi energije. Velik poudarek dajemo soproizvodnji toplotne in električne energije (SPTE), ki je primerna predvsem za tiste porabnike in objekte, ki imajo čez celo leto velike potrebe po elektriki in toploti. To so predvsem gostinski obrati, domovi za ostarele, hoteli, šole in podobno. V letu 2011 smo tako uspešno realizirali kar nekaj projektov, s katerimi so uporabniki krepko znižali svoje stroške za energijo.

Ventil: Katere so ključne prednosti SPTE, specifično kogeneracije na UNP?

Tomaž Grm: Med prednosti kogeneracij, ki jih velja postaviti v ospredje, vsekakor spadajo: učinkovitejša pretvorba goriva v koristno toplotno in električno energijo, doseganje velikih prihrankov pri stroških energije, manjša odvisnost od obstoječih načinov pridobivanja električne energije, bistveno zmanjšanje emisij v okolje in zmanjšanje izgub električne energije zaradi prenosa po daljnovodih.



Butan plin je vodilni distributer utekočinjenega naftnega plina v Sloveniji. Ponuja zanesljiv in udoben vir energije za ogrevanje, kuhanje ter uporabo v industriji, kmetijstvu, gostinstvu in prometu.

Kogeneracijo na utekočinjeni naftni plin odlikujejo nižja investicija, celovita oskrba z energijo in zelo nizke emisije v okolje. S kogeneracijo rešimo oskrbo s toploto, elektriko in plinom za kuhanje. Smiselnost take naložbe se kaže v uravnoteženju proizvodnje električne energije ozi-

roma podpora sistemom proizvodnje elektrike iz obnovljivih virov.

Ventil: Nam lahko predstavite kakšen primer dobre prakse na področju prihrankov s SPTE?

Tomaž Grm: Lani smo v sodelovanju s podjetjem Energen uspešno realizirali projekt postavitve SPTE v Gostilni Čad pod Rožnikom. Izračun ekonomske investicije je pokazal, da bo ob upoštevanju porabe, stroškov energije in prejete obratovne podpore gostišče na letni ravni prihranilo vsaj 4.500 €.

Ventil: Pogosto slišimo, da ima Slovenija veliko lesne mase in da jo za ogrevanje premalo izrabljamo. Kako vi gledate na uporabo lesa za ogrevanje?

Tomaž Grm: Res je, Slovenija je ena najbolj gozdnatih evropskih držav in les kot energent je pri nas relativno lahko dostopen. Vendar pa uporaba lesa za ogrevanje zaradi močnih in škodljivih prašnih delcev, ki nastajajo zaradi nepopolnega izgorevanja lesa, ni in tudi ne more biti celovit odgovor na energetske potrebe slovenskih domov in industrije. Glede na tak vpliv na okolje tudi ne more biti odgovor za ogrevanje v večjih mestih. Ko govorimo o izkoriščanju slovenskega potenciala lesa, velja omeniti tudi dejstvo, da precej lesa izvozimo



Butan plin, d. d., zagotavlja prihranke pri porabi energije s ponudbo enot SPTE. Na fotografiji je predstavljena SenerTec Dachs 5,5 kW.



Ob zagonu nove kogeneracije v Gostilni Čad (od leve proti desni): Tomaž Grm, generalni direktor Butan plin d.d., Marko Seršen, direktor Energen d.o.o., in Jože Čad, lastnik Gostilne Čad

v tujino v nadaljnjo predelavo in ga nato po visokih cenah v obliki pelet odkupujemo. Za predelavo lesa v pelete se porabi ogromno energije. Po podatkih ARSO se v celotnem postopku izdelave lesnih pelet porabi od 8 do 13 % energije, ki je uskladiščena v lesnih peletah, v primeru svežega lesa, ki vsebuje več vode, pa ta odstotek naraste celo na 15 do 25 %. Se pa ogrevanje z lesom zagotovo splača tistim lastnikom gozdov, ki za svojo investicijo v novo kotlovnico prejmejo državno subvencijo in si energent tako zagotovijo praktično zastoj.

Ventil: Verjetno je vaša največja prednost, da je uporaba plina za pogon vozil in za ogrevanje z ekološkega vidika brez vpliva. Kaj bi glede ekologije in uporabe različnih energentov še lahko dodali?

Tomaž Grm: Razprave o okoljskih vplivih energentov so vselej dvo-rezen meč. Za plin je znano, da je njegov ogljični odtis relativno nizek, zato velja za enega čistjših energetskih virov. Še vedno pa je fosilno gorivo. Okolju prijazna naj bi bila tudi lesna biomasa z ničnim vplivom na okolje z vidika emisij CO₂. Ni pa zanemarljiva količina prašnih delcev, ki nastaja zaradi nepopolnega izgorovanja lesa. Vemo, da je to v Sloveniji velik problem, ki mu namenja posebno pozornost tudi država s svojimi ukrepi.

Z vidika okolju prijaznih pogonskih goriv lahko plin definitivno označimo kot najboljšo izbiro med pogonskimi gorivi. Predelava vozila na avtoplin namreč predstavlja neprimerno nižjo investicijo kot nakup električnega avtomobila, poleg tega pa je avtoplin okolju prijazno in tudi cenovno dostopno gorivo. Za primer lahko navedemo države, ki so večje porabnice avtoplina, kot so Turčija z 2,300.000 vozili, Poljska z 2,100.000 in Nemčija s 300.000. V Sloveniji pa govorimo o manj kot 10.000 vozilih. Posledično lahko pričakujemo, da se bo to število v nekaj letih podvojilo.

Ventil: Revijo Ventil berejo tudi naši študentje. Prosim vas za informacijo,



Butan plin d.d. ponuja cenovno ugodno in okolju prijazno alternativo med pogonskimi gorivi, avtoplin

koliko inženirjev strojništva imate zaposlenih in kakšna dela najpogosteje opravljajo. Koliko inženirjev strojništva ste v zadnjih petih letih zaposlili v vašem podjetju in kakšne načrte imate v bodoče glede zaposlovanja diplomantov strojništva?

Tomaž Grm: V oddelku za inovacije in razvoj ter v tehničnem sektorju trenutno zaposluje štiri inženirje strojništva. Z intenzivno politiko zaposlovanja v zadnjih petih letih smo zaposlili skupno tri strojnike, z njihovim strokovnim znanjem in delovnimi rezultati smo zelo zadovoljni. Investiranje v ljudi je ena temeljnih vrednot Butan plina, zato dajemo priložnost novim znanjem in posameznikom, ki prinašajo v podjetje inovativne ideje in nov zagon.

Ventil: Verjetno so za vaše podjetje najbolj usposobljeni inženirji, ki so zaključili energetska študija. Kljub temu nas zanima, katera znanja pri mladih inženirjih strojništva najbolj pogrešate oziroma kakšen profil inženirja si v vašem podjetju želite?

Tomaž Grm: V današnjem poslovnem okolju je predvsem pomembno, da zna zaposleni svoje strokovno znanje uspešno vključiti v reševanje konkretnih izzivov in rešitev za podjetje ter da ima posluš za sodelovanje z različnimi oddelki v podjetju.

Ventil: Glede na dejavnost vašega podjetja se verjetno z raziskavami in

z raziskovalnim delom ne ukvarjate. Kljub temu vas prosim, da nam predstavite nekaj strokovnih problemov, s katerimi se srečujete v podjetju in kako jih rešujete. Ali sodelujete s Fakulteto za strojništvo v Ljubljani?

Tomaž Grm: Iz strateške povezave s koncernom SHV Energy črpamo sinergijske učinke tudi na področju inovacij in razvoja. Tako sledimo globalnim energetskim trendom, s primeri dobrih praks in izkušenj naših kolegov iz ostalih evropskih držav pa novosti tudi lažje, hitreje in učinkoviteje predstavljamo na slovenskem trgu. V podjetju imamo tudi lasten oddelek za inovacije in alternativne energetske rešitve, ki razvija nove produkte in išče odgovore na energetske potrebe in spremenjene zahteve trga.

S Fakulteto za strojništvo v Ljubljani doslej raziskovalno še nismo sodelovali, seveda pa je takšno povezovanje izobraževalnih inštitucij in gospodarstva zagotovo smiselno, če ne celo nujno.

Ventil: Posebno pozornost posvečate družbeni odgovornosti podjetja. Prosim vas, če lahko opišete dejavnost podjetja na tem področju.

Tomaž Grm: V Butan plinu se zavedamo, da je trajnostni razvoj mogoč le ob vzajemnem sodelovanju z vsemi našimi deležniki. Tako kontinuirano vlagamo v razvoj svojih zaposlenih, v varovanje okolja ter podpiramo prizadevanja številnih športnih, kulturnih in humanitarnih društev, ki delujejo v lokalnih okoljih. Ponosni smo, da smo se v okviru projekta Zlata nit 2010 uvrstili na lestvico najboljših zaposlovalcev. Eden naših večjih družbeno odgovornih projektov je donacija kresničk po slovenskih osnovnih šolah in vrtcih ob pričetku šolskega leta. Z akcijo že tradicionalno opozarjamo na varnost otrok v cestnem prometu in spodbujamo uporabo odsevnih teles pri najbolj ogroženi populaciji v prometu – otrocih. Z vrsto družbeno odgovornih projektov smo se v lanskem letu uvrstili tudi med finaliste za slovensko nagrado za družbeno odgovornost HORUS 2011.



Družba Butan plin z vrsto družbeno odgovornih aktivnosti vlaga v razvoj širšega družbenega okolja. V letu 2011 so v projektu Kresničke 44, učencem OŠ po vsej Sloveniji razdelili več kot 3.900 odsevnih teles.

Ventil: Kakšna bo po vašem mnenju energijska oskrba prihodnosti?

Tomaž Grm: Ključno vprašanje energetske oskrbe bo zagotovo, kako privarčevati in ob tem delovati okolju prijazno. Velik potencial za energetske prihranke zagotovo predstavljajo stanovanjske hiše s slabo urejeno izolacijo. Imajo namreč še ogromno rezerve, da dosežejo večjo energetsko učinkovitost.

V Sloveniji imamo tudi relativno star vozni park, ki okolje neprimerno bolj obremenjuje s škodljivimi emisijami. Kot vozniki se vedemo tudi precej neodgovorno, ko se vsak v svojem avtomobilu vozimo v službe in po opravkih. Tukaj je še ogromno rezerve za energetske prihranke.

Prihodnost energetske oskrbe je zagotovo v celovitih energetskih rešitvah, ki kombinirajo in združujejo različne energetske vire in tako kar najučinkoviteje zadovoljujejo specifične energetske potrebe posameznika ali industrije. Okoljski vi-

dik bo pri tem vse bolj pomemben dejavnik izbire, vsekakor pa lahko rečemo, da bo v prihodnjih 50 letih plin eden pomembnejših energentov.

Ventil: Spoštovani gospod Grm, na koncu vas prosim še za kratek opis vaših načrtov.

Tomaž Grm: Temeljno vodilo v letu 2012 bo zagotovo prilagajanje energetskih rešitev končnim kupcem. Globalni trendi nakazujejo, da se je potrebno odmakniti od razmišljanja o posameznem energentu ter se usmeriti v zagotavljanje najboljših kombinacij energetskih virov, ki bodo prinašale končnim uporabnikom prihranke, bodo prijazne do okolja in tako prispevale k trajnostnemu razvoju podjetja in njegovega okolja.

Ventil: Spoštovani, hvala za vaše odgovore na naša vprašanja.

Prof. dr. Janez Tušek
UL, Fakulteta za strojništvo

Ekскурzija in občni zbor Društva avtomatikov Slovenije 2011

Društvo avtomatikov Slovenije je nepolitična, prostovoljna in strokovna organizacija, ki povezuje člane, ki se ukvarjajo z avtomatiko. V njej se lahko srečujejo, sodelujejo in delajo vsi, ki se na tak ali drugačen način ukvarjajo s tehnologijo vodenja tehničnih sistemov in procesov, problematiko avtomatizacije, informatizacije in robotizacije strojev, naprav, procesov, proizvodnje itd. Društvo ima svoj formalni sedež na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, Tržaška 25, 1000 Ljubljana, kjer je zaposlen tudi trenutni predsednik društva izr. prof. dr. Sašo Blažič.

Članstvo društva je z vidika organizacij, iz katerih prihajajo posamezni člani, zelo heterogeno. Med člani najdemo strokovnjake iz različnih podjetij uporabnikov avtomatizacije, iz inženirskih podjetij, ki ponujajo storitve in opremo na tem področju, iz državne uprave in tudi raziskovalce in profesorje z inštitutov ter univerz.

Društvo avtomatikov Slovenije je včlanjeno v Mednarodno federacijo za avtomatsko vodenje (International Federation of Automatic Control – IFAC). Združenje IFAC trenutno

povezuje 49 držav članic. Društvo avtomatikov Slovenije vsako leto za svoje člane organizira strokovno ekskurzijo, na kateri se izpelje tudi društveni občni zbor, na katerem se pregleda dosedanje delovanje, podajo pripombe nanj in predlogi za izboljšave. Prav tako se člani pogovorijo o načrtih in idejah za delovanje društva v prihodnosti.

Tudi v letu 2011 se Društvo avtomatikov Slovenije ni izneverilo tradiciji. V petek, 2. 12. 2011, smo si v Novem mestu ogledali podjetje *Krka*, predaval pa nam je tudi mag. Janez Žmuc iz podjetja *Metronik*. Večina udeležencev strokovne ekskurzije, ki jih je bilo letos več kot štirideset, se je v Novo mesto pripeljala z društvenim avtobusom, ki je prvo skupino članov pobral v Mariboru, preostanek pa v Ljubljani. S člani društva, ki so se odločili za lastni prevoz, smo se dobili pred upravno stavbo podjetja *Krka* v Novem mestu, kjer se je začel strokovni del ekskurzije.

Po krepčilni jutranji kavi so nam predstavniki podjetja *Krka* v konferenčni dvorani podjetja predvajali krajši film, v katerem smo izvedeli marsikaj o podjetju, o razvoju tukajšnje farmacevtske dejavnosti, njenih začetkih, širitvi in današnjem stanju. Poleg tega je bilo v filmu nazorno predstavljeno delovanje *Krkine*

nove tovarne za proizvodnjo zdravil v trdni obliki *Notol*.

V drugem delu obiska so nas gostitelji peljali na ogled najsodobnejše in – kar je za nas še posebej zanimivo – v veliki meri avtomatizirane tovarne *Notol*. Nova tovarna, ki deluje od leta 2002, predstavlja za *Krko* velik korak v smeri povečanja proizvodnih zmogljivosti, racionalizacije skladiščnih zmogljivosti in avtomatizacije proizvodnih in transportnih procesov. Proizvodni procesi potekajo v zaprtih sistemih, kar zagotavlja visoko stopnjo zaščite in varnosti izdelkov ter zaposlenih.

Po ogledu smo se udeleženci strokovne ekskurzije peljali v v bližnji Gornjo Težko Vodo, kjer nam je mag. Janez Žmuc iz podjetja *Metronik* pripravil zanimivo predavanje, v katerem je predstavil nekatere projekte avtomatizacije v farmacevtski industriji, pri katerih je podjetje sodelovalo, in izpostavil specifične težave in rešitve, ki se pojavljajo pri tovrstnih projektih.

Po predavanju smo si privoščili delovno kosilo, ob katerem smo izpeljali 19. občni zbor Društva avtomatikov Slovenije. Začeli smo z izvolitvijo organov občnega zbora, nato pa smo prebrali sklepe in potrdili zapisnik 18. občnega zbora Društva avtomatikov Slovenije. Predsednik je poročal o delu društva v letih 2010 in 2011, potem pa sta bili predstavljeni finančno poročilo in poročilo nadzornega odbora. Sledila je predstavitev plana dejavnosti društva in finančnega načrta za leto 2012. Zapisnik 19. občnega zbora Društva avtomatikov Slovenije lahko najdete na naslovu http://www.drustvo-das.si/Obcni_zbor/2011/Strokovna-Ekskurzija2011.pdf.

Po zaključku občnega zbora smo člani izkoristili priložnost za prijetno druženje in klepet s kolegi o strokovnih in manj strokovnih temah, kar pa je tudi glavni namen vsakoletne strokovne ekskurzije, ki jo organizira Društvo avtomatikov Slovenije. Pri-



Udeleženci strokovne ekskurzije Društva avtomatikov Slovenije pred podjetjem *Krka*

jetno vzdušje se je nadaljevalo tudi na avtobusu med popoldanskim vračanjem domov in mislim, da se vsi udeleženci strinjamo, da je tudi letošnja strokovna ekskurzija uspela. V imenu Društva avtomatikov Slovenije se zahvaljujemo podjetjema Krka in Metronik, ki sta omogočila izvedbo strokovne ekskurzije in 19. občnega zбора Društva avtomatikov Slovenije v letu 2011.

Več o Društvu avtomatikov Slovenije, strokovni ekskurziji in občnem zboru lahko najdete na društvenem spletišču na naslovu <http://www.drustvo-das.si/>.

dr. Gorazd Karer,
tajnik Društva avtomatikov Slovenije
foto: Milan Rotovnik



Predavanje mag. Janeza Žmuca iz podjetja Metronik

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

Sejma IFAM in INTRONIKA 2012

V organizaciji podjetja ICM Celje sta na Celjskem sejmišču od 25. do 27. 01. potekala sejem IFAM 2012 – Mednarodni sejem za avtomatiko, robotiko in mehatroniko – in INTRONIKA – Mednarodni strokovni sejem za industrijsko in profesionalno elektroniko.

Na združenem sejmu je bilo celovito predstavljeno stanje tehnike na vseh področjih, omenjenih v naslovih. Sodelovalo je nekaj čez 60 razstavljalcev oz. zastopnikov podjetij iz Slovenije in drugih evropskih držav (največ iz Avstrije in Nemčije) ter Japonske in ZDA.

Z izdelki in tehnologijami so bila predstavljena naslednja področja:

- avtomatizacija,
- računalniški vid,
- sistemi nadzora,
- pogoni – rotacijski in linearni,
- avtomatizacija logistike in označevanja,
- meritve, merilna oprema, preskušanje in nadzor,
- mehatronika,
- sistemi za pozicioniranje,
- napajalni sistemi in oprema,
- procesna avtomatika,
- robotika,



Slika 1. Utrinek z razstave

- naprave za opazovanje in nadzor,
- sensorika,
- programska oprema,
- proizvodna informatika,
- montaža in operativna tehnologija,
- storitve,
- raziskave in razvoj,
- združenja in društva,
- strokovna literatura.

Sejem je prikazal izredno hiter napredek vseh področij. Avtomatizacija, vključno z avtomatizacijo industrijskih procesov, se zelo hitro razvija, še posebno ob upoštevanju mehatronike kot nove filozofije integriranega pristopa k pogonu in krmljenju sodobnih strojev in postrojev. Temu še posebej pritrjujejo bogate

in številne predstavitve robotike, ki se iz že uveljavljene industrijske robotike hitro širi tudi na druga področja, kot so medicina, gostinstvo, izobraževanje, storitve v gospodarstvu itd. Impresivni so novi dosežki v merilni tehniki, senzori, preskušanju in njihovem izredno učinkovitem povezovanjem z računalniško in

informacijsko-komunikacijsko tehniko. Med elektroniko je bila poleg številnih predstavitev elektronskih krmlilnikov, regulatorjev in univerzalnih integriranih krmlilnih sistemov vidno zastopana močnostna elektronika z ustreznimi pogonskimi in napajalnimi enotami. Bogata pa je bila tudi ponudba

elementov, sestavin, povezovalnih vodnikov in kablov ter električnih inštalacij.

Med večjimi podjetji so z integralno predstavitvijo vzbujala pozornost: ABB, Siemens, MEM, National Instrument, Lotrič, Domel, FANUC, YOKAGAVA in druga.

Zastopanost hidravlike, pnevmatike in mehanske pogonske tehnike kot integralnega dela mehatronike je bila skromna. Sicer pa je bil to predvsem sejem elektronike, čeprav so bili prikazani tudi strojni sestavni deli in sistemi enot za gradnjo avtomatiziranih strežnih naprav in robotiziranih obdelovalnih in montažnih celic in naprav.

Od združenj oz. društev je svojo dejavnost opazno in uspešno predstavila *Sekcija elektronikov in mehatronikov pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije*. Sejem sta poleg nje soorganizirala še *Gospodarska zbornica Slovenije – Zbornica elektronske in elektroindustrije* ter *Tehnološka mreža iz Idrije*. Informacijsko podporo pa so zagotavljali: IRT 3000, Računalniške novice, Strojništvo.com, Svet elektronike in Ventil.

Anton Stušek
Uredništvo revije Ventil



Slika 2. Razstavni prostor Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije

Prof. dr. Viktorju Prosencu – v spomin

V 92. letu življenja je smrt iztrgala iz naših vrst upokojenega rednega profesorja dr. Viktorja Prosenca, priznanega in visoko cenjenega učitelja in znanstvenika varilske stroke v Sloveniji in nekdanji Jugoslaviji. Ob tem, da je bil dve mandatni obdobji dekan na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani, je bil mentor in vzornik mnogim študentom in več mlajšim sodelavcem, nosilec priznanja TZ Litostroj za inovacije na področju reševanja varivosti visokotrdnostne martenzitne litine, zaslužni član Zveze geoloških, rudarskih in metalurških inženirjev in tehnikov, častni član Društva za varilno tehniko Ljubljana in tudi nosilec odlikovanja Jugoslovanski red dela.

Rodil se je 12. decembra 1920 v Zagorju ob Savi, od koder ga je življenjska pot vodila na državno gimnazijo v Ljubljano. Zaradi vojne vihre se je vrnil v domači kraj in se zaposlil v rudniku Zagorje, od tam pa je bil prisilno mobiliziran v nemško vojsko. Po vrnitvi v domovino je nadaljeval s študijem na Tehniški fakulteti Univerze v Ljubljani, na oddelku za montanistiko. Kmalu po diplomi se je zaposlil na Zavodu za varjenje v Ljubljani, danes Institut za varilstvo, kjer se je kot vodja Tehnološkega oddelka zapisal varilski stroki. Osnovna dejavnost tega oddelka je bila namreč usmerjena v šolanje in vzgojo strokovnjakov za področje varjenja in prenos domačih in tujih znanj s področja varilstva v industrijo.

Po zaposlitvi na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani (FS UL) je najprej delal na Institutu za strojništvo kot predstojnik Tehnološkega odseka. Že naslednje leto je bil na tej fakulteti izvoljen za predavatelja za področji Varjenje in Preizkušanje kovin. Leta 1972 je ustanovil Laboratorij za varjenje in za predmeta Varjenje in Tehnika spajanja uvedel prve laboratorijske vaje. Doktoriral je leta 1975 na Tehniški univerzi v Hannoveru. Leta 1976 je bil na FS UL izvoljen za izrednega profesorja in leta 1981 za rednega profesorja, oba krat za področji Varjenje in Gradiva.

V šolskem letu 1974/75 je na tej fakulteti prvič uvedel t. i. višješolsko varilsko usmeritev študija strojništva in izdelal program predavanj in vaj za predmet Varilska tehnologija. V šolskem

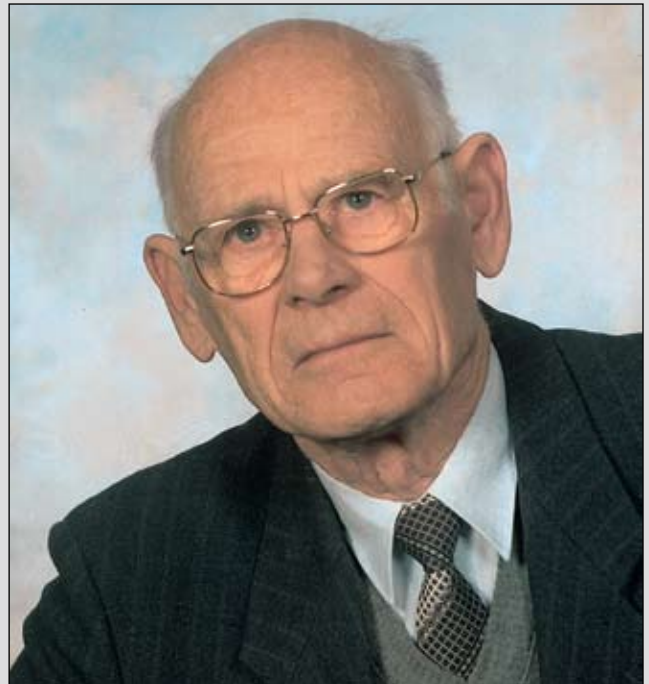
letu 1985/86 pa je, skupaj s prof. dr. Viljemom Kraljem, uvedel še univerzitetno varilsko usmeritev študija strojništva na FS UL ter nov predmet Fizikalno-kemijske osnove varilskih procesov. Mnogo let je bil tudi nosilec predmeta Varilni procesi, na diplomskem študiju za področje Avtomatizacija in proizvodna kibernetika.

Opazen je tudi njegov prispevek na področju priprave učnega gradiva. Ta se kaže v samostojnih poglavjih, objavljenih v Strojno-tehnološkem priročniku in Metalurškem priročniku (izdanih pri Tehniški založbi Slovenije) ter v skriptah za predmeta Varjenje in tehnika spajanja ter Varilska tehnologija, ki so bila natisnjena na FS za interno uporabo.

Veliko je predaval tudi na drugih fakultetah: na Fakulteti za strojništvo Univerze v Mariboru, na Fakulteti za strojništvo Univerze v Mostarju in Univerze v Sarajevu ter na Fakulteti strojarstva in brodogradnje Univerze v Zagrebu.

Izjemno bogato je tudi njegovo znanstvenoraziskovalno in strokovno delovanje. Že kot mlad asistent je sodeloval pri projektiranju metalurških obratov ter na področju preiskav materialov za ladijske registre. Na koncu 70-tih in na začetku 80-tih let je v TZ Litostroj vodil poglobljene raziskave varivosti martenzitne jeklene litine. Na osnovi rezultatov teh raziskav, v katerih je ob vodji Pločevinarne Jakovu Klariću, univ. dipl. inž., sodeloval tudi spodaj prvopodpisani, so bili takrat ustvarjeni osnovni pogoji za prehod izdelave hidromehanske opreme z litih na varjene konstrukcije.

Izredno dejaven je bil tudi v številnih družbenih in strokovnih organizacijah. Vrsto let je bil član uredniškega odbora



strokovne revije Varilna tehnika. Bil je član Jugoslovanskega društva inženirjev in tehnikov, Nemškega društva inženirjev, Društva varilnih inženirjev Francije. Za opažene prispevke na različnih področjih družbene aktivnosti je prejel več priznanj v obliki pohval, znakov, diplom in medalj. Njegove izjemne strokovne, družbene in človeške vrline so visoko cenili številni starejši kolegi varilske stroke na celotnem prostoru nekdanje Jugoslavije. Ne nazadnje so to tudi izrazili s sožalji njegovi družini in Zvezi društev za varilno tehniko Slovenije, ki so jih izrekli kot predstavniki društev za varilno tehniko iz Beograda, Sarajeva, Tuzle in Zagreba.

Profesor Prosenec je imel jasno začrtano življenjsko pot, po kateri je hodil dostojanstveno, a nikoli vzvišeno. Ostal je zvest svojim izročilom, ki jih je vsrkal v rodni Revirjih. Prav zato bo mnogim ostal v neizbrisnem spominu.

Od njega smo se poslovili 11. 2. 2012 na pokopališču Žale v Ljubljani in 14. 2. 2012 še z žalno sejo na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani.

Spomin nanj nam bo vedno drag.

Izr. prof. dr. Ivan Polajnar
Red. prof. dr. Viljem Kralj

Odbor za znanost in tehnologijo pri OZS na sejmu IFAM-INTRONIKA 2012

Odbor za znanost in tehnologijo pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije, ki ga vodi Janez Škrlec, se je celovito predstavil na mednarodnem sejmu IFAM – Intronika 2012 v Celju. Sejem je potekal na Celjskem sejmišču od 25. 1. do 27. 1. Sejem IFAM – Intronika združuje dva sejma, ki zajemata področje avtomatike, robotike, mehatronike in profesionalne elektronike.

Skupaj se je predstavilo 124 razstavljalcev, od tega 63 direktno in 61 preko zastopanih podjetij. Iz Slovenije je bilo 44 razstavljalcev, 19 pa iz tujine. Med njimi je bilo tudi 19 novih podjetij, od tega 12 iz tujine, ostala pa iz Slovenije. Direktni razstavljalci so bili iz Slovenije, Madžarske, Hrvaške, Češke, Nemčije in Avstrije, zastopana podjetja pa iz Nemčije, Avstrije, Japonske, Anglije, Italije, Francije, Belgije, Poljske, Slovenije, Švice in ZDA.



Mednarodni sejem IFAM – INTRONIKA 2012 je bil odlično obiskan (foto: J. Škrlec)

V okviru OZS so sodelovali: Sekcija elektronikov in mehatronikov, Institut Jožef Stefan – posebej sta bila prikazana *Odsek za avtomatiko, bio-kibernetiko in robotiko* in *Odsek za elektronsko keramiko K5*. Predstavil

pa se je tudi *Center odličnosti NAMASTE*. Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani in Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru, Kemijski inštitut v Ljubljani ter dve inovativni obrtno-podjetniški podjetji s področja profesionalne elektronike, AIK – Igor Kravanja, s. p., in AudioLogs – Milenko Glavica, s. p. Predstavljene so bile naj sodobnejše tehnologije s področja avtomatike, robotike, mehatronike in profesionalne elektronike.

Razstavni prostor so obiskali številni predstavniki fakultet, inštitutov, industrije, zastopniki za tuja podjetja, podjetniki, študentje, dijaki, raziskovalci, inženirji iz industrije, projektanti, tehnologi, predstavniki raziskovalnih inštitucij tako iz gospodarstva kot akademske in znanstvene sfere.

Cilj sejemске predstavitve

Obrtno-podjetniška zbornica se je na sejmu predstavila kot resna, odgovorna in napredna inštitucija, za-



IJS se je predstavil z različnimi eksponati, video gradivom in plakati (foto: J. Škrlec).



Na sliki z razstavnega prostora OZS so: skrajno desno prof. dr. Karel Jezernik, sekretarka Valentina Papež, prof. dr. Boris Tovornik in predsednik odbora za znanost in tehnologijo pri OZS Janez Škrlec. (foto: Vesna Vilčnik)

vedajoč se, da je prihodnost izjemno povezana z avtomatiko, robotiko, mehatroniko in tudi elektroniko. Prikazane so bile aktivnosti, ki jih OZS z odborom za znanost in tehnologijo že počne v dobro obrtnikov in podjetnikov, povsem nove tehnologije za različna področja in tudi nov poklic inženir bionike, pri katerem je OZS sodelovala v času njegovega oblikovanja.

Janez Škrlec
Odbor za znanost in tehnologijo
pri OZS



Najava 8. Nanotehnološkega dne

Odbor za znanost in tehnologijo pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije organizira v času Ljubljanskega obrtnega sejma, LOS 2012, ki bo 22. marca na Gospodarskem razstavišču v Ljubljani, **8. Nanotehnološki dan**. Nanotehnoloških dnevov se vedno udeleži veliko ljudi, zlasti obrtnikov, podjetnikov, predstavnikov šolske, akademske in znanstvene sfere ter študentov in raziskovalcev. Vsak nanotehnološki dan dopolnjuje predhodnega v neko pomembno celoto. Tematika se pogosto povezuje tudi z drugimi tehnologijami. 7. Nanotehnološki dan je na primer predstavil povezavo nanotehnologije in bionike. Na 8. Nanotehnološkem dnevu pa bodo predstavljene izjemno zanimive teme, ki nanotehnologiji dajejo novo širino in tako rekoč nesluteni razvojni potencial. Med drugim bomo predstavili nanotehnologijo v energetiki, nanokompozitne materiale, nanotehnologijo v elektroniki in na drugih področjih. Zajeli bomo tudi druge napredne vede, ki z razvojem nanotehnologije dobivajo neslutene možnosti razvoja. Na 8. Nanotehnološkem dnevu bodo predavali vrhunski strokovnjaki z Instituta Jožef Stefan, Kemijskega inštituta v Ljubljani in posameznih tehniških fakultet. 8. Nanotehnološki



7. Nanotehnološkega dne na Ptuj se je udeležilo 253 udeležencev

dan bo brez dvoma dogodek, ki se ga bo vredno udeležiti, še zlasti, ker se vedno bolj usmerja v aplikativnost nanotehnologij. Nanotehnološki dan bo brezplačen. Prijave in vse informacije bodo dostopne preko e-pošte: janez.skrlec@siol.net.

8. Nanotehnološki dan bo že 78 strokovni dogodek odbora za znanost in tehnologijo, ki že več kot pet let uspešno deluje v okviru Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije. Doslej se je

strokovnih dogodkov udeležilo že več kot 5750 udeležencev. Nanotehnološki dnevi pa so posebej dobro obiskani, saj zanimajo zlasti inovativne in razvojno naravnane podjetnike.

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

Bionika in nov poklic inženir bionike

Slovenija je dobila nov ambiciozen poklic, imenovan inženir bionike, poklic prihodnosti in poklic za prihodnost. Da bi lahko prepoznali bistvo tega pomembnega poklica, moramo predstaviti bioniko kot vedo. Izjemen tehnološki razvoj je v drugi polovici prejšnjega stoletja ustvaril novo vedo, ki se imenuje bionika. Ta veda danes dobiva vedno večji pomen in si zanesljivo razširja meje, ki jih je zabilisal človeški tehnični in tehnološki razvoj. Bionika je veda, ki posnema naravo in išče rešitve v gradnji sistemov in naprav, ki so najbolj podobni tistim rešitvam, ki nam jih ponuja narava sama.

Tako posnemanje narave se je začelo takrat, ko so mnogi znanstveni laboratoriji začeli sistematično spremljati konstrukcijske rešitve narave in jih uvajati v tehnične procese. Danes poznamo teoretično, tehnično oz. tehnološko in biološko bioniko. Bionika nam lahko ponudi povsem nove rešitve na številnih področjih, ki jih zna narava brez velikih škodljivih vplivov na okolje tako enkratno rešiti. Bolje bomo poznali bioniko, več bomo našli rešitev in odgovorov na zapletena vprašanja. Če primerjamo rešitve v naravnih bioloških sistemih

s tistimi, ki jih ustvarja človek, je prav, da se ob tem zamislimo, ali morebiti s svojim početjem ne ustvarjamo nekega drugega nenaravnega sveta.

Z dobrim opazovanjem narave bomo začeli sistematično spreminjati konstrukcijske rešitve in v svoje tehnološke izdelke in procese bomo s pridom uvajali naravne rešitve, ki nam bodo prinesle energetske varčnosti, velik prihranek v materialih in velik prihranek truda v raziskovalnih procesih. Da bi si lažje ustvarili predstavo o pomembnosti bionike, navedimo primer, da je energetska bilanca računalnika v primerjavi z energetske učinkovitostjo človeka stotisočkrat slabša. Nobenega dvoma ni, da bo imela bionika izjemno pomembno vlogo pri snovanju računalniških rešitev v prihodnosti. V primerjavi z naravnimi so tehnični izdelki in procesi največkrat izjemno potratni, neučinkoviti in tudi pre malo varni in problematični pri procesu razgradnje. Za njihovo izdelavo porabimo preveč surovin, preveč energije in premočno obremenjujemo okolje. Če smo odkriti, si moramo priznati, da si je tehnika vseskozi prizadevala delovati v dobro človeštva, vsaj v večini primerov, bionika pa v to vključuje tudi naravo, kar je zelo pomembno. Inovacije v naravi poznarjajo pot k boljšim in racionalnejšim rešitvam, tudi takšnim, ki jih z obstoječo tehniko nismo sposobni izdelati. Če bomo bioniko prepoznali

kot rešilno vedo za našo prihodnost, bodo bionični izdelki narejeni s kar najmanjšo porabo materiala ter energije, kar bo veljalo tudi za njihov celoten življenjski cikel v nasprotju s številnimi tehničnimi izdelki, ki jih poznamo danes. Cilj bionike je, da bi bil izdelek po uporabi razgradljiv in bi se vrnil v naravo.

ravni proces kroženja snovi. Mnogi se bodo vprašali, zakaj bionika ni že danes bolj prisotna v našem življenju in ustvarjanju. Vzrok lahko najdemo v dejstvu, da se tehnika razvija predvsem zase in strokovnjaki različnih tehničnih ved največkrat niti pomislili niso, da bi se lahko zgledovali po naravi. Danes lahko rečemo, da je bionika interdisciplinarna veda, ki se sistematično ukvarja s tehnično uporabo konstrukcij in procesov po zgledu narave, in biologijo povezuje z različnimi področji tehnike, matematike, fizike, elektronike, mehatronike, biomehatronike, arhitekture in tudi ekonomije. Za celovitejše dojetje bionike je potrebno poudariti, da se ta veda ukvarja tudi z inteligentno protetiko in vsadki ter drugimi izjemno pomembnimi področji. Bionika je danes veda, ki lahko bistveno izboljša naše življenje, moramo jo le bolje spoznati, ji dati priložnost, da izkoristimo izkušnje iz bogate zakladnice narave. Šolski center Ptuj je skupaj s partnerji sprejel izjemen izziv in razvil profil poklica in poklicni standard ter nov višješolski študijski program bionika, ki ga je v novembru 2011 potrdil Strokovni svet RS. Zasluga, da je Slovenija dobila povsem nov in obetaven poklic, gre ŠC Ptuj, Centru za poklicno izobraževanje RS, Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije in številnim naprednim podjetjem, ki so sodelovali v procesu nastajanja poklica. Seveda se bo ta poklicni program razvijal naprej v visokošolski in univerzitetni. Strokovnjaki bionike bodo v prihodnosti vedno bolj iskani, saj bodo združevali pomembna znanja iz biologije in različnih tehničnih ved. Bioniki bodo snovalci učinkovitih tehnoloških rešitev ob podpori tistih znanj, ki nam jih ponuja narava. Dobri poznavalci bionike verjamejo, da bodo najboljše rešitve za človeštvo prišle takrat, ko bomo znali živeti v sozvočju z naravo.



Bionski sistemi so vedno bolj povezani tudi z razvojem humanoidnih robotov

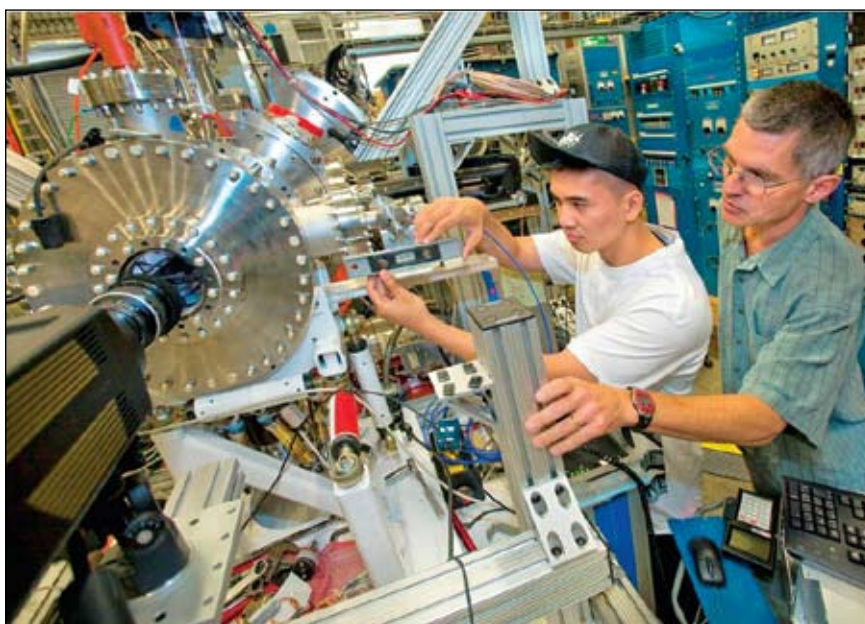
*Janez Škrlec,
inženir mehatronike
Odbor za znanost in tehnologijo
pri OZS*

Trendi tehnološkega razvoja na področju industrijske elektronike

Danes si uspešne industrije ne moremo predstavljati brez napredne industrijske elektronike, kljub temu pa le malo ljudi resnično razume in ve, kaj ta tehniška in tehnološka veda v resnici pomeni, s čim se sploh ukvarja in kakšni so trendi tehnološkega razvoja na tem področju. K industrijski elektroniki danes prištevamo komponente in elektronska vezja, ki omogočajo krmiljenje, regulacijo in posredno številne druge tehnološke postopke (npr. induktivno segrevanje), pri katerih se krmilijo večje moči. Najznačilnejši predstavniki so: frekvenčni pretvorniki, elektronske varilne naprave, električna vleka (žičnice, ...), regulacija vrtljajev motorjev, napetostni pretvorniki UPS, elektronski transformatorji, induktivno in mikrovalovno segrevanje ter elektronika v energetiki.

nastavitve parametrov oz. omejitve in preko priključka za serijsko komunikacijo. Tako je mogoče nastaviti različne parametre za način delovanja (zagonska karakteristika, časovni potek spreminjanja vrtljajev,

slonov na dotik, uporaba najsodobnejših senzorskih tehnologij, magnetnih, termičnih, optičnih in drugih, uporaba in obvladovanje široke palete razvojnih orodij. K naprednim trendom na področju industrijske



Industrijska elektronika je pomembno gonilo razvoja v sodobni industriji

Na področje industrijske elektronike sodijo tudi krmiljeni usmerniki, pri katerih so usmerniške diode zamenjali tiristorji, nadalje razsmerniki oz. invertorji, ki so v bistvu pretvorniki enosmerne električne napetosti v izmenično napetost. Sem sodijo tudi frekvenčni pretvorniki, ki pretvarjajo električno energijo ene frekvence v izmenično napetost druge frekvence. Poznamo različne frekvenčne pretvornike, na primer v izvedbah z bipolarnimi tranzistorji, MOSFET-ti, IGBT-komponentami ali tiristorji, ki so lahko v posameznih ohišjih ali pa v novejšem času pogosteje v obliki inteligentnih modulov. Delovanje sodobnega frekvenčnega pretvornika nadzira mikroprocesor, ki poleg osnovnih funkcij, potrebnih za krmiljenje usmernika in inverterja, izvaja še zaščitne funkcije (temperaturne, tokovne, zagonske) in omogoča daljinsko kontrolo. Mikroprocesor sprejema signale iz senzorjev, inštrukcije iz interne tipkovnice za

jevo, nadziranja vrtljajev, zavornega režima). Tak frekvenčni pretvornik je zaradi tega sorazmerno inteligentna naprava, saj neprestano preverja delovanje sklopov in preprečuje zagon oz. delovanje pri nenormalnih pogojih. Ko govorimo o novih trendih v industrijski elektroniki, imamo v mislih tudi zagotavljanje inovativnih razvojnih in proizvodnih rešitev s področja tehnološko naprednih aplikacij za vodenje elektromotorjev in popoln nadzor različnih parametrov motorja (hitrost, vrtilni moment in položaj). Zavedati se je treba, da v okvir industrijske elektronike in novih trendov na tem področju sodijo tudi rešitve po meri naročnika, s tehnološkega vidika tudi termično upravljanje in vodenje, zaščita vezij proti vibracijam, vlagi in drugim vplivom. Izjemno pomembni so tudi trendi na področju vmesnikov med človekom in strojem (HMI – Human Machine Interface), vodenje in upravljanje preko sodobnih LCD-zaslonov in za-

elektronike prištevamo tudi organizacijske, na primer obvladovanje proizvodnih procesov, izobraževanje visoko strokovno usposobljenih kadrov, vodenje projektov in projektne ter tehnične dokumentacije in organizacijo v skladu s standardi, pri organizacijskih pa seveda še celostne rešitve in razvojno partnerstvo (ideja, razvoj, proizvodnja in podpora), napredno znanje o vodenju motorjev, integrirana sposobnost za razvoj in proizvodnjo ter interes za lastno proizvodnjo posameznih komponent in sklopov. Trendi industrijske elektronike so tako povezani z novimi tehnologijami, novimi materiali, sistemskimi in organizacijskimi rešitvami, z uporabo inteligentnih sistemov in maksimalnim upoštevanjem želj naročnika.

*Janez Škrlec,
inženir mehatronike
Odbora za znanost in tehnologijo
pri OZS*

Podpisan dogovor o sodelovanju med Obrtno-podjetniško zbornico Slovenije in Kemijskim inštitutom v Ljubljani

Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije je podpisala dogovor o sodelovanju s Kemijskim inštitutom v Ljubljani. Za Obrtno-podjetniško zbornico sta dogovor podpisala generalni sekretar **g. Dušan Krajnik** in predsednik odbora za znanost in tehnologijo pri OZS **g. Janez Škrlec**, s strani Kemijskega inštituta pa direktor **prof. dr. Janko Jamnik** in pomočnik direktorja **g. Aljoša Trtnik**.



Direktor Kemijskega inštituta
prof. dr. Janko Jamnik

Dogovor o sodelovanju zajema poslovno in strokovno sodelovanje za področje organiziranja strokovnih seminarjev, tehnoloških in nanotehnoloških dnevov, konferenc, delavnic, forumov in skupno sodelovanje na različnih sejmih ter skupno načrtovanje projektov, zanimivih predvsem za moderno in sodobno obrt ter podjetništvo. Dogovor zajema tudi področje sodelovanja v domačih in mednarodnih projektih, sodelovanje na področju eksperimentalne znanosti, nudenje pomoči pri prenosu novih znanj in tehnologij v sodobno obrt in podjetništvo, še zlasti pa prenos znanja v mala in mikropodjetja.

Dogovor o sodelovanju med podpisnikoma bo pomenil tudi večjo povezanost gospodarstva in znanosti, še zlasti pa strokovno pomoč pri razvoju in uporabi novih tehnologij s ciljem uspešnejšega razvoja novih izdelkov in storitev z višjo dodano vrednostjo. Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije je s Kemijskim inštitutom zelo dobro sodelovala že zadnji dve leti, dogovor o sodelovanju pa je doslej podpisala le z Institutom Jožef Stefan, Fakulteto za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru in Fakulteto za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Dogovor s Kemijskim inštitutom v Ljubljani je izjemno po-



Generalni sekretar OZS
Dušan Krajnik

memben še zlasti za razvoj in uporabo novih materialov in spoznavanje novih tehnoloških procesov ter osvajanje znanja na področju bio- in nanotehnologij, energetike ter okoljskih tehnologij.

Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije je v zadnjih letih napravila velik korak naprej v povezovanju gospodarstva in znanosti, še zlasti ji to dobro uspeva z odborom za znanost in tehnologijo, ki deluje v okviru OZS že nekaj več kot pet let. Podpisani dogovor pa je brez dvoma potrditel, da je OZS postala napredna, razvojno naravna institucija in da je še kako zainteresirana za vedno večjo povezanost z akademsko in znanstveno sfero.

www.ozs.si

VSE KAR MORATE

VEDETI O: MERILNI NEGOTOVOSTI - 19.3.2012
TEMPERATURI, VLAGI - 20.3.2012



DOLŽINI - 22.3.2012
TEHTANJU - 23.3.2012
PIPETIRANJU - 17.4.2012
TLAKU - 18.4.2012
SISTEMIH VODENJA KAKOVOSTI - 19.4.2012
ZVOKU - 24.4.2012

LOTRIČ

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

Kalibracija meril za merjenje pretoka plinov

LOTRIČ laboratorij za meroslovje bo v letu 2012 razširil svojo ponudbo tudi na kalibracijo merilnikov pretoka plinov. V začetku meseca je že potekalo ocenjevanje, ki ga je opravljala slovenska akreditacija, strokovno pa je področje presojal dr. Jiří Tesar iz češkega meroslovnega inštituta. Področje bo zajemalo kalibracijo vseh vrst merilnikov pretoka plinov do nazivnih pretokov 100 l/min.

Tako bo laboratorij LOTRIČ ponudil slovenskemu tržišču akreditirano storitev kalibracije merilnikov pretokov plinov. Akreditacija v meroslovnem svetu pomeni najvišjo stopnjo zaupanja, ki jo lahko doseže kalibracijski laboratorij.

Pridobljena akreditacija je rezultat sodelovanja laboratorija LOTRIČ in podjetja ECHO. Kalibracija bo izvedena s primerjalno metodo s pomočjo čistega ali okoliškega zraka, lahko tudi s tehničnim plinom. Merjenec in etalonski merilnik pretoka se vežeta zaporedno v sistem, ki se obremeni od minimalnega do maksimalnega pretoka. Ob tem se primerjajo vrednosti, ki jih kažeta etalon in merjenec. Po upoštevanju vseh korekcijskih parametrov se pridobi napaka kazanja merjenca, ki je poleg merilne negotovosti eden od ključnih rezultatov pri kalibraciji.

Za ostale novice na področju storitev, prodaje in akademije obiščite spletno mesto

www.lotric.si.



REVIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

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





Merimo
za prihodnost
We Measure the Future

LABORATORIJ
ZA
LOTRIČ[®]
MERO SLOVJE

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

OVERITVE

KALIBRACIJE

KONTROLE

PRODAJA

PERIODIČNI PREGLEDI

AKADEMIJA

Merimo
za prihodnost
We Measure the Future

DOBRA VAGA VALJESNA POMAGA

A. Stušek – uredništvo revije Ventil

Vodnik po nakupih fluidnotehničnih sestavin in pomožne opreme 2012

Revija *Fluid* v decembru iztekajočega se leta že tradicionalno pripravi vodnik po nakupih za naslednje leto. Letošnja izdaja, z naslovom *Fluid Markt – Jahreseinkaufsführer 2012* v skupnem obsegu 170 strani, na 142 straneh objavlja 32 strokovnih prispevkov in ilustrirane reklamne oglase (78 oglaševalcev) ter 27 strani v preglednicah predstavljenih hidravličnih in pnevmatičnih sestavin, enot in pomožne opreme, z osnovnimi tehničnimi podatki in dodatnim seznamom dobaviteljev z njihovimi izčrpnimi naslovi.

Naslovi strokovnih prispevkov so naslednji:

Trgi in področja

- *Vsi rekordi v dosegljivi bližini* – konjunktura na področju strojništva v letu 2011/12
- *»Rast se nadaljuje«* – intervju s Christianom Kienzlom, predsednikom strokovnega združenja Fluidna tehnika v okviru VDMA
- *Tržni »boom« na Kitajskem* – nemška pogonska in fluidna tehnika na Kitajskem vodita
- *Obetajoča prihodnost* – trg hibridnih pogonov na področju mobilnih delovnih strojev
- *Usmerjeni na širjenje trga* – intervju s Thorstenom Van der Tunkom iz Linde Hydraulics
- *Hidravlika v rudarstvu* – močna, robustna in varna

Raziskave in izobraževanje

- *Raziskave za bližnjo prihodnost* – projekti raziskovalnega sklada fluidna tehnika

- *Hidravlika kontra elektrika* – sistemska primerjava na primeru kombajna za sladkorno peso
- *Velika predstava* – pri Festu jih je inspiriral slonov riley

Hidravlika

- *Naslovna tema: Samozdravitveni učinek po poškodbi* – hidravlične sestavine – korozijsko varne, brez kroma (VI)
- *Kmetijska tehnika na sončni strani* – poročilo z »Agritechnice« z vidika fluidne tehnike
- *Hidravlika – vrhunsko srečanje* – strokovnjaki za digitalno hidravliko so se srečali v Linzu
- *Varčevanje s sistemom* – več učinkovitosti pri obdelovalnih strojih
- *Dolga pot biološko razgradljivih olj* – 25 let biološko hitro razgradljivih olj
- *Varčno z energijo v podrobnostih* – kako ukrepajo pri Arburgu za energijsko učinkovitost strojev za brizganje plastičnih mas
- *Šah mat hrupu* – sistemi za zmanjševanje hrupnosti hidravličnih naprav
- *Hidravlika zamenjala elektromehaniko* – Hänchen dobavil integralno rešitev železarne Georgsmarienhütte
- *Poročila o izdelkih* – novo v hidravliki

Pnevmatika

- *Varčevanje pri stroških* – izdelovalec sladoleda se je odločil za koncept decentralizirane pnevmatike
- *30 kW zastoj za toplo vodo* – regulacija vrtilne frekvence in varčevanje s toploto omogočajo varčevanje z energijo

- *Težaven zapis nalog* – brezoljni stisnjeni zrak za industrijo pijač
- *Neverjetno mnogostranski* – uporaba pnevmatičnih motorjev kaže njihovo močnostno učinkovitost
- *Poročila o izdelkih* – novo v pnevmatiki

Avtomatizacija

- *Prave lastnosti za prakso* – smeri razvoja brezkontaktnih merilnikov poti in kotov
- *Neproblematične regulacijske proge* – vnaprejšnje parametrisiranje omogoča lažje načrtovanje in začetek obratovanja
- *Komfort in fleksibilnost* – nov način krmiljenja strojev za brizganje plastičnih mas
- *Poročila o izdelkih* – novo za avtomatizacijo

Dodatna oprema

- *Mnogo v teku* – pri razvoju hidravličnih filtrov je cela vrsta novosti
- *Posebne vrste tesnilk* – intervju s Christianom M. Kronom iz Seal Concepta
- *Kakovost kot osnova* – produktna linija Basic Line za pnevmatične cevne priključke Eisele
- *Poročila o izdelkih* – novo na področju dodatne fluidnotehnične opreme

Vir:

Fluid Markt Jahreseinkaufsführer 2012; Zal.: Verlag Moderne Industrie GmbH Justus-von-Liebig – Str. 1, 86899 Landsberg, BRD



**dnevi
slovenske
informatike**



“Ustvarimo nove rešitve!”

Kongresni center Grand hotel Bernardin Portorož
Slovenija | 16. - 18. april 2012 | www.dsl2012.si

A. Stušek – uredništvo revije Ventil

Posebna povezovalna tehnika pri hidravličnih in pnevmatičnih napravah

Revija *Fluid* nadaljuje z objavljanim posebnih izdaj z aktualnimi podrobnimi obravnavami posameznih področij fluidne tehnike. Zadnja med njimi v letniku 44(2011) se nanaša na posebno povezovalno tehniko pri hidravličnih in pnevmatičnih napravah, in predstavlja nadaljevanje podobne posebne izdaje v letniku 43(2010) – glej tudi Ventil 17(2011)1, str. 14. V tokratnem zvezku je na 42 straneh objavljenih 12 prispevkov in 33 ilustriranih oglasov o novostih in zanimivostih ponudbe delov in sestavin

cevovodov za hidravlične in pnevmatične naprave.

Vsebine prispevkov pa so naslednje:

Gibki cevovodi:

- Zaznavanje poškodb gibkih cevi – gibkocevovodni filter v industriji (samodejno krmiljenje odpraševalne naprave),
- Za grobe aplikacije – fluidnotehnične rešitve za močnostno zahtevne in okolju prijazne stroje,
- Lahki za čiščenje – uporaba rebrastih gibkih cevovodov.

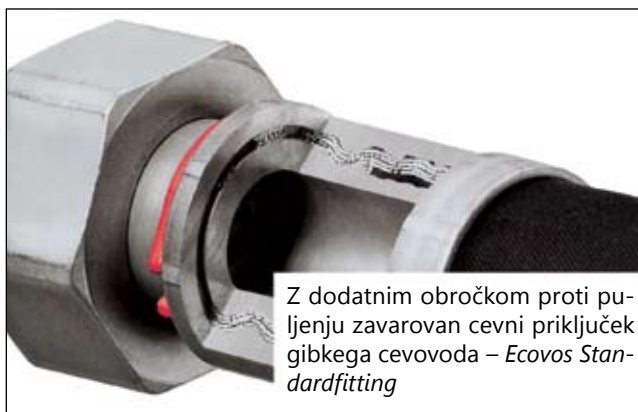
- Brez izgub materiala – krivljenje in preoblikovanje neizometričnih cevi,
- Ne kar z droga – procesne rešitve krivljenja in obdelave koncev cevi,
- Veliko merilno območje – merilnik masnega toka plinov za vgradnjo v cevovode.

Armature:

- Pravi material – povezovalna tehnika za gibke cevovode – ne samo iz nerjavnega jekla,
- »Tudi za nas še obstaja potencial« – intervju z B. Dreherjem, vodjem razvoja, konstrukcij in zagotavljanja kakovosti pri firmi Volz,
- Ventili v vodi – preprečevanje korozije pri cevovodih,
- Cevni priključek za vse namene – cevna varovalka proti puljenju izključuje potrebo po posebnih cevni priključkih,
- Samo z enim obročkom – povezovalna tehnika iz nerjavnega jekla.

Cevi:

- Alternative varjenju – priključki s porobljenim spojem razširja program cevni priključkov pri Parkerju,
- Zanesljivo oblikovanje za montažo – intervju z Michaelom Weidenbrükom iz Eaton Walterscheida,



Z dodatnim obročkom proti puljenju zavarovan cevni priključek gibkega cevovoda – Ecovos Standardfitting

Vir:

Fluid Sonderheft – Spezial Verbindungstechnik 2011, Fluid (2011) Spez.

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

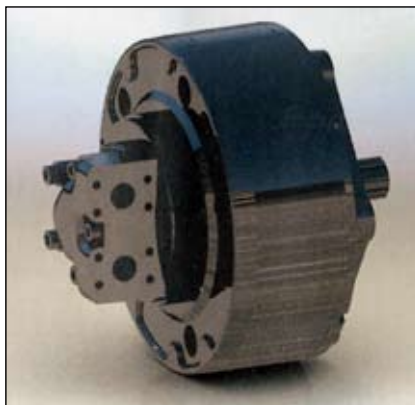
Povprašajte za cenik
oglaševalskega prostora!
e-pošta: info@irt3000.si



A. Stušek – uredništvo revije Ventil

Prestižni radialni batni hidravlični motor iz Italije

Po dolgih letih razvoja italijansko podjetje *Italgrou* iz Modene predstavlja kompaktno grajen radialni batni hidravlični motor serije HC, ki zanesljivo deluje tudi v pogojih kavitacije. Poleg kompaktnosti so njegove značilnosti tudi visoka vrtilna frekvenca, velik specifični navor in izredno ugodno razmerje moči in teže. Posebno visoka vrtilna hitrost je dovoljena v »prostem teku«. Njegova konstrukcijska izvedba je posebej prilagojena optimalnemu



izkoristku in odpornosti proti kavitaciji tudi v daljšem obdobju obratovanja. Vse te prednosti v povezavi s širokim območjem iztisnine, od 50 ... 1 000 cm³/vrt, in bogatim izborom dodatne opreme zagotavljajo idealno uporabnost HC-motorjev za najrazličnejše namene.

Dodatne informacije dobite pri tehničnem biroju Italgrou na spletnem naslovu: www.italgroup.eu

industrijski
forum IRT
www.forum-irt.si

4. industrijski forum
Inovacije, razvoj,
tehnologije **2012**

PORTOROŽ, 11. IN 12.
JUNIJ 2012

Dodatne informacije:

Industrijski forum IRT, Motnica 7 A, 1236 Trzin
tel.: 01/600 1000 | faks: 01/600 3001
e-pošta: info@forum-irt.si | www.forum-irt.si

Forum znanja in izkušenj

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

SERVO VENTILI, PROPORCIONALNI VENTILI IN RADIALNO-BATNE ČRPALKE

MOOG

Zakaj radialno-batne visokotlačne črpalke MOOG?

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

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

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

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



Orbitalni hidromotorji, z zavoro ali z dodatnimi blok ventili



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



M+S HYDRAULIC

Center za prenos tehnologij in inovacij na Institutu »Jožef Stefan«



Povezovanje znanosti in trga je danes edino pravo zagotovilo za uspešno, stabilno in uravnoteženo gospodarstvo. Na eni strani je znanost vir za ohranjanje konkurenčne prednosti države in motor splošnega napredka, na drugi strani pa mora biti tesno povezana z gospodarstvom, saj mo-

rajo biti znanstveni rezultati odraz potreb trga.

Ključno prednost določa prenos tehnologij, saj omogoča vpogled v raziskave in znanost, ki bi sicer bil zaradi finančnih, gospodarskih in človeških ovir ne-

dostopen zlasti za manjša podjetja. Raziskovalnim centrom pa prenos tehnologij omogoča edinstven vpogled v potrebe trga in s tem znanost približuje širši družbi.

Informacije: e-pošta: tehnologije@ijs.si, tel.: 01 477 3224

Dan odprtih vrat Instituta »Jožef Stefan«

Na Institutu »Jožef Stefan« vsako leto v mesecu marcu organiziramo tradicionalne Dneve Jožefa Stefana, saj 24. marca praznujemo obletnico rojstva tega velikega slovenskega znanstvenika. Dneve Jožefa Stefana zaključimo z dnevom odprtih vrat, ki bo letos v soboto, 24. 3. Pričeli bomo ob 9. uri, zadnji obisk pa bo možen ob 13. uri (program v prilogi).

Zaradi velikega zanimanja za obisk smo dan odprtih vrat razširili na teden odprtih vrat. Po predhodni najavi na ijssobiski@ijs.si bo tako obisk možen tudi od 19. 3. do 23. 3.

Vendar dan odprtih vrat ni edina možnost za ogled Instituta. Vsi zainteresirani si lahko, ob predhodni najavi, zanimivosti Instituta »Jožef Stefan« ogledajo katerikoli četrtek v letu, in sicer v laboratorijih na Jamovi cesti kot tudi v Reaktorskem centru,

kjer ogled omogoča in organizira Informacijski center za jedrsko tehnologijo (ICJT). Vsi obiski Instituta so brezplačni, saj želimo vzpostaviti pristen stik šolstva z znanostjo.

Več si lahko preberete na www.ijs.si/ijsw/DOV. Lahko nam tudi pišete na elektronski naslov: IJSobiski@ijs.si.

Prizadevamo si, da bi Institut »Jožef Stefan« aktivno sodeloval pri vzpostavljanju učeče se družbe in razmahu zanimanja otrok, učencev, dijakov, študentov ter odraslih za naravoslovje, zato vas naprošamo, da to vabilo objavite v vašem mediju. Zelo bomo veseli, če nas boste obiskali tudi novinarji.

dr. Špela Stres,
Center za prenos tehnologij
in inovacij, Institut »Jožef Stefan«

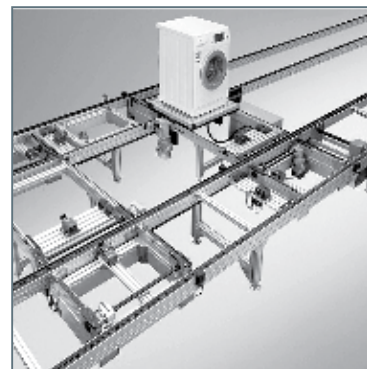
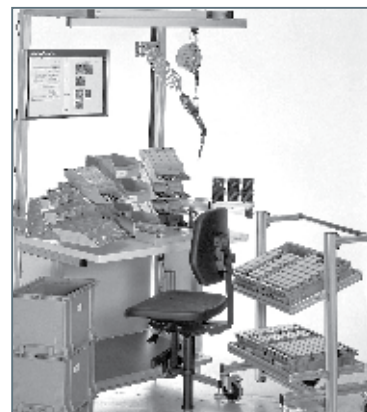
Rexroth

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

Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru podelila posebno priznanje Janezu Škrlecu



Podelitev priznanja na FERi Univerze v Mariboru 16. 2. 2012 (desno na sliki dekan prof. dr. Borut Žalik in levo dobitnik priznanja predsednik odbora za znanost in tehnologijo pri OZS Janez Škrlec). Foto: mag. Gero Angleitner.

Dekan Fakultete za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Uni-

in OZS je bilo izvedenih več kot 40 skupnih strokovnih dogodkov (teh-

verze v Mariboru prof. dr. Borut Žalik je na svečanosti ob dnevu fakultete podelil posebno priznanje Janezu Škrlecu, predsedniku odbora za znanost in tehnologijo pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije, za pospeševanje sodelovanja med gospodarstvom in znanostjo. V devetih letih sodelovanja med FERi Univerze Maribor

noloških dnevov, energetskih tehnoloških dnevov, konferenc, strokovnih seminarjev, sejamskih predstavitev). Takšno priznanje je bilo prvič doslej podeljeno komu iz Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije.

Priznanje pomeni veliko pozornost tudi celotnemu odboru za znanost in tehnologijo, ki v okviru OZS deluje že več kot pet let. Podeljeno priznanje je pomembno tudi za celotno Obrtno-podjetniško zbornico Slovenije in njen razvoj, še zlasti pa za še intenzivnejši proces povezovanja gospodarstva in znanosti.

Odbor za znanost in tehnologijo pri OZS

Nov Strokovni svet za meroslovje Republike Slovenije

V januarju 2012 je takratni minister za šolstvo in šport dr. Igor Lukšič imenoval nov Strokovni svet za meroslovje RS v sestavi:

- mag. Alojz Grabner, predstavnik Ministrstva za zdravje, predsednik sveta,
- dr. Samo Kopač, predstavnik Ura da RS za meroslovje, član sveta,

- Darja Boštjančič, predstavnica Gospodarske zbornice Slovenije, članica sveta,
- Janez Škrlec, predstavnik Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije, član sveta,
- dr. Boštjan Godec, predstavnik Slovenske akreditacije, član sveta,
- mag. Marjetka Strle Vidali, predstavnica Slovenskega inštituta za standardizacijo, članica sveta,

- Miran Lešnik, predstavnik sekcije SILAB, član sveta,
- Barbara Zalar, predstavnica Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo, članica sveta,
- Damjan Hočevar, predstavnik Ministrstva za gospodarstvo, član sveta,
- dr. Silvo Žlebir, predstavnik Ministrstva za okolje in prostor, član sveta,
- mag. Mira Kos Skubic, predstavnica Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, članica sveta.

IFAM international trade fair of automation & mechatronics

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

30.01.-01.02.2013

www.ifam.si

**Na sejem
v Ljubljano!**

**LOS
2012**
LJUBLJANSKI
OBRTNO-PODJETNIŠKI
SEJEM
21. - 24. MAREC

**GOSPODARSKO
RAZSTAVIŠČE
LJUBLJANA**



**Vsa ponudba obrti in podjetništva na enem mestu
Pester obsejemski program
Ugodne cene za razstavljalce**

**Rok prijave: 15. februar 2012
Dodatne informacije o sejmu na www.sejemlos.si**

GR

Rastko Aleš
01 300 26 31
rastko.ales@gr-sejem.si

OZS

Gregor Primc
01 583 05 57
gregor.primc@ozs.si

Matej Kadunc
01 300 26 50
matej.kadunc@gr-sejem.si

Edina Zejnic
01 583 05 86
edina.zejnic@ozs.si



**OBRTNO-PODJETNIŠKA
ZBORNICA SLOVENIJE**

Investigation For Output Torque Of A Low Pressure Water Hydraulic Planetary Gear Motor

Shigeru OSHIMA, Takuya HIRANAO

Abstract: This study concerns a Planetary Gear Motor which can be driven by low pressure as same as civil tap water pressure. Low pressure water hydraulic system has advantages such as low cost, safety and easy usage as well as no risk to pollute the environment if leakage happens. The purpose of this paper is to introduce the structure of the Low Pressure Water hydraulic Planetary Gear Motor (LPW-PGM) and to explain the supposed mechanism of output torque generation and the method to calculate the theoretical output torque. The theoretically calculated output torque is compared with the measured under the condition of very low constant rotational speed. As a result, it is found that there is a difference between the calculated and measured results, and the major of difference is caused by the friction at the meshing parts on the teeth of the stator, rotor and planetary gears. The experimental result shows that a surface treatment on the planetary gears with solid lubricant film which contains Graphite makes the output torque efficiency increase about 15%. In addition, the planetary gears made of PEEK and brass are also tested.

Key words: Water Hydraulics, Low Pressure, Planetary Gear Motor, Output Torque

1 Introduction

Water hydraulic system which uses tap water as a pressure medium has no risk to pollute the environment if leakage happens. It has been known, therefore, as an environmental friendly new fluid power drive system since the late of 20th century. It has many advantages; clean, non-

toxic, non-flammable, low pressure loss, and so on¹⁾. It is also a big advantage that the pressure medium is easily obtained and drained. It leads to decreasing of management cost, too.

The water hydraulic systems are considered to have many possible applications in low pressure driving field as well as in middle and high pressure driving. The low pressure leads to the low cost of components, and the easy operation and safety driving of the systems. Studies on the low pressure water hydraulic systems have been carried out to aim to get the low price in compatible to pneumatic systems while high power density and good controllability are compatible to oil hydraulic systems^{2), 3)}.

Water hydraulic systems have been applied in industries of food

processing, beverage bottling and packaging, semiconductor and paper manufacturing, etc. There are also possible applications in welfare equipments, universal house equipments, leisure and amusements park equipments and others⁴⁾. For the many of those applications, the low pressure water hydraulic systems are available. Some of them can be driven directly by the pressure from the civil tap water network or the water supply network for the industries. Otherwise, centrifugal pumps may be often installed as pressure sources. Anyway, it is relatively easy to get the pressure source for the low pressure water hydraulic systems.

The goal of this study is to develop a Low Pressure Water hydraulic Planetary Gera Motor (LPW-PGM), which can be driven by low pressure as same as civil tap water pressure. The planetary gear motor has been

Professor Shigeru Oshima, Numazu National College of Technology, Department of Control & Computer Engineering 3600 Okoa, Numazu, Shizuoka, 410-8501 Japan
Takuya Hirano, Suntory Liquors Limited, Osaka Plant Blend Group, 3-2-30 Kaigandori, Minato-ku, Osaka City, Osaka, 552-0022 Japan

developed originally in Holland as a low-speed high-torque hydraulic motor. The basic principle and theory for its geometry have been reported in detail in the reference material⁵⁾. Based on the theory in the report, we made a prototype to be available for the low pressure water hydraulic systems. The purpose of this paper is to introduce the structure of LPW-PGM and to explain the supposed mechanism of output torque generation and the method to calculate the theoretical output torque. The theoretically calculated output torque is compared with the measured under the condition of very low constant rotational speed. As a result, it is found that there is a difference between the calculated and measured results, and the major of difference is caused by the friction at the meshing parts on the teeth of the stator, rotor and planetary gears. The experimental result shows that a surface treatment on the planetary gears with solid lubricant film which contains Graphite makes the output torque efficiency increase about 15%. In addition, the planetary gears made of PEEK and brass are also tested.

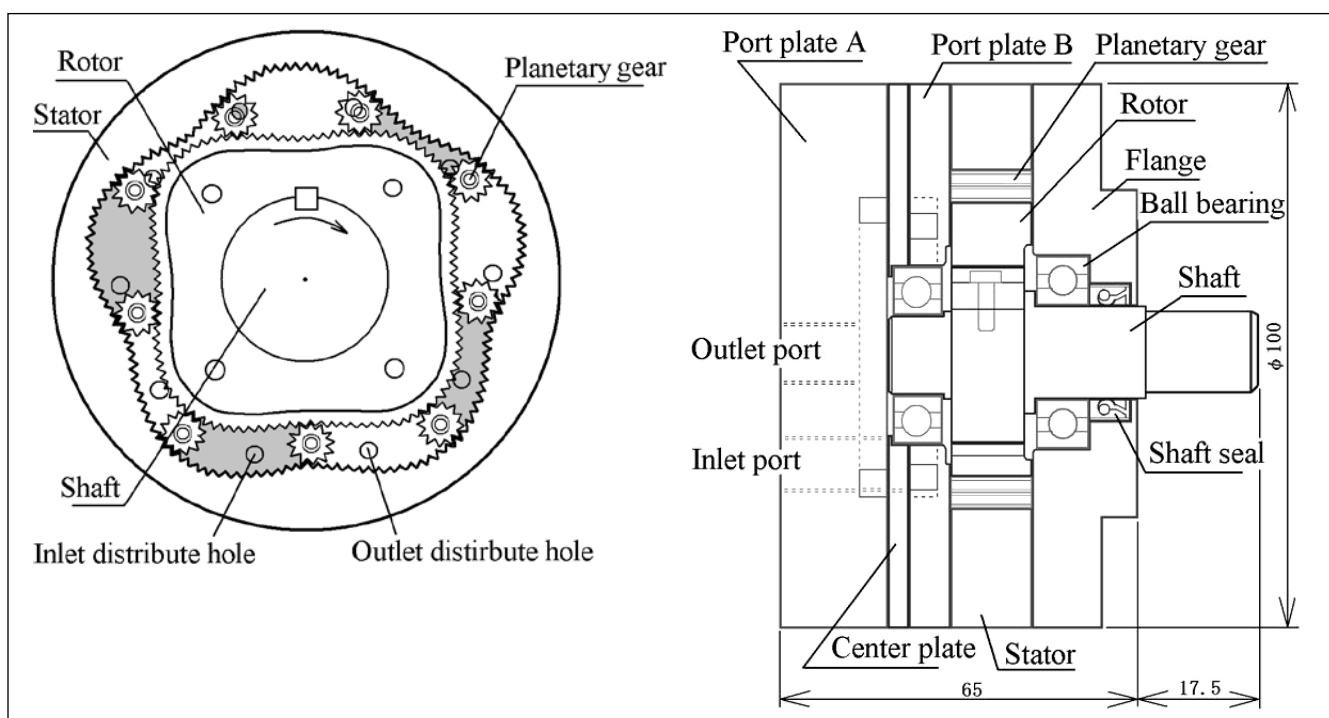
2 Structure and mechanism of torque generation

2.1 Structure and dimensions

The main part of the LPW-PGM consists of a stator, a rotor, nine planetary gears, port plates A, B and a flange as shown in Figure 1. In our prototype, the inside of the stator is formed by a curve with 5 lobes and the outside of the rotor is formed by a curve with 4 lobes. The geometry (shape and size) of the pitch curves of them and the radius of the planetary gear's pitch circle have a tight connection. They are all determined by numerical calculation of the equations derived based on the theorem of friction wheel model⁵⁾. The curved surfaces of the stator and the rotor have teeth which mesh with the planetary gears' teeth. Nine displacement chambers are formed, which are enclosed by the stator, rotor, planetary gears, port plate B and flange. The each chamber's volume varies periodically when the rotor rotates.

The port plate A has an outlet port and five outlet distribute holes

which are all connected with a pentagon groove and the port plate B has an inlet port and five inlet distribute holes which are all connected with a pentagon groove such as shown in Figure 2. The inlet port is also drilled through the port plate A to connect the inlet port on the port plate B, and the five outlet distribute holes are also drilled through the port plate B at the same place of each the outlet distribute hole on the port plate A. The inlet distribute holes and the outlet distribute holes are located alternately on the inside surface of the port plate B and open to the displacement chambers as shown in Figure 1. Each displacement chamber connects alternately to an inlet distribute hole and an outlet distribute hole when the rotor rotates. The volume of each displacement chamber increases when connecting to the inlet distribute hole and decreases when connecting to the outlet distribute hole. Water is supplied to the inlet port and the water discharged from the chamber is exhausted through the outlet distribute holes to the outlet port which is connected to a return line.



(a) Structure of main part

(b) Cross sectional side view

Figure 1. Structure of the LPW-PGM

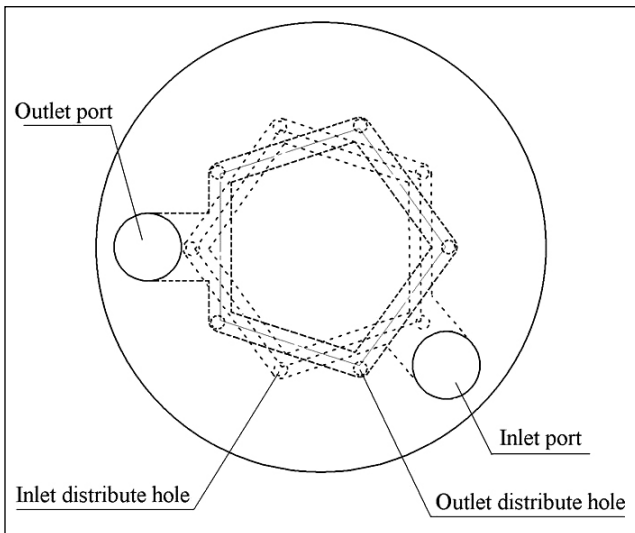


Figure 2. Location of Inlet and Outlet distribute holes on the port plates A and B

In the theoretical analysis, the connection of the rotor, stator and planetary gears are treated as a friction wheel model as shown in Figure 3. The tooth profile has been removed from the pitch curves and pitch circles of them. The pitch circle of the planetary gear is always in contact with the pitch curves of the rotor and stator. The stator is considered fixed in space, the rotor rotates around its axis "O", and the planetary gears roll on the pitch curves of the rotor and the stator with no slip when the rotor rotates.

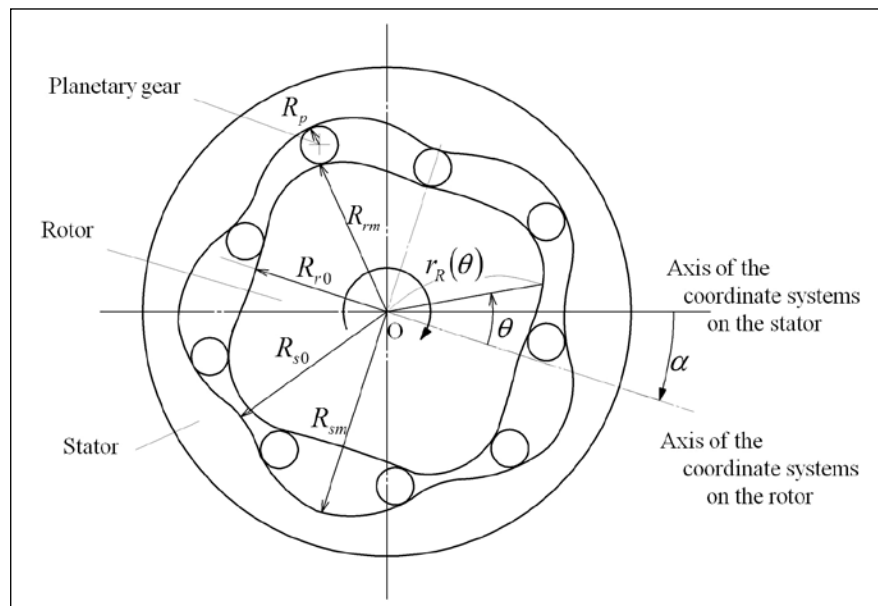
The rotor's pitch curve of our prototype is formed by a cosine curve by Equation (1), of which the minimum radius R_{r0} , the maximum radius R_m and the number of lobes N_{rRL} are initially determined by a designer.

$$r_R(\theta) = R_{r0} + \frac{R_m - R_{r0}}{2} \{1 + \cos(N_{rRL} \cdot \theta + \pi)\} \quad (1)$$

The stator's pitch curve geometry is determined as the trace of the contact point of the planetary gear and the stator. There is only one possible radius of the planetary gear for a given number of stator lobes N_{rSL} when the rotor's pitch curve geometry is determined. The equations to solve the problems to find the planetary gear's radius and the stator's pitch curve geometry are presented in the report⁵⁾. Authors made a computer program to calculate the equations numerically to get the geometries of

them. The practical dimensions of the main parts of the prototype are shown in Figure 3. In practice, the rotor has 104 teeth, the stator has 130 teeth on their pitch curves. The theoretical displacement volume calculated by numerical integration is 36.6 cm³/rev. The rated output power of

shows the mechanism of torque generation at one of displacement chambers connected to the inlet distribute holes. The drawing of (a) shows the generation of torque by the pressure acts on the rotor surface and (b) shows that on the planetary gears. Note that there is a distance l_2 between the center of the rotor and the force acting line of F_r in (a), and r_1 is larger than r_2 in (b). It causes the torque in clockwise. The same condition appears at the all displacement chambers when they connect to the inlet distribute holes. As the planetary gears revolve with the rotation of the rotor, the displacement chambers move and switch the connection to the inlet



$N_{rRL} = 4$, $N_{rSL} = 5$, $R_{r0} = 22.55$ mm, $R_{rm} = 27.52$ mm, $R_{s0} = 28.54$ mm, $R_{sm} = 33.51$ mm, $R_p = 3.00$ mm, $W_p = 15.00$ mm

Figure 3. Friction wheel model for theoretical analysis

the prototype is 15 Nm/s, the output torque is 0.75 Nm and the rotational speed is 200 rpm when it is driven at 0.25 MPa and 8.5 L/min⁶⁾.

2.2 Mechanism of torque generation

In the displacement chambers which connect to the inlet distribute holes, the shadowed chambers in Figure 1, the pressure acts on the rotor surface and the planetary gears generates the torque in clockwise. Figure 4

and outlet distribute holes by turns. The rotation of the rotor, therefore, continues while pressurized water is supplied to the inlet port.

3 Calculation of Theoretical Output Torque

3.1 Equations for calculation

Referring Figure 4, the equations to calculate the theoretical output torque are presented as follows. The

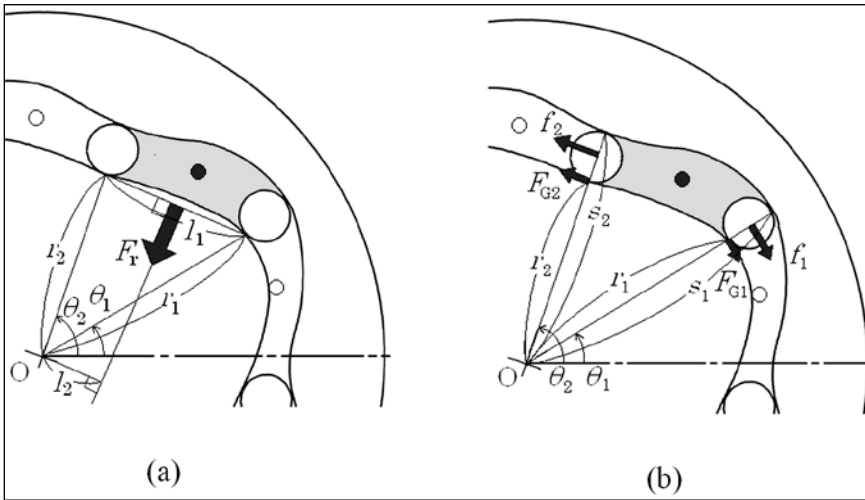


Figure 4. Mechanism of torque generation

force F_r shown in (a) is presented by Eq. (2),

$$F_r = l_1 \cdot W_p \cdot P_c \quad (2)$$

here the distance l_1 is by Eq.(3).

$$l_1 = \sqrt{r_1^2 + r_2^2 - 2r_1r_2 \cos(\theta_2 - \theta_1)} \quad (3)$$

The positions of the contact points (r_1, θ_1) and (r_2, θ_2) are obtained for each given rotational angle α by numerical calculation with the computer program made by us based on the theorem of friction wheel model ⁵⁾. Then, the torque T_r generated by F_r at each α is calculated by Eq. (4).

$$T_r = F_r \cdot l_2 \quad (4)$$

Here, the length of the distance l_2 is calculated geometrically assuming that the force acting line of F_r is the perpendicular bisector of the line shown with the length l_1 .

The forces f_1 and f_2 act on the planetary gears shown in (b) of Figure 4 are presented by Eq. (5) and Eq. (6).

$$f_1 = (s_1 - r_1) \cdot W_p \cdot P_c \quad (5)$$

$$f_2 = (s_2 - r_2) \cdot W_p \cdot P_c \quad (6)$$

The contact point of a planetary gear and the stator is on the same line which is through the contact point of the planetary gear and the rotor. The polar coordinates positions of the contact points (s_1, θ_1) and (s_2, θ_2) are calculated numeri-

cally by the computer program made by us as same as the contact points (r_1, θ_1) and (r_2, θ_2) . Since the tangential forces F_{G1} and F_{G2} which act on the surface of the rotor at the contact points are $f_1/2$ and $f_2/2$ respectively, the torque T_G is presented by Eq. (7).

$$T_G = F_{G1} \cdot r_1 - F_{G2} \cdot r_2 \quad (7)$$

The theoretical output torque T_{th} , which is ideal torque without any torque loss, is given as the sum of T_r and T_G , which are generated at the nine displacement chambers, by Eq. (8).

$$T_{th} = \sum_{i=1}^9 (T_r + T_G)_i \quad (8)$$

3.2 Calculation and the Result

The theoretical output torque T_{th} is calculated numerically at each the rotational angle α with a step of 0.1 degree for the one rotation of the rotor. The polar coordinates positions of the contact points of the

nine planetary gears' pitch circles and the pitch curves of the rotor and the stator are calculated numerically at the each rotational angle α . Then the theoretical output torque is calculated by the equations presented above. In the calculation, the pressure in the displacement chamber is assumed that it is equal to the supply pressure P_s when the inlet distribute hole opens to the chamber as shown in Figure 5 (a), it is equal to the half of the supply pressure when the both of the inlet and outlet distribute holes are covered by the planetary gears as shown in (b), and it is equal to zero when the outlet distribute hole opens to the chamber as shown in (c).

A result of the calculation of the theoretical output torque T_{th} when the supply pressure is 0.25 MPa is shown in Figure 6. It shows also the waves of the theoretical torque generated at the each displacement chamber for the all of the nine chambers. An each displacement chamber generates the torque with 2 and 2/9 times during the one rotation of the rotor as shown in Figure 6. Four or five displacement chambers simultaneously generate the torque, and the sum of them is the value of T_{th} at each moment. It is found that there are periodical twenty ripples on T_{th} for the one rotation of the rotor. The average value of T_{th} is 1.43 Nm, and it is very close to the theoretical torque 1.46 Nm calculated by Eq. (9).

$$T_{th} = \frac{\Delta P \cdot V_{th}}{2\pi} \quad (9)$$

It is found that negative torque appears slightly on the waves of the theoretical torque generated at each a displacement chamber. The reason is considered as the follow-

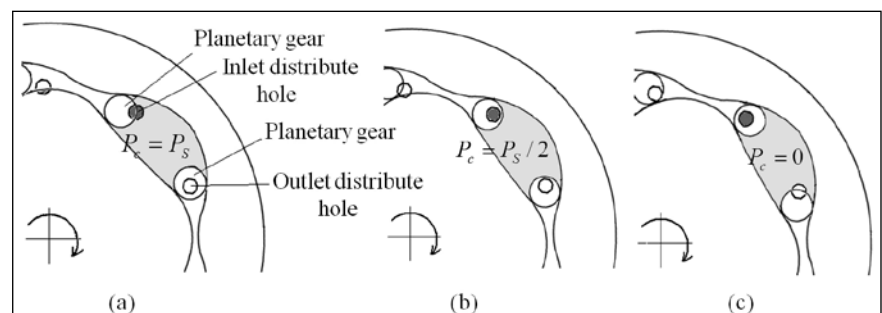


Figure 5. Assumption for the pressure in the displacement chamber

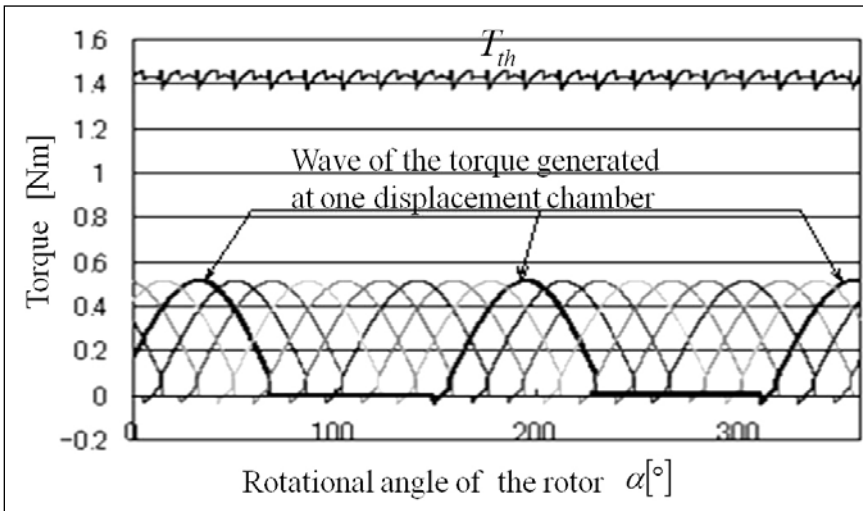


Figure 6. A result of calculation of the theoretical output torque (at $P_s=0.25$ MPa)

ing. When a displacement chamber switches the connection from with the outlet distribute hole to with the inlet distribute hole, the both of the inlet and outlet distribute holes are covered by the planetary gears for a moment. In our calculation, under such the condition, the pressure in the chamber is assumed to be equal to the half of the supply pressure. From the detail consideration on the geometrical condition in Figure 4, it is found that the state of $l_2 < 0$ and $r_1 < r_2$ is still there for a moment when the both of the inlet and outlet distribute holes are covered by the planetary gears. It results in the generation of the negative torque.

■ 4 Experiment

The output torque of a prototype of the LPW-PGM is measured in order to compare with the theoretical calculation result. The measurement is carried out under the condition of very low constant rotational speeds using the experimental setup shown in Figure 7. Why the condition of the low rotational speed is better for this measurement, because the pressure drop on the passages inside the motor has a pretty large effect on the output torque because the supply pressure is very low. Therefore, the less flow rate is the better for this measurement.

Water from a piston pump is set at a given pressure by a relief valve and a throttle valve, and supplied

to the LPW-PGM. Its shaft tends to rotate but it cannot rotate freely because it is connected to the shaft of the torque detector of which shaft is connected to the output shaft of the worm gear decelerator with reduction ratio 50. The shaft of the LPW-PGM rotates only at a constant speed which is regulated by the worm gear decelerator and AC servo motor. The rotational speed is set by frequency of input signal to the driver unit of AC servo motor. The output torque of the LPW-PGM is detected

by a torque detector and acquired by PC corresponding to each pulse signal from a rotary encoder which makes 900 pulses per one rotation of the shaft of the LPW-PGM. The data acquisition starts by a trigger signal from a limit switch. The pressures P_s and P_{out} are measured with Bourdon pressure gauges, and the flow rate with the turbine flow meter of which range is 0.75 to 7.5 L/min. The output torque is measured with a torque detector and a data processing unit which has analog output function. The capacity of the torque detector is 2.0 Nm.

The main parts; stator, rotor, planetary gears, shaft, flange and port plate B of the original prototype are made of stainless steel. Only the port plate A and the center plate are made of aluminum. The flange and the port plate B have treatment with DLC on their surfaces to reduce the friction between their surfaces and the contacting faces of rotor and planetary gears.

Figure 8 shows the measured output torque of the original prototype when the rotational speed is 1 rpm and the supply pressure

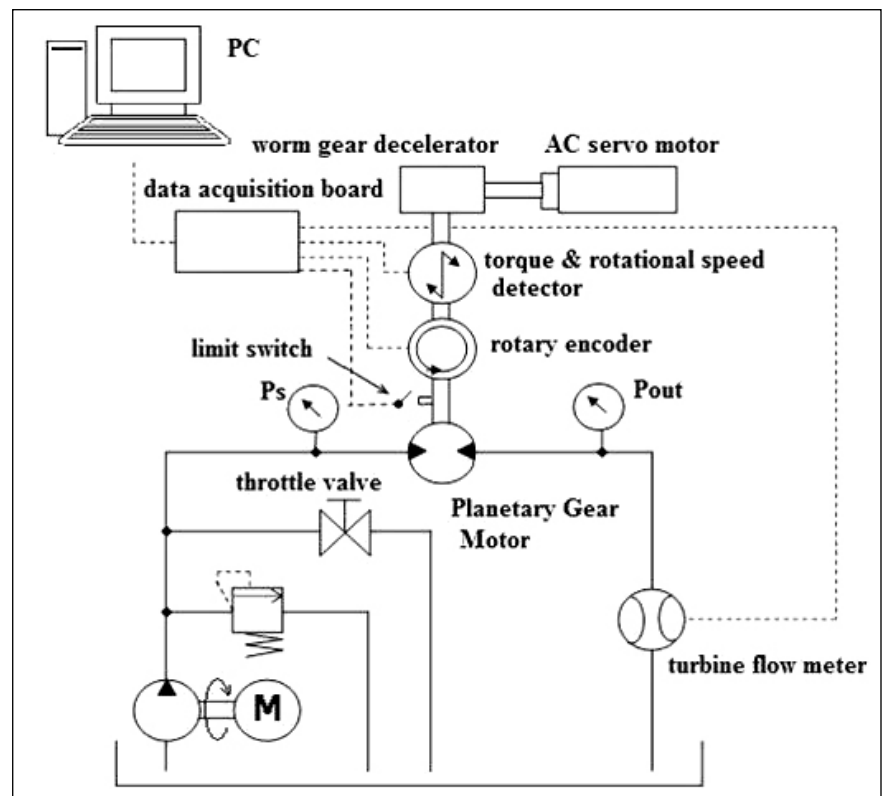


Figure 7. Experimental setup

is 0.25 MPa. The average value of the output torque is 1.11 Nm and there are considerable large fluctuations of which the peak to peak value is about 0.59 Nm in maximum. The measurements were also carried out at the different rotational speeds; 0.1, 2 and 3 rpm, and their results were almost the same as the result of Figure 8. The average values and the peak to peak values of the fluctuations in the measured output torque of the original prototype are shown in Table 1. The ratio of the average value of the four average values to the theoretical re-

sult's average value 1.43 Nm is 0.74. The material of rotor and stator is the same stainless steel of SAE grade 304, and the planetary gear is 316 in the original prototype. It is considered that there is considerable large friction on the meshing teeth of the rotor, the stator and the planetary gears.

In order to reduce the friction on the meshing teeth, the surface of the planetary gears are put a treatment with solid lubricant film which contains Graphite. The surface treatment on the planetary gears shows a good effect. Figure 9 shows the

measured output torque of the prototype of which the planetary gears are replaced with the planetary gears put the treatment with solid lubricant film. The average value of the output torque increases to 1.28 Nm and the maximum peak to peak value of the fluctuation decreases to 0.23 Nm. The average values and the maximum peak to peak values of the fluctuations under the several different rotational speeds and supply pressures are shown in Table 2. The ratio of the average value of the four average values when $P_s=0.25$ MPa to the theoretical average value is increased to 0.89. From these results, it is found that the friction on the meshing teeth has considerably a large effect on the torque efficiency.

Concerning the effect of the surface treatment with solid lubricant film which contains Graphite, it is reported that it has been very effective to improve the fretting fatigue strength of aluminum alloy because the solid lubricant film has low friction coefficient and prevents the test specimen surface from metal-to-metal contact for a long term ⁷⁾.

An engineering plastic PEEK is expected to be effective to reduce the friction on the meshing teeth. The

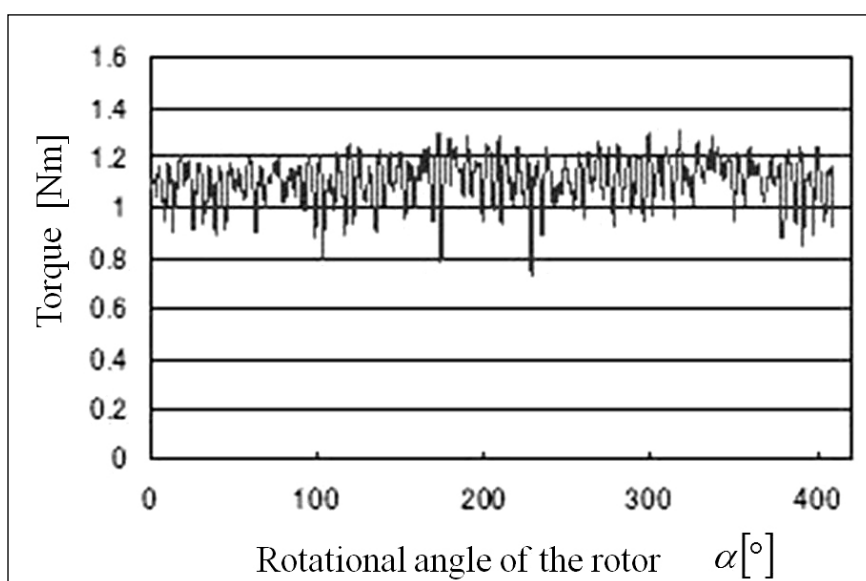


Figure 8. Measured output torque of the original prototype (at 1 rpm and $P_s=0.25$ MPa)

Table 1. Average values and the maximum peak to peak values of the fluctuations in the measured output torque of the original prototype

Rotational speed (rpm)	Output torque	$P_s = 0.2$ MPa	$P_s = 0.25$ MPa	$P_s = 0.3$ MPa
0.1	Average value	–	1.08 Nm	–
	Max. value of the peak to peak	–	0.59 Nm	–
1	Average value	0.87 Nm	1.11 Nm	1.26 Nm
	Max. value of the peak to peak	0.42 Nm	0.59 Nm	0.70 Nm
2	Average value	–	1.02 Nm	–
	Max. value of the peak to peak	–	0.72 Nm	–
3	Average value	–	1.03 Nm	–
	Max. value of the peak to peak	–	0.55 Nm	–

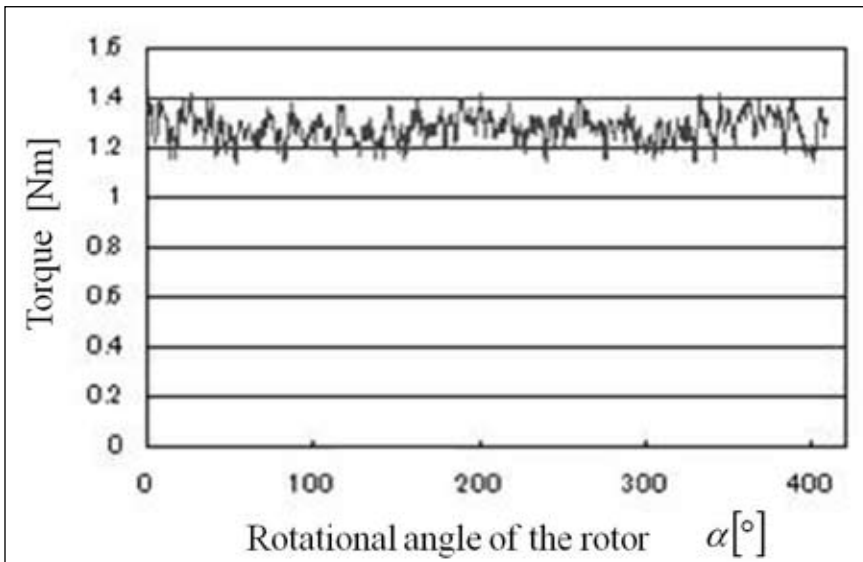


Figure 9. Measured output torque when using the planetary gears with surface treatment of solid lubricant film (at 1 rpm and $P_s=0.25$ MPa)

the surface treatment with solid lubricant film. There is still remained the difference of 0.15 Nm between the average values of the theoretical and the experimental results. Since the theoretical result contains no torque loss, the difference is due to the torque losses generated at several parts inside the LPW-PGM. The torque losses by the friction on the meshing teeth still may be remained, and also there may be the torque losses induced by friction at the other sliding parts; among the inside faces of the flange and the port plate B and the side faces of the rotor and the planetary gears, at the bearings and the shaft seal. The reduction of those torque losses will be expected to get the higher torque efficiency.

Table 2. Average values and the maximum peak to peak values of the fluctuations in the output torque when using the planetary gears with surface treatment of solid lubricant film

Rotational speed (rpm)	Output torque	$P_s = 0.2$ MPa	$P_s = 0.25$ MPa	$P_s = 0.3$ MPa
0.1	Average value	0.98 Nm	1.26 Nm	1.53 Nm
	Max. value of the peak to peak	0.30 Nm	0.27 Nm	0.39 Nm
1	Average value	0.99 Nm	1.28 Nm	1.55 Nm
	Max. value of the peak to peak	0.28 Nm	0.23 Nm	0.38 Nm
2	Average value	0.99 Nm	1.28 Nm	1.53 Nm
	Max. value of the peak to peak	0.31 Nm	0.28 Nm	0.36 Nm
3	Average value	1.00 Nm	1.25 Nm	1.53 Nm
	Max. value of the peak to peak	0.32 Nm	0.27 Nm	0.33 Nm

planetary gears made of PEEK and brass are also tested in the same conditions. The average values gained at 1 rpm are shown in Table 3. It is found that the planetary gear made with PEEK gives pretty good improvement in output torque while the brass dose not so good.

Table 3. Average values of measured output torque when using the planetary gears made of PEEK and Brass (at 1 rpm)

Planetary Gear	$P_s = 0.2$ MPa	$P_s = 0.25$ MPa	$P_s = 0.3$ MPa
PEEK	1.06 Nm	1.34 Nm	1.60 Nm
Brass	0.91 Nm	1.16 Nm	1.38 Nm

■ 5 Comparison of Theoretical and Experimental Results

The calculated results of the output torque shown in Figure 6 and Figure

9 are shown comparing in Figure 10. The ratio of the average value of the measured output torque to the theoretical average value is increased from 74% to 89% by the reduction of friction on the meshing teeth by

Clear periodical variation is not observed on the measured output torque wave. It is considered that the friction inside the motor disturbs the smooth motion and the presence of the teeth is also one of the causes.

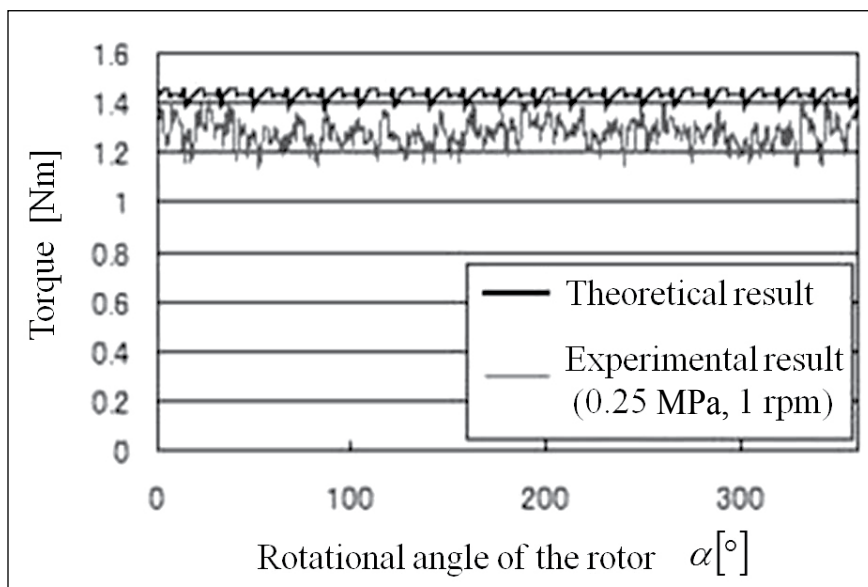


Figure 10. Comparison of calculated and measured output torque (at $P_s=0.25$ MPa)

The theoretical calculation carried out in this paper is based on the contact wheel model in which the presence of the teeth is ignored.

6 Conclusions

The structure and the working principle of LPW-PGM, which can be driven by low pressure as same as civil tap water pressure, is introduced. The mechanism of generation of the output torque is explained clearly and the method of calculation of the theoretical output torque is revealed based on the contact wheel model. It is confirmed that the calculation gives the appropriate result by comparison with the average value of the theoretical torque calculated by another method. The mechanism of generation of the periodical variation in the output torque is also explained based on the theoretical considerations.

The measurement of the output torque with a prototype of the LPW-PGM is carried out under the condi-

tion of very low constant rotational speeds. As a result with the original prototype, the ratio of the average value of the measured output torque to the theoretical average value is 0.74. The surfaces of the planetary gears are put a treatment with solid lubricant film which contains Graphite in order to reduce the friction on the meshing teeth. It increased the ratio of the average value of the measured output torque to the theoretical average value to 0.89. The output torque efficiency increased in about 15% by the surface treatment of the planetary gears. The planetary gear made of PEEK gives also pretty good improvement in the output torque. It is found that the friction on the meshing teeth has considerably a large effect on the output torque efficiency.

As a result of the comparison of the theoretical and experimental results, it is found that there is still the difference of 0.15 Nm between the average values of them even with the surface treatment on the plan-

etary gears. The more reduction of torque loss is expected to improve moreover the output torque of LPW-PGM.

References

- [1] Modern Water Hydraulics – Your Choice for the Future. Booklet of Introduction of Water Hydraulics published by NFPA, 1995, pp.1-5.
- [2] Aaltonen J. & Koskinen K. T. & Vilenius M. & Kunttu P. 1999. Experiences On The Low Pressure Water Hydraulic Systems, Proceedings of the Fourth JFPS International Symposium, November 15-17, Tokyo, Japan, pp.357-363.
- [3] Kunttu P. & Koskinen K. T. & Vilenius M. 1999. Low Pressure Water Hydraulics -State of the Art, Proceedings of The Sixth Scandinavian International Conference on Fluid Power, May 26–28, Tampere, Finland, pp.67-75.
- [4] Aqua Drive System – A Technical Guide 2. Booklet of Introduction of Water Hydraulics published by JFPA, 2005, pp.36-39.
- [5] J.W.G.M. Huijbers. 1990. Kinematics of the Planetary Gear Motor, Report PGM-T1, Hessels & van Rooij Engineering.
- [6] Oshima S. & Suzuki T. & Oobayashi Y. & Miyakawa S. 2006. Development of a Low Pressure Water Hydraulic Planetary Gear Motor, Proceedings of JSME Annual Conference 2006 (in Japanese), September 18-22, Kumamoto, Japan, Vol.2, pp.327-328.
- [7] Mizutani J. & Nishida T. & Mutoh Y. & Kawamura M. & Imaoka R. & Satoh M. 2008. Effect of Solid Lubricant Film on Fretting Fatigue Strength of Aluminum Alloy (JIS A7N01), Transaction of the Japan Society of Mechanical Engineers (in Japanese), Vol.74 No.744, pp.1126-1133.

**dnevi
slovenske
informatike**

“Ustvarimo nove rešitve!”

Kongresni center Grand hotel Bernardin Portorož
Slovenija | 16. - 18. april 2012 | www.dsl2012.si

Nomenclature

F_{G1}, F_{G2}	tangential forces on the surface of the rotor, which are generated by pressure acts on the planetary gears
F_r	radial force on the rotor, which is generated by pressure acts on the rotor
f_1, f_2	forces generated by pressure acts on the planetary gears
l_1	distance between the contact points of the next two planetary gears' pitch circles and the pitch curve of the rotor
l_2	distance from the center of the rotor to the force acting line of F_r
N_{rRL}	number of lobes on the rotor
N_{rSL}	number of lobes on the stator
P_c	pressure in the displacement chamber
P_S	supply pressure
R_{r0}	minimum radius of the rotor's pitch curve
R_r^m	maximum radius of the rotor's pitch curve
R_{s0}	minimum radius of the stator's pitch curve
R_s^m	maximum radius of the stator's pitch curve
R_p	radius of the planetary gear's pitch circle
$r_R(\theta)$	radius of the rotor's pitch curve at a given tangential position θ
r_1, r_2	distance from the center of the rotor (and also stator) to the contact points of the planetary gears' pitch circles and the pitch curve of the rotor
s_1, s_2	distance from the center of the rotor (and also stator) to the contact points of the planetary gears' pitch circles and the pitch curve of the stator
T^{th}	theoretical output torque
T_G	torque generated by pressure act on the planetary gears
T_r	torque generated by pressure act on the rotor
V^{th}	theoretical displacement volume
W_P	width of the rotor, stator and planetary gears
α	rotational angle of the rotor's rotation
θ	tangential position angle on the coordinate systems defined on the rotor (see Fig. 3)
θ_1, θ_2	tangential position angles of the contact points of the planetary gears' pitch circles and the pitch curves of the stator and rotor, which are given on the coordinate systems defined on the stator (see Fig. 4)

Raziskave izhodnega momenta nizekotlačnega vodnohidravličnega planetnega zobniškega motorja

Razširjeni povzetek

Prispevek obravnava nizekotlačni planetni zobniški hidravlični motor, ki deluje na vodo iz pipe. Nizekotlačna vodna hidravlika ima prednosti, kot so nizka cena, varnost, enostavna uporaba in predvsem prijaznost do naravnega okolja – ni tveganja zaradi onesnaževanja, ko se pojavi zunanje puščanje hidravlične kapljevine. Namen prispevka je prikazati konstrukcijo nizekotlačnega vodnega hidravličnega planetnega zobniškega motorja (LPW-PGM) in razložiti verjeten mehanizem generiranja izhodnega pogonskega momenta motorja ter izračun teoretičnega izhodnega momenta.

Glavni sestavni deli vodnega hidravličnega motorja (LPW-PGM) so (slika 1): stator, rotor, devet planetnih zobnikov, ventilska plošča A in B, sredinska plošča ter prirobnica. Predstavljeni prototip LPW-PGM ima stator s petimi krivuljami in rotor s štirimi. Na krivuljnih površinah statorja in rotorja so izdelani zobje, katerih oblikovni parametri so enaki kot na vmesnih devetih planetnih zobnikih. Geometrija LPW-PGM definira devet komor, ki jih določa rotor, stator, devet vmesnih planetnih zobnikov, ventilska plošča B in prirobnica. Volumen posamične komore se periodično spreminja med vrtenjem rotorja. Iztisnina predstavljenega vodnega hidravličnega motorja je 36,6 cm³/vrt., izhodni moment je 0,75 Nm pri 200 vrt./min in tlaku 2,5 bar.

Moment zobniškega planetnega hidravličnega motorja je sestavljen iz dveh delov (sl. 4). Prvi del momenta nastane pri delovanju tlaka na površino rotorja v posamezni komori. Pogoj za nastanek prvega dela momenta

je ekscentrični položaj te ploskve glede na os vrtenja rotorja (slika 4. a). Drugi del momenta pa nastopi pri delovanju tlaka vode na planetna zobnika posamezne komore (slika 4. b). Rezultanta momentov obeh planetnih zobnikov v posamezni komori deluje v smeri, kjer je planetni zobnik bolj oddaljen od središča vrtenja rotorja. V primeru na sliki 4 se rotor vrti v smeri urnega kazalca.

Teoretično izračunan izhodni moment je primerjan z izmerjenim pri zelo nizkih vrtljajih gredi hidravličnega motorja. Ugotovljena je razlika med izračunanimi in izmerjenimi vrednostmi. Glavni razlog odstopanj je v trenju med statorjem, rotorjem in planetnimi zobniki. Povprečni mehansko-hidravlični izkoristek osnovnega prototipa vodnega hidravličnega motorja je bil 74 %. Eksperimentalni rezultati prikazujejo, da površinska obdelava planetnih zobnikov s trdim mazalnim filmom, ki vsebuje grafit, poveča izhodni moment hidravličnega motorja za 15 %. V nadaljevanju so bili testirani tudi planetni zobniki, izdelani iz polimera poli-eter-eter-ketona (PEEK) in medenine.

Ključne besede: vodna hidravlika, nizek tlak, planetni zobniški motor, izhodni moment

Acknowledgements

This work has been supported by Dr. Shimpei Miyakawa and Yoshihiro Oobayashi of KYB Corporation, Basic Technology R&D Center, Water Hydraulic System Group. The authors would like to thank them for their support with production of the prototype of LPW-PGM.

ISKRA **ame**.si

Naboj za razvoj

Razvoj in proizvodnja naprav za preskušanje:

- števecv električne energije
- merilnih in zaščitnih tokovnih transformatorjev
- merilnih in krmilnih tokovnih pretvornikov
- stikal, varovalk, odklopnikov, motorjev

Razvoj in proizvodnja strojev in naprav za industrijsko avtomatizacijo

Proizvodne storitve na CNC strojih

ISKRA AMESI, d. o. o.
Savska loka 4
SI-4000 Kranj
Slovenia

Tel.: +386 4 206 42 65
Fax.: +386 4 202 26 11
E-mail: info@iskra-ame.si

robosapiens

www.iskra-ame.si

Novi krmiljeni protipovratni ventil s kontroliranim odpiranjem in zapiranjem

Marko MEDEN, Franc MAJDIČ

Izveček: V prispevku so predstavljeni razvoj, izvedba in testiranje delovanja novega krmiljenega protipovratnega ventila. Glavni namen je bil razviti ventil, ki popolnoma tesni in omogoča »mehko« speljevanje in ustavljanje bremena. V nadaljevanju je prikazan povzetek pregleda tržišča obstoječih krmiljenih protipovratnih in zavornih ventilov, izvedena je zasnova novega krmiljenega protipovratnega ventila in ustrezni izračuni. V podrobnem opisu delovanja novega krmiljenega protipovratnega ventila so razloženi detajli in posebnosti pri delovanju ventila. Izvedene so bile meritve dinamičnih karakteristik novega krmiljenega protipovratnega ventila med delovanjem. Kontrola tesnjenja novega krmiljenega protipovratnega ventila je bila izvedena statično pri različnih tlakih. Prototip novega krmiljenega protipovratnega ventila je zadovoljil vsem konstrukcijskim zahtevam in izpolnjuje začetna pričakovanja.

Ključne besede: hidravlika, zavorni ventil, krmiljeni protipovratni ventil, notranje puščanje, kontroliran vklop/izklop

■ 1 Uvod

Pri sistemih pogonsko-krmilne hidravlike, ki imajo funkcijo dviganja in/ali spuščanja bremena v vertikalni smeri, je zelo pogosto potrebno zadostiti naslednjim zahtevam:

- mirovanje bremena oz. naprave na neki poziciji za dlje časa,
- mirno oziroma nesunkovito speljevanje in ustavljanje bremena,
- delovanje hidravličnega pogonskega sistema, neodvisno od temperature,
- enakomerno dviganje oz. spuščanje bremena.

Naštetim zahtevam lahko zadostimo s pomočjo vgradnje proporcional-

nih oz. servopotnih ventilov, vgradimo krmiljene protipovratne ventile (KPPV) ali pa lahko tudi zavorne ventile sedežnega tipa. Pri tem pa je potrebno upoštevati, da je vgradnja proporcionalnih oz. servoventilov veliko dražja in zahteva krmiljenje oziroma regulacijo preko ustreznih krmilnih kartic in programske opreme, vgradnja krmiljenih protipovratnih ali zavornih ventilov pa je znatno cenejša in ne potrebuje posebnega krmiljenja oz. regulacije [1]. Glede na to, da so nekateri sistemi enostavni, brez posebnih zahtev glede krmiljenja, a je vseeno potrebno zadostiti prej navedenim zahtevam, se pogosto vgrajujejo krmiljeni protipovratni (KPPV) ali zavorni ventili.

Dandanes na tržišču dostopni KPPV in zavorni ventili skoraj nikoli ne zadostijo vsem zahtevam, ampak le nekaterim. Zato smo se odločili za analizo primerov njihove vgradnje v hidravlične pogonske sisteme in za temeljit pregled tržišča KPPV in za-

vornih ventilov ter analizo prednosti oz. dobrih rešitev, pa tudi slabosti z vidika same konstrukcijske izvedbe ventilov. Rezultate opravljene analize smo uporabili pri razvoju novega KPPV, ki bi zadostil vsem navedenim zahtevam.

■ 2 Novi krmiljeni protipovratni ventil (KPPV)

2.1 Pregled tržišča KPPV in zavornih ventilov

Na tržišču obstaja veliko različnih izvedb KPPV in zavornih ventilov številnih izdelovalcev [3, 4]. Pregledali smo številne izvedbe tovrstnih ventilov različnih izdelovalcev.

Prednosti in slabosti ventilov smo ocenjevali glede na naslednje kriterije:

- možnost nastavljanja hitrosti odpiranja in zapiranja zapiral (konusov in kroglic),

Marko Meden, dipl. inž., dr.
Franc Majdič, univ. dipl. inž.,
oba, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

- način vgradnje sestavnih delov posameznega ventila z ozirom na odzivnost celotnega ventila oz. sistema [5],
- odvisnost ventila od temperaturnih sprememb,
- velikost notranjega puščanja ventila.

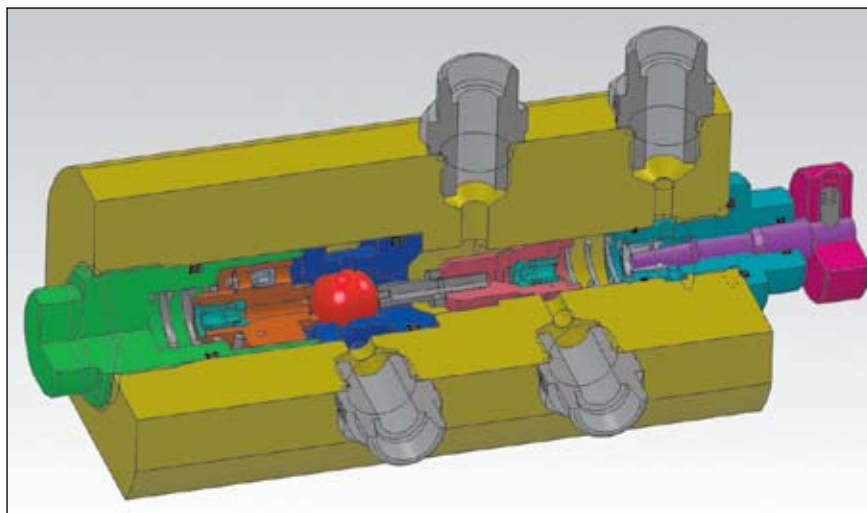
Možnosti nastavljanja hitrosti odpiranja in zapiranja zapirnih elementov nima noben od obstoječih KPPV ali zavornih ventilov, verjetno predvsem zaradi dejstva, da bi bila njegova izdelava zahtevnejša, pa tudi zato, ker pri številnih hidravličnih operacijah ne potrebujemo nastavljanja hitrosti odpiranja in zapiranja zapirnih elementov. Nekateri proizvajalci zagotavljajo, tesnjenje ventilov, drugi podajajo vrednosti notranjega puščanja. Spet tretji notranje puščanje samo omenijo. Večina obstoječih ventilov ima vgrajene dušilke oz. ima oblikovno izvedeno dušenje, vsi so temperaturno odvisni, saj ima hidravlično olje pri različnih temperaturah različno viskoznost, kar pa vpliva na velikost pretoka skozi dušilke in posledično odzivnost ventila.

2.2 Razvoj novega KPPV

Po pregledu tržišča obstoječih KPPV in zavornih ventilov smo na podlagi zahtev in želja izdelali več konceptualnih rešitev in izbrali najboljšo. Na *sliki 1* je prikazan prototip novega krmiljenega protipovratnega ventila, ki je bil zasnovan po predhodni konceptualni rešitvi. Vsi sestavni deli so



Slika 1. Prototip novega KPPV



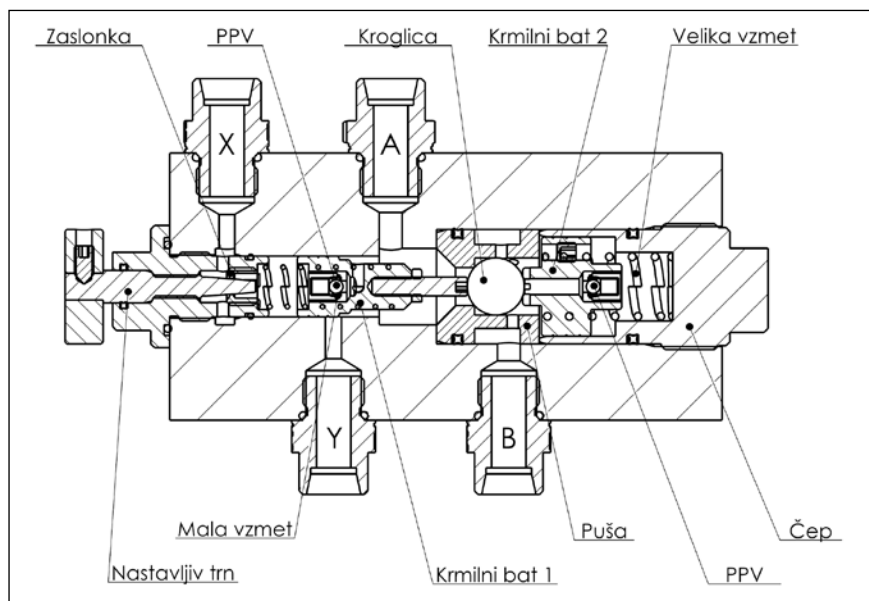
Slika 2. Prototip novega KPPV v prerezu

izdelani iz jekla za poboljšanje C45. *Slika 2* prikazuje prototip novega KPPV v prerezu. Na novo razviti KPPV je enostaven za izdelavo ter zagotavlja učinkovito tesnjenje med kroglico in sedežem. Hkrati pa s pomočjo vgrajenih zaslonk in malih protipovratnih ventilov (PPV) zagotavlja »mehko« speljevanje in ustavljanje bremena.

2.3 Delovanje novega KPPV

Delovanje novega KPPV lahko razdelimo v več faz, in sicer: dviganje bremena, mirovanje bremena ter spuščanje. Za lažje sledenje opisa delovanja novega KPPV so na *sliki 3* označeni vsi pomembnejši sestavni deli.

Prototip novega KPPV je blokovne izvedbe z nastavljivim dušenjem na krmilnem vodu. Glavni element, ki preprečuje nezaželeno spuščanje (»popuščanje«) bremena, je kroglica. Kroglica mora biti ustrezno obdelana (polirana) in mora imeti ustrezno trdoto (ustrezna toplotna obdelava). Standardna kroglica, ki ustreza našim zahtevam, je kar kroglica, ki se uporablja za izdelavo krogličnih ležajev. Kroglica nalega na sedež, ki je obenem tudi nosilna puša kroglice. Sedež kroglice ima po obodu izdelane luknje, ki omogočajo pretok olja iz voda A v vod B in obratno. Sedež kroglice mora biti izdelan iz »mehkejšega« materiala kot kroglica zato, da kroglica rob sedeža minimalno deformira ter tako zagotovi tesnjenje



Slika 3. Novi KPPV v prerezu

od voda B proti vodu A brez notranjega puščanja. Kontroliranje odpiranja in zapiranja kroglice je izvedeno preko nastavljive zaslonke, malih protipovratnih ventilov in fiksne zaslonke, vgrajene v krmilni bat 2.

Pri dviganju bremena ima od voda A proti vodu B kapljevina prost pretok, premagati mora le silo vzmeti na desni strani, da odrine kroglico. Hitrost premikanja kroglice uravnava zaslonka, vgrajena v krmilni bat 2. Zaslonka preprečuje prehitro umikanje olja iz komore za krmilnim batom 2. Ustavitev dviganja bremena je kontrolirana preko krmilnega bata 1, ki potiska hidravlično olje skozi nastavljivo zaslonko. Ta kontrolira umikanje olja iz komore za krmilnim batom 1. Da pri ustavljanju zagotovimo, da krmilni bat 2 ustrezno sledi kroglici, smo vanj (v krmilni bat 2) vgradili mali protipovratni ventil (PPV). Ko se breme ustavi in miruje, tlak, ki ga ustvarja breme, pritiska kroglico ob sedež in tako preprečuje spuščanje bremena. Za zaželeno spuščanje bremena pa potrebujemo tlak olja v krmilnem vodu X. Ta krmilni tlak premakne krmilni bat. Ta pomakne kroglico in odpre prost pretok olja od voda B proti vodu A. Hitrost odpiranja kroglice je odvisna od nastavitve nastavljive zaslonke, ki omejuje pretok olja po krmilnem vodu X do krmilnega bata 1. Dodatno omejuje hitrost še zaslonka na desni strani. Ta zaslonka preprečuje prehitro umikanje olja iz komore za krmilnim batom 2.

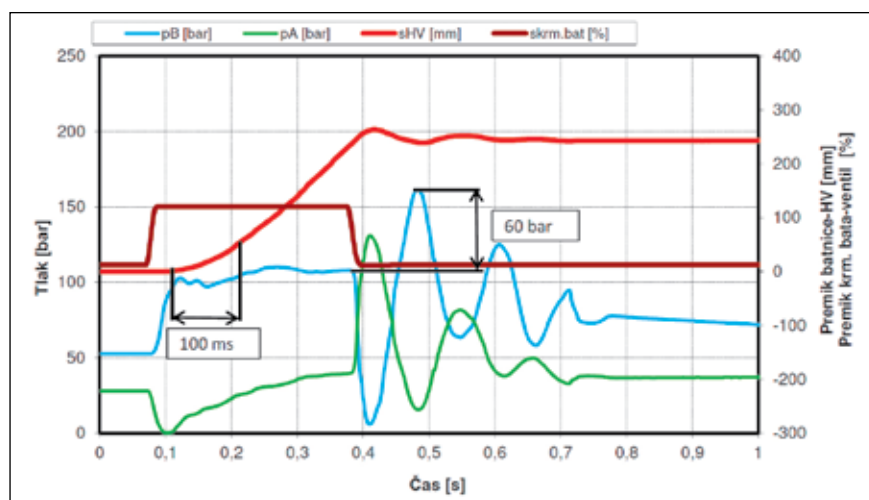
■ 3 Eksperimentalna določitev karakteristike ventila

Novi KPPV smo vgradili na preizkuševališče ter merili njegove dinamične karakteristike med dviganjem in spuščanjem bremena. Za primerjavo smo merili dinamične karakteristike tudi na tržišču dostopnem primerljivem KPPV [3]. Meritve dinamičnih karakteristik so bile opravljene pri sistemskem tlaku 200 barov in pretoku 40 l/min. Meritve smo ločeno opravljali za dviganje in spuščanje bremena. Za breme je služila utež 163 kg v vertikalnem položaju. Za dviganje in spuščanje uteži smo upo-

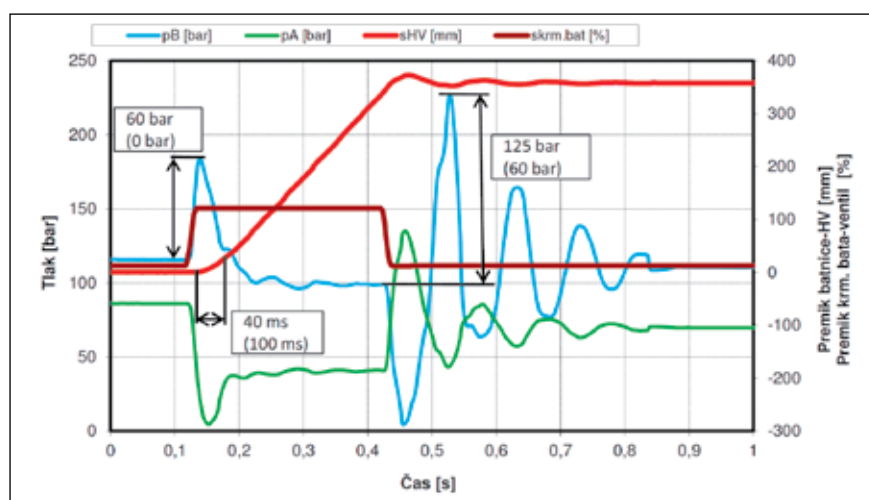
rabili hidravlični valj Ø32/22x450 s skožno batnico. Dviganje in spuščanje bremena smo vklapljali preko proporcionalnega 4/3-potnega ventila, ki smo ga krmilili s programsko

aplikacijo Labview. Z njo smo zajemali tudi podatke.

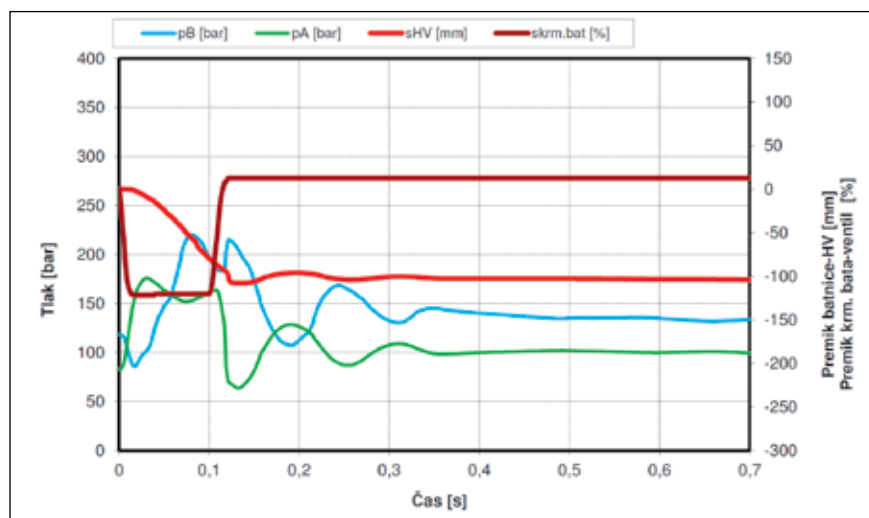
Pri prekrmljenju je bil premik krmilnega bata proporcionalnega



Slika 4. Meritev dinamičnih karakteristik novega KPPV pri dviganju



Slika 5. Meritev dinamičnih karakteristik primerljivega KPPV pri dviganju



Slika 6. Meritev dinamičnih karakteristik novega KPPV pri spuščanju

4/3-potnega ventila vedno 100 %, za spuščanje bremena je bil ventil odprt 0,1 s, za dviganje bremena pa 0,3 s.

Pri meritvah dviganja (slika 4 in slika 5) in spuščanja bremena (slika 6 in slika 7) je pot premika batnice (s_{HV}) označena z rdečo, premik krmilnega bata proporcionalnega 4/3-potnega ventila ($s_{krm.bat}$) z rjavo, tlak na spodnji strani hidravličnega valja (p_B) z modro in tlak na zgornji strani hidravličnega valja (p_A) z zeleno barvo.

Slika 7 prikazuje porast tlaka (p_B) 210 bar pri ustavitvi bremena. Časa po-
jemanja in pospeševanja bremena ni bilo mogoče odčitati.

3.3 Tesnjenje novega KPPV

Tesnjenje smo preverjali tako, da smo obremenili vstopni vod (tlak bremena) novega KPPV. Testiranje je bilo opravljeno pri tlakih 50, 100, 150, 200 in 250 barov. Pri vsaki na-

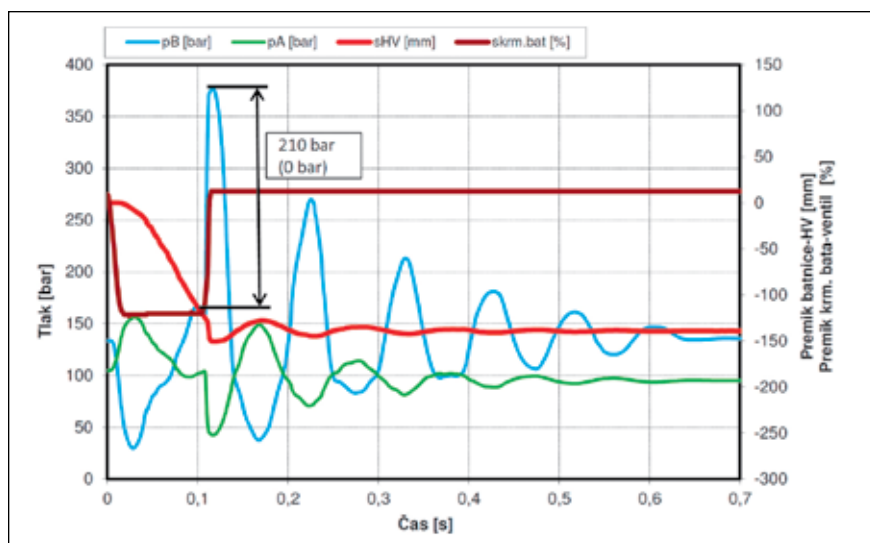
standardno deviacijo. Pri računanju volumna notranjega puščanja smo upoštevali, da je volumen ene kapljice 0,024 ml [2]. Slika 8 prikazuje velikost notranjega puščanja novega KPPV v mililitrih v območju tlakov med 50 in 250 bar.

4 Diskusija in zaključek

Razvili in zasnovali smo nov krmiljeni protipovratni ventil, ki ima manjše notranje puščanje od vstopnega (tlak bremena) proti izstopnemu vodu kot večina KPPV in zavornih ventilov, dostopnih na tržišču. Zagotavlja »mehko« speljevanje in ustavljanje bremena in deluje neodvisno od temperaturnih razmer, torej neodvisno od sprememb viskoznosti kapljavine.

Tesnjenje z manjšim notranjim puščanjem smo zagotovili s pušo in kroglico. Za kroglico smo uporabili standardno ležajno kroglico, ki je cenovno ugodna, ustrezno toplotno obdelana in ima ustrezno obdelavo površine. Poleg tega je tesnjenje zagotovljeno ne glede na položaj kroglice v puši. Puša je izdelana iz mehkejšega materiala, zaradi česar pride do njene mikrodeformacije, s tem pa do učinkovitejšega tesnjenja.

Mehko speljevanje in ustavljanje je zagotovljeno z vgradnjo zaslonk in malih protipovratnih ventilov, ki zagotavljajo kontrolirano premika-



Slika 7. Meritev dinamičnih karakteristik primerljivega KPPV pri spuščanju

3.1 Dviganje bremena

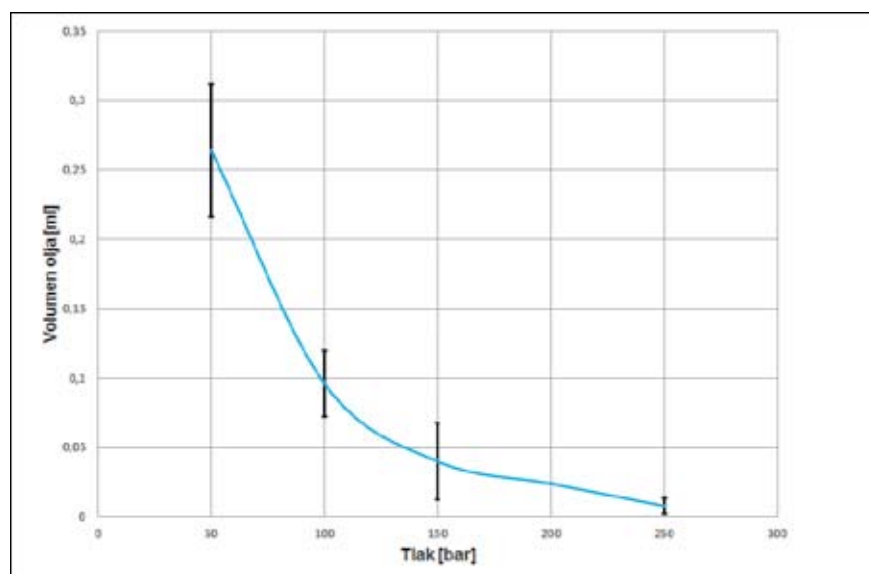
Na sliki 4 je prikazan izmerjeni odziv novega KPPV med dviganjem bremena in po njegovi zaustavitvi. Čas pospeševanja batnice hidravličnega valja je bil 100 milisekund (v nadaljevanju ms), porasta tlaka na začetku dviganja ni (≈ 0 bar). Porast tlaka pri ustavitvi dviganja je bil 60 bar. Časa po-
jemanja ni bilo mogoče odčitati.

Na sliki 5 je prikazan izmerjen odziv primerljivega KPPV med dviganjem bremena in njegovo zaustavitvijo. Čas pospeševanja batnice hidravličnega valja je bil 40 ms, porast tlaka na začetku dviganja pa 60 bar. Porast tlaka pri ustavitvi dviganja je 125 bar. Časa po-
jemanja ni bilo mogoče odčitati.

3.2 Spuščanje bremena

Na sliki 6 je prikazan porast tlaka p_B (≈ 0 bar) po končanem spuščanju pri ustavitvi bremena.

stavitvi tlaka smo merili tesnjenje 5 min in pri tem šteli kapljice, ki so iztekale iz priključka KPPV-ja v merilni valj. Vsaka meritev je bila trikrat ponovljena. Na sliki 8 so prikazani povprečni rezultati z označeno



Slika 8. Preverjanje tesnjenja po količini olja v času 5 minut

nje kroglice in s tem zanesljivost in ustreznost delovanja.

Čas pospeševanja znaša pri novem KPPV 100 ms, pri primerljivem KPPV pa 40 ms. Daljši, kot je čas pospeševanja bremena, bolj »mirno« breme spelje. Čas pospeševanja novega KPPV je v našem primeru za 2,5-krat daljši kot pri primerljivem KPPV. Razlog za to je predvsem v zaslonki, ki je vgrajena v krmilni bat 2. Ta zaslonka namreč omejuje umikanje olja iz komore za krmilnim batom 2 ter tako zagotovi umirjeno odpiranje kroglice pri novem KPPV.

Porast tlaka zaradi hidravličnega udara na začetku dviganja je bil izrazit pri primerljivem KPPV (60 bar), medtem ko je pri novem KPPV tlak narasel na delovni tlak, potreben za dviganje; porasta zaradi udara pa sploh ni zaznati. Hidravlični udar je

tako na začetku dviganja popolnoma izničen ob uporabi novega KPPV. To lahko pripišemo ustreznemu prednapetju velike vzmeti, ki zagotavlja ustrezno silo, s katero kroglica nalega na sedež kroglice, in pa zaslonki, vgrajeni v krmilni bat 2. Tako zagotovimo ustrezno hitrost odpiranja kroglice, kar pri ostalih dveh konfiguracijah ni mogoče.

Porast tlaka, kot posledica hidravličnega udara na koncu dviganja, je pri novem KPPV znašal 60 bar, pri primerljivem KPPV pa 125 bar. Porast tlaka pri primerljivem KPPV je večji predvsem zaradi trenutnega zaprtja kroglice. Novi KPPV ima daljši čas zapiranja kroglice zaradi vgrajene nastavljive zaslonke na krmilnem vodu, ki onemogoča zapuščenje olja iz komore za krmilnim batom 1. Zaradi tega je porast tlaka pri novem KPPV za polovico manjši kot pri primer-

ljivem KPPV. Potrebno je tudi opozoriti, da med hidravličnim valjem in KPPV ni bilo nobene gibke cevi.

Ker imamo v ventilu vgrajene zaslonke, na njegovo delovanje ne vpliva spreminjanje temperature oziroma viskoznosti kapljevine.

■ 5 Literatura

- [1] Pezdarnik, J., in Majdič, F.: Skripta Hidravlika in Pnevmatika, Ljubljana, 2011.
- [2] Pečar, U.: Odvisnost velikosti oljne kapljice na vodni površini od temperature vode, Ljubljana, 1996.
- [3] Kladivar: Katalog hidravličnih sestavin, 2007.
- [4] Parker: Hydraulic Valves Industrial standard, Catalogue HY15-3501/US, 2010.
- [5] Savič, V.: Uljna hidraulika 1, Dom štampe Zenica.

New pilot operated non-return valve with controlled opening and closing

Abstract: The paper presents the development, construction and testing procedure of a new pilot-operated check valve. The main purpose to develop the new pilot-operated check valve was the need for a valve that completely closes the flow and allows »soft« starting and stopping of the load. Further here is a short review of pilot-operated and counterbalance valves that are available on the market. The design and relevant calculations of the new pilot-operated check valve is elaborated. The detailed functional description of the new valve gives us its details and functional properties. Operational dynamic characteristics of this new valve were measured too. The sealing effect of presented valve was tested at different pressures at stationary conditions. The prototype of this new pilot-operated check valve satisfies all design requirements and fulfils the initial expectations.

Key words: hydraulics, brake valve, pilot operated non-return valve, internal leakage, controlled on / off

Znanstvene in strokovne prireditve

■ Hannover Messe 2012 – Hannoverski sejem 2012

23.–27. 03. 2012

Hannover, ZRN

Letošnje razstave:

- INDUSTRIAL AUTOMATION – industrijska avtomatizacija
- ENERGY – energija – generiranje, uporabljanje, prenos, distribucija, obnovljivi viri
- MOBILTEC – hibridni in električni pogoni

- DIGITAL FACTORY – IT v industriji
- INDUSTRIAL SUPPLY – industrija in dobavitelji surovin, komponent in sistemov
- COILTECHNICA – proizvodnja svitkov in navitij za transformatorje in elektromotorje
- MICRONANOTEC – mikrosistem-ska tehnika in nanotehnologija
- RESEARCH & TECHNOLOGY – inovacije, raziskave, razvoj, tehnologije

Informacije:

- Tel: +49 511 89-0
- Internet: <http://www.hannovermesse.de>

Organizacija ogleda:

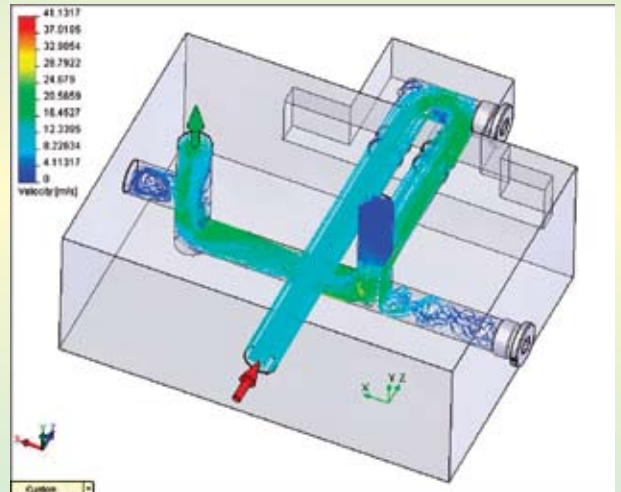
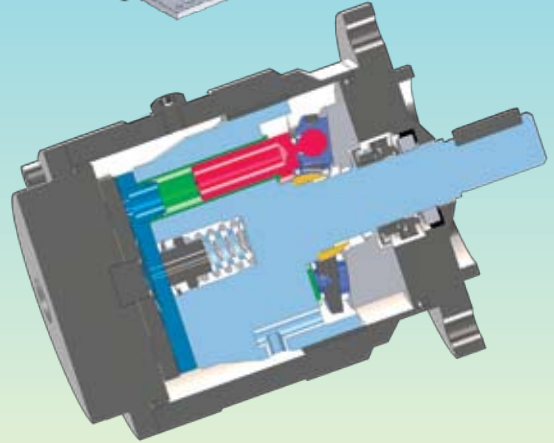
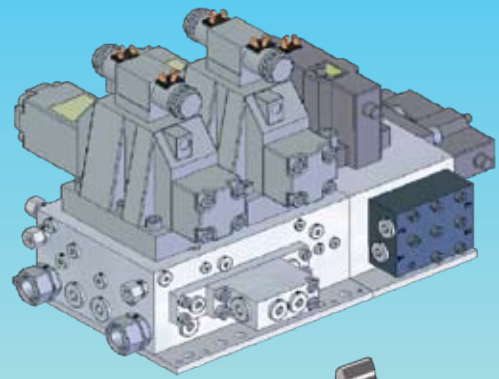
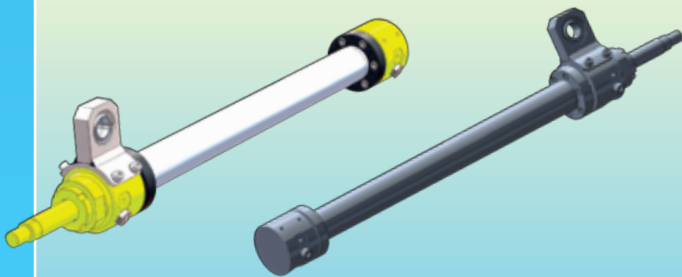
- Sejmi, turistično podjetje, d. o. o., Dunajska 10, 1000 Ljubljana; tel.: 040 295 491, 041 321 868, e-pošta: vesna@sejmi.si, matej@sejmi.si, internet: www.sejmi.si

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



LABORATORIJ ZA POGONSKO-KRMILNO HIDRAVLIKO

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



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

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

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

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



LABORATORIJ ZA POGONSKO-KRMILNO HIDRAVLIKO (LPKH)

Fakulteta za strojništvo, Aškerčeva 6, 1000 Ljubljana

Telefon: 01/4771 115

E-pošta: lpkh@fs.uni-lj.si

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

Vodenje električnega motorja s pomočjo samonastavljivih regulatorjev PID, PFC in mPFC

Martin BLAZINŠEK, Matija ARH, Igor ŠKRJANC

Izvleček: Tema tega članka je primerjava delovanja treh različnih samonastavljivih regulatorjev na pilotni laboratorijski napravi motor generator. Samonastavljanje je namreč sodoben pristop k nastavljanju regulatorjev, ki omogoča hitrejšo nastavljanje kot ustaljene metode. Samonastavljanje PID-a, PFC-ja in modificiranega PFC-ja je bilo razvito na podlagi relejske metode. Ta metoda vsili ustaljeno nihanje izhoda procesa, kar nam omogoči identifikacijo modela procesa. Nato lahko nastavimo PFC in modificirani PFC-regulator ter izračunamo parametre PID-regulatorja. Rezultati eksperimentov na realni napravi so pokazali, da modificirani PFC-regulator deluje bolje od ostalih dveh.

Ključne besede: samonastavljanje, PID, regulator, modificirani, PFC, relejska, metoda, enosmerni, električni, motor, vodenje

■ 1 Uvod

V sodobnem svetu se na vseh področjih uveljavlja avtomatizacija procesov, saj prinaša številne prednosti. Obratovanje naprav je z njo v veliki meri postalo neodvisno od prisotnosti človeka. Rezultat tega sta povečana proizvodnja in pocenitev končnih produktov.

Eden ključnih delov avtomatizacije so pravilno nastavljeni regulatorji, ki vodijo procese in skrbijo, da se njihove izhodne veličine gibljejo v predpisanih mejah. Čeprav so proporcionalno-integracijsko-diferencialni (PID) regulatorji najbolj razširjeni regulatorji v industrijskih procesih, so pogosto slabo nastavljeni. To ima lahko negativen vpliv na proizvo-

dnjo, kar vodi do izgub pri porabi energije in surovin ter do zamud pri izpolnjevanju nalog.

V literaturi je bilo predlaganih veliko metod za nastavljanje PID-regulatorjev. Večina od njih je bila razvita za ročno nastavljanje, kar pa zahteva veliko časa in izkušene operaterje. Tem oviram pa se lahko izognemo s sodobnimi načini nastavljanja regulatorjev, kot je samonastavljanje (auto-tuning). To je metoda, pri kateri se regulator nastavi samodejno na zahtevo uporabnika. Z vgradnjo takšne metode v regulacijski proces bistveno poenostavimo njegovo uporabo. Takšen pristop dovoljuje operaterjem z manj znanja o teoriji regulacij, da pravilno nastavijo regulatorje. Veliko metod za nastavljanje PID-regulatorjev je mogoče avtomatizirati, vendar nekatere lažje kot druge. Takšne metode so npr. relejska metoda [1], Ziegler-Nicholsovi metodi nihajni preizkus in odziv na stopnico [2], Magnitude-Optimum-Multiple-Integrations (MOMI) [3], metoda Chien-Hrones-Reswick [4] za pro-

porcionalne sisteme višjega reda, nato standardne optimizacijske metode, kot so integralske cenilke [5] ter metahevrstične evlucijske metode, kot so genetski algoritmi za nastavljanje PID-parametrov [6] itd.

Prediktivno-funkcijski regulator (PFC) pa uporablja parametrični model procesa in še dva dodatna parametra, ki sledita iz izpeljave [7]. Ta dva parametra sta izbrana tako, da dobimo primeren odziv sistema. V tem članku je uporabljen tudi modificirani PFC (mPFC), ki uporablja dodatno povratno zanko z ojačenjem. Ojačenje lahko določimo z analizo prenosne funkcije.

Prednost avtomatskega nastavljanja PFC je v direktni uporabi parametričnega modela, medtem ko nekatere metode za nastavljanje PID uporabljajo rezultate zelo specifičnih testov. To pomeni, da bi za nastavitve PID za znan parametrični model procesa še vedno morali izvesti te teste. Po drugi strani pa identifikacija procesa lahko vzame veliko časa

Martin Blazinšek, univ. dipl. inž., Matija Arh, univ. dipl. inž., prof. dr. Igor Škrjanc, univ. dipl. inž., vsi Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko

in so lahko postopki za nastavitvev PID-regulatorjev hitrejši.

■ 2 Relejska metoda

2.1 Kaj je relejska metoda?

Relejska metoda spada med zaprt-zančne metode nastavljanja PID-regulatorjev. Temelji na frekvenčnem odzivu sistema in je zelo učinkovita pri določanju kritičnega ojačenja K_u in kritične frekvence ω_u sistema. Njena prednost pred ostalimi metodami je v tem, da identificira proces v okolici pomembne frekvence (kritične frekvence) sistema. Kot zaprt-zančna metoda omogoča, da proces identificiramo v želeni delovni točki in v realnem času. Pri sistemih z daljšimi časovnimi konstantami je hitrejša kot konvencionalno preizkušanje s stopnico ali pulzom [8].

Sistem za samonastavljanje PID-regulatorja deluje v dveh fazah. V prvi fazi algoritem določi K_u in ω_u , izračuna PID-parametre in identificira proces. Nato preklopi v drugo fazo delovanja, kjer uporabi prej izračunane PID-parametre in izvede eksperiment. Pri poskusu opazujemo delovanje regulatorja pri sledenju referenci in odzivu na motnjo.

Opis prve faze je razdeljen na naslednji dve podpoglavji: Relejski odziv in Identifikacija.

2.2 Relejski odziv

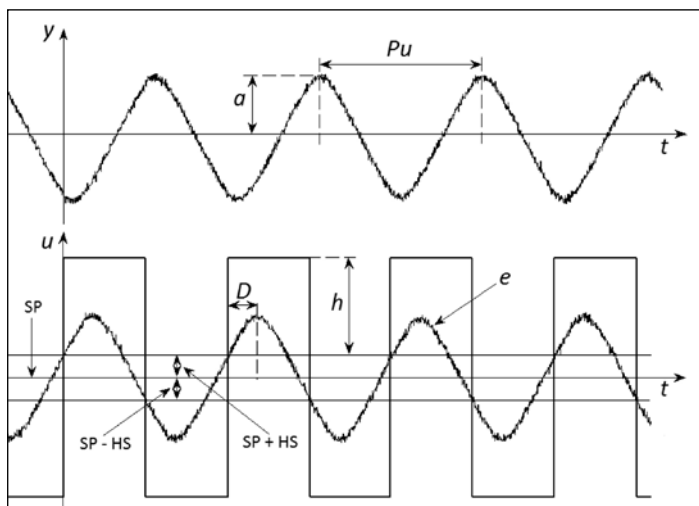
Z relejskim odzivom določimo K_u in ω_u po naslednjih korakih. Najprej pripeljemo sistem v ustaljeno stanje. Nato z relejem vsilimo majhno (npr. 5 %) spremembo na vhodu sistema u . Takoj, ko pogrešek e prestopi določeno mejo (SP) plus histerezo ($\pm HS$), z relejem vsilimo nasprotno (npr. -5 %) spremembo na vhodu. Preklapljanje se ponavlja, dokler izhod sistema y ne zaniha ustaljeno (slika 1). Takrat preberemo kritično periodo nihanja P_u in izračunamo ω_u z enačbo (1). K_u izračunamo po enačbi (2), kjer h predstavlja amplitudo releja, a pa amplitudo izhodnih oscilacij sistema. Enačba (3) predstavlja model realnega PID-regulatorja, ki ga sestavljajo proporcionalno oja-

$$\omega_u = \frac{2\pi}{P_u} \quad (1)$$

$$K_u = \frac{4h}{\pi a} \quad (2)$$

$$G_{PID}(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + \frac{T_d s}{T_f s + 1} \right) \quad (3)$$

$$K_p = 0,6K_u \quad T_i = 0,5P_u \quad T_d = 0,125P_u \quad \text{in} \quad T_f = 0,5T_d \quad (4)$$



Slika 1. Ustaljeno nihanje izhoda y -sistema (zgoraj) in vhoda u -sistema (spodaj)

čenje K_p , integracijska T_i , diferencirna T_d in filtrska T_f časovna konstanta. PID-parametre izračunamo z nastavitvenimi pravili Zigler-Nichols [2] po enačbi (4) ali pa s pomočjo drugih pravil [9], ki tudi uporabljajo K_u in ω_u za njihov izračun.

2.3 Identifikacija

Pomemben del prve faze samonastavljanja je identifikacija modela procesa, ki nam omogoča določiti prenosno funkcijo sistema. Za ta namen potrebujemo poleg K_u in ω_u še mrtvi čas D , ki ga lahko preberemo iz oscilacij pogreška (slika 1 spodaj), ter enosmerno ojačenje, ki ga izračunamo kot $K_s = \frac{\Delta y}{\Delta u}$. Δy predstavlja spremembo na izhodu, Δu pa spremembo na vhodu procesa.

Na ta način lahko identificiramo dva različna modela. Model prvega reda z mrtvim časom v enačbi (5) ter model drugega reda z mrtvim časom in z dvema različnima časovnima konstantama v enačbi (6).

$$G_1(s) = \frac{K_s}{T_1 s + 1} e^{-Ds} \quad (5)$$

$$G_2(s) = \frac{K_s}{(T_{21}s + 1)(T_{22}s + 1)} e^{-Ds} \quad (6)$$

Model G_1 vsebuje eno časovno konstanto, ki jo izračunamo z enačbo (7). Za model G_2 pa moramo izračunati dve časovni konstanti po enačbah (8) in (9) kot sistem dveh enačb z dvema neznankama.

$$T_1 = \frac{\sqrt{(K_s K_u)^2 - 1}}{\omega_u} \quad (7)$$

$$\pi = \omega_u D + \tan^{-1}(\omega_u T_{21}) + \tan^{-1}(\omega_u T_{22}) \quad (8)$$

$$\frac{K_s K_u}{\sqrt{[1 + (\omega_u T_{21})^2][1 + (\omega_u T_{22})^2]}} = 1 \quad (9)$$

Identificirana modela bomo kasneje uporabili kot vhod pri samonastavljanju PFC- in mPFC-regulatorjev. Oba sta opisana v naslednjem poglavju.

3 Prediktivno-funkcijski regulator

3.1 Na kratko o vodenju na osnovi modela

Med algoritme za vodenje na osnovi modela spadajo na primer: Model Predictive Heuristic Control [7], Dynamic Matrix Control (DMC) [10] in Predictive functional control [11, 12]. Glavna ideja vodenja na osnovi modela je ta, da se regulirni signal izračuna s pomočjo nekakšnega modela procesa. Ta model je lahko parametričen, lahko je matrika impulznega ali stopničastega odziva, v nekaterih primerih pa tudi mehki model. Tukaj bomo za primerjavo uporabili samo PFC.

3.2 PFC

PFC za računanje regulirnega signala uporablja diskretni parametrični model procesa. Za proces prvega reda lahko zapišemo zvezno prenosno funkcijo kot v enačbi (5). Diskretni ekvivalent te funkcije pa kot:

$$G_m(z) = \frac{b_m}{z - a_m} \quad (10)$$

Regulirni signal PFC-ja izračunamo, kot je predlagano v [7]:

$$u(k) = \frac{1 - a_r^H}{K_s(1 - a_m^H)} e(k) + \frac{1}{K_s} y_m(k) \quad (11)$$

$$e(k) = w(k) - y(k) - y_m(k) + y_{md}(k) \quad (12)$$

V tem primeru je a_r diskretni inkrement referenčne trajektorije, ki se izračuna kot $a_r = e^{-\frac{T_s}{T_r}}$. T_r je časov-

na konstanta referenčne trajektorije, H predikcijski horizont, $y(k)$ izhod procesa, $y_m(k)$ izhod modela procesa brez upoštevanja zakasnitve, $y_{md}(k)$ je izhod modela z upoštevanjem zakasnitve in $w(k)$ nastavitvena točka. Podobno lahko storimo za procese drugega reda (6). Diskretni ekvivalent modela takšnega procesa lahko zapišemo kot:

$$G_{ms}(z) = \frac{b_m}{(z - a_{m1})(z - a_{m2})} z^{-n_d} \quad (13)$$

Ta model nato pretvorimo v vzporedno strukturo:

$$G_{ms}(z) = (G_{m1}(z) + G_{m2}(z))z^{-n_d} \quad (14)$$

$$G_{m1}(z) = \frac{\frac{b_m}{z - a_{m1}}}{z - a_{m1}} \quad (15)$$

$$G_{m2}(z) = \frac{\frac{-b_m}{z - a_{m2}}}{z - a_{m2}} \quad (16)$$

$$u(k) = \frac{(1 - a_r^H)e(k) + y_{12}(k)}{\frac{K_{m1}}{1 - a_{m1}}(1 - a_{m1}^H) + \frac{K_{m2}}{(1 - a_{m2})(1 - a_{m2}^H)}} \quad (17)$$

$$y_{12}(k) = y_{m1}(k)(1 - a_{m1}^H) + y_{m2}(k)(1 - a_{m2}^H) \quad (18)$$

$$e(k) = w(k) - y(k) - y_m(k) + y_{md}(k) \quad (19)$$

Tukaj je a_r zopet diskretni inkrement referenčne trajektorije izračunan kot

$$a_r = e^{-\frac{T_s}{T_r}} \cdot T_r \text{ je časovna konstanta}$$

referenčne trajektorije, T_s pa perioda vzorčenja. H je predikcijski horizont, $y(k)$ izhod procesa, $y_m(k)$ izhod modela procesa brez upoštevanja zakasnitve, $y_{md}(k)$ pa izhod modela z

za modele prvega reda. Dodatna zanka lahko vsebuje svojo prenosno funkcijo. Novo vrednost regulirnega signala pa izračunamo kot:

$$u_{mPFC} = u_{PFC} - G_f(z)(y - y_m) \quad (20)$$

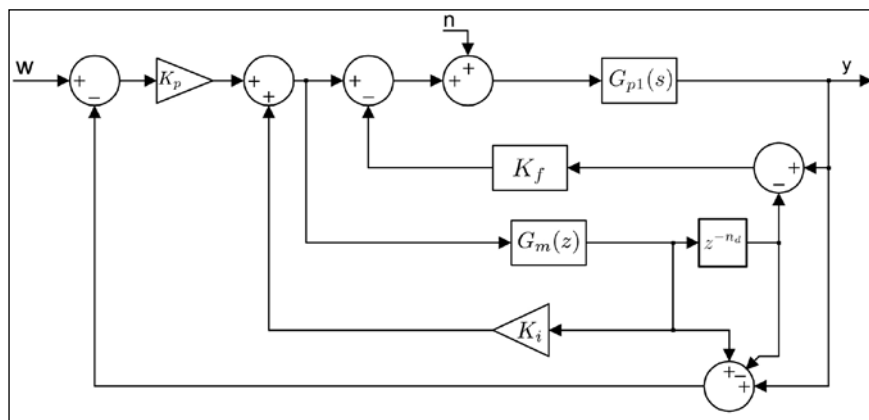
Zaradi dodatne zanke bi morali dobiti sistem z boljšim dušenjem motenj, medtem ko vodenje ne bi bilo različno. To je res, če sta model in proces popolnoma enaka. Med preizkušanjem mPFC smo ugotovili, da dobimo dobre rezultate, če dodatna povratna zanka vsebuje samo ojačanje, za modele prvega reda, oz. PD regulator, za modele drugega reda.

$$G_{f1}(z) = K_f \quad (21)$$

$$G_{f2}(z) = \frac{K_{f2}T_{df}(1 + N_f)z + K_{f2}(N_fT_s - N_fT_{df} - T_{df})}{T_{df}z + N_fT_s - T_d} \quad (22)$$

Na *sliki 2* je $K_p = \frac{1 - a_r^H}{K_s(1 - a_m^H)}$ in $K_i = \frac{1}{K_s}$

Časovna konstanta referenčne trajektorije za modele prvega reda je izračunana kot $T_r = \frac{T}{10}$ in za modele



Slika 2. Bločna shema mPFC-ja za model prvega reda

upoštevanjem zakasnitve. Nadalje je $w(k)$ nastavitvena točka, $y_{m1}(k)$ izhod prvega razstavljenega modela brez zakasnitve ($G_{m1}(z)$) ter $y_{m2}(k)$ izhod drugega razstavljenega modela brez zakasnitve ($G_{m2}(z)$).

3.3 Modificirani PFC

Ideja modificiranega PFC-ja je, da dodamo k regulirnemu signalu še eno negativno povratno zanko iz razlike izhoda procesa in izhoda modela. Na *sliki 2* je to prikazano

drugega reda kot $T_r = 0,1\sqrt{T_{b1}^2 + T_{b2}^2}$. Za modele prvega reda je ojačenje v dodatni zanki $K_{f1} = 20\frac{1}{K_s}$, kjer je K_s enosmerno (DC) ojačenje modela. Parametri dodatne zanke za modele drugega reda pa so $K_{f2} = 2\frac{1}{K_s}$ in $T_{df} = T_s$.

4 Aplikacija na pilotni napravi

Opisane metode so bile preizkušene na pilotni laboratorijski napravi motor-generator, ki je sistem prvega

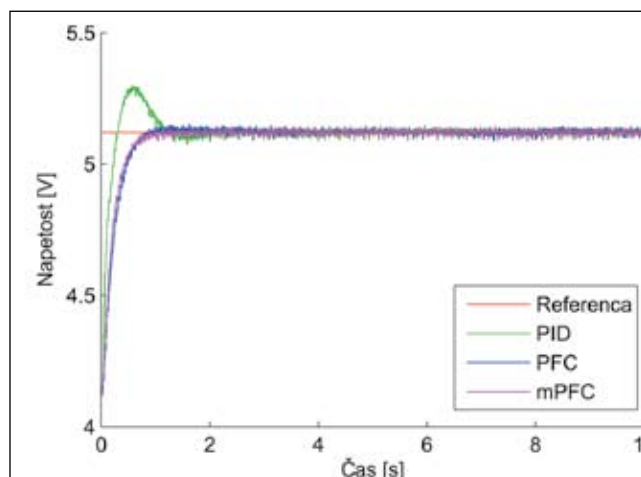
reda. Njegovo delovno območje je med $y = -10$ in $y = 10$ V. S spreminjanjem napetosti na vходу lahko vplivamo na hitrost vrtenja. Za komunikacijo med napravo in PC-jem smo izbrali čas vzorčenja $T_s = 0,01$ s.

Pri eksperimentih smo z isto napravo imitirali tudi sistem drugega reda, ki smo ga realizirali tako, da smo k motorju zaporedno vezali še aktuator:

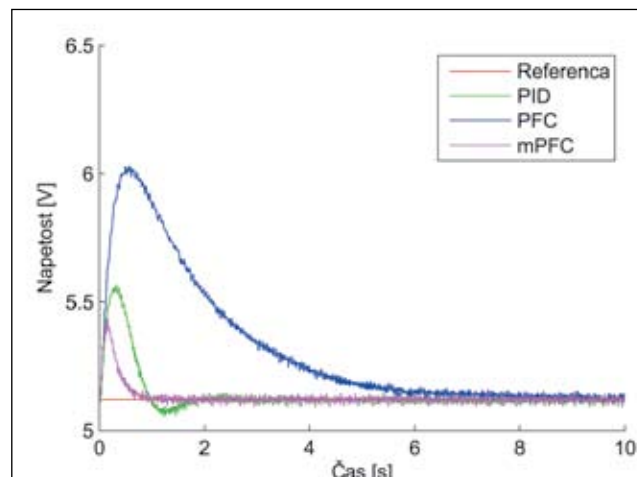
4.1 Sistem prvega reda

Pred začetkom načrtovanih poskusov smo morali najprej opraviti relejski odziv in identifikacijo sistema, ki ju je v skladu s poglavjem 2 vodil razviti algoritem. Ta zahteva en začetni pogoj za pravilno delovanje. To je histereza releja, ki smo jo nastavili na $HS = \pm 0,14$ V. Na podlagi relejskega poskusa smo izračunali

točka v tem primeru je $Y_{00} = 5,12$ V, sprememba reference pa $\Delta r = 1$ V. Opazimo lahko, da imata regulatorja PFC in mPFC hitrejši odziv ($t_{5\%}$ – umiritveni čas, je čas, ki ga potrebuje odziv, da doseže in ostane znotraj 5 % tolerančnega področja okoli ustaljene vrednosti) in manjši prevzpon (PV) kot regulator PID. Če pa pogledamo kvaliteto regulatorjev z vidika integralnih cenilk ITSE



Slika 3. Delovanje sistema prvega reda z uporabo regulatorjev PID (zelena), PFC (modra) in mPFC (roza) pri sledenju referenci v delovni točki $Y_{00} = 5,12$ V



Slika 4. Delovanje sistema prvega reda z uporabo regulatorjev PID (zelena), PFC (modra) in mPFC (roza) pri odzivu na motnjo v delovni točki $Y_{00} = 5,12$ V

$$G_{\text{sistem}}(s) = G_{\text{aktuator}}(s) \cdot G_{\text{motor}}(s) \quad (23)$$

Aktuator ima časovno konstanto $T_a = 0,5$ s in naslednjo prenosno funkcijo:

$$G_{\text{aktuator}}(s) = \frac{1}{T_a s + 1} \quad (24)$$

Tako smo na dveh različnih sistemih izvedli dva poskusa, sledenje referenci in odziv na motnjo, kar nam je omogočilo primerjati podobnosti in razlike med vodenjem motorja z regulatorji PID, PFC in mPFC.

$\omega_u = 11,42$ rad/s in $K_u = 2,15$ ter nato še naslednje PID-parametre:

$$K_p = 1,288, T_i = 0,271 \text{ s}, T_d = 0,068 \text{ s} \text{ in } T_f = 0,034 \text{ s}. \quad (25)$$

Ocenjeni šum je znašal 0,18 % glede na delovno točko $Y_{00} = 5,12$ V. Identificirali smo sledeči sistem prvega reda z mrtvim časom:

$$G_{\text{motor}}(s) = \frac{8,83}{1,63s + 1} e^{-0,02s} \quad (26)$$

Za oba poskusa smo nastavili predikcijski horizont PFC in mPFC na $H = 10$. Izračunali smo tudi $K_f = 2,27$ in $T_r = 0,16$ s.

Slika 3 prikazuje omenjene regulatorje pri sledenju referenci. Delovna

(integralni kvadratični pogrešek, obtežen s časom), ISE (integralni kvadratični pogrešek) in IAE (integral absolutne vrednosti pogreška) v tabeli 1, ugotovimo, da je najbolje ocenjen regulator PID, ki mu sledita mPFC in PFC.

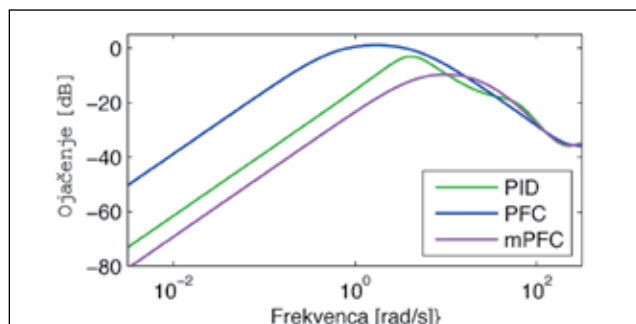
Na sliki 4 je prikazano delovanje regulatorjev pri odzivu na motnjo, ki smo jo generirali kot stopnico na vходу v motor z vrednostjo $\Delta n = 1$ V. Evidentno je, da mPFC deluje bolje od ostalih dveh regulatorjev, saj ima hitrejši odziv, manj PV in boljše ocene na podlagi integralnih cenilk. Kljub počasnejšemu odzivu in večjemu PV je delovanje regulatorja PID sprejemljivo. regulator PFC se

Tabela 1. Prikaz kvalitete regulatorjev PID, PFC in mPFC za sistem prvega reda pri sledenju referenci

	PID	PFC	mPFC
ITSE	1,50	1,93	1,69
ISE	8,46	14,08	12,68
IAE	27,11	31,17	29,12
$t_{5\%}$ (s)	1,04	0,64	0,64
PV (%)	17,72	3,05	2,31

Tabela 2. Prikaz kvalitete regulatorjev PID, PFC in mPFC v za sistem prvega reda pri odzivu na motnjo

	PID	PFC	mPFC
ITSE	3,26	120,03	0,79
ISE	7,83	106,06	1,82
IAE	31,48	196,23	16,07
$t_{5\%}$ (s)	1,46	5,60	0,58
PV (%)	44,55	90,88	31,37



Slika 5. Bodejev diagram sistema prvega reda med odzivom na motnjo, pri uporabi regulatorjev PID (zeleno), PFC (modra) in mPFC (roza)

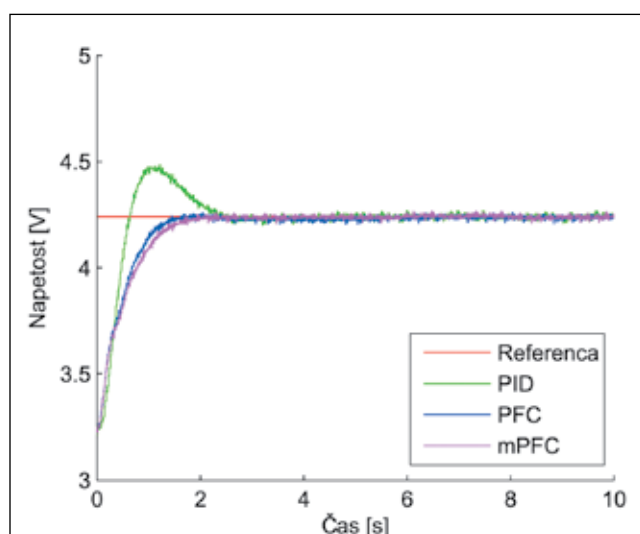
pri odzivu na motnjo ni izkazal najboljše, kar potrjujejo tudi integralske cenilke.

Naredili smo tudi frekvenčno analizo sistema z regulatorji PID, PFC in mPFC. Na *sliki 5* je prikazan frekvenčni odziv sistema, ko motnja na vходу procesa vpliva na njegov izhod. Ugotovimo lahko, da pri nizkih in srednjih frekvencah motnjo najbolj duši mPFC, PID pa malo manj. Pri visokih frekvencah ni večjih razlik med posameznimi regulatorji.

4.2 Sistem drugega reda

V tem primeru smo morali zopet opraviti relejski poskus in identifikacijo sistema pred začetkom eksperimentov, saj gre za drugo napravo. Histerezo releja smo nastavili na $HS = \pm 0,15$ V. Tokrat sta bila določena $\omega_u = 3,33$ rad/s in $K_u = 1,28$ ter izračunani sledeči parametri PID:

$K_p = 0,765$, $T_i = 0,943$ s, $T_d = 0,236$ s in $T_f = 0,118$ s. (27) Izhodni šum je tokrat dosegel 0,21 % glede na delovno točko $Y_{00} = 4,24$ V. Identificiran pa je bil tudi nov model drugega reda z mrtvim časom, ki smo ga uporabili za nastavljanje regulatorjev PFC in mPFC:



Slika 6. Delovanje sistema drugega reda z uporabo regulatorjev PID (zeleno), PFC (modra) in mPFC (roza) pri sledenju referenci v delovni točki $Y_{00} = 4,24$ V

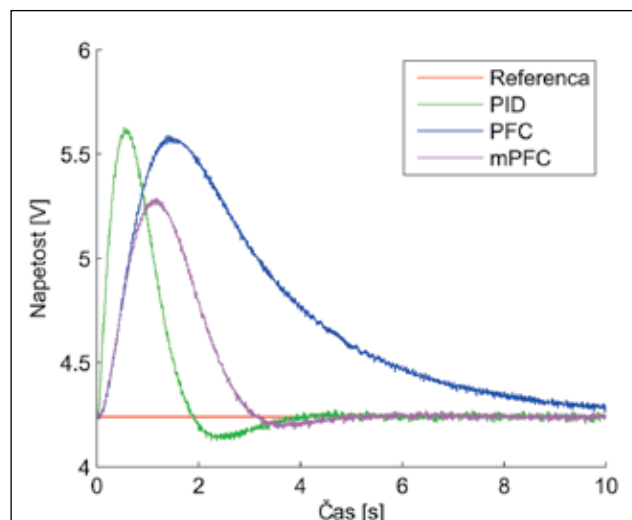
Tabela 3. Prikaz kvalitete regulatorjev PID, PFC in mPFC za sistem drugega reda pri sledenju referenci

	PID	PFC	mPFC
ITSE	9,21	6,47	7,54
ISE	30,34	26,87	28,81
IAE	63,65	54,41	57,91
$t_{5\%}$ (s)	2,14	1,26	1,47
PV (%)	24,32	2,01	2,47

$$G_{2motor}(s) = \frac{8,85}{(2,35s + 1)(0,31s + 1)} e^{-0,27s} \quad (28)$$

V tem primeru smo za oba poskusa izbrali PFC in mPFC predikcijski horizont $H = 10$ ter izračunali $K_{r2} = 0,45$, $T_r = 0,24$ s in $T_{df} = 0,01$. Izbrali smo tudi $N_f = 2$.

Slika 6 prikazuje omenjene regulatorje pri sledenju referenci. Delovna točka v tem primeru je $Y_{00} = 4,24$ V, sprememba reference pa zopet $\Delta r = 1$ V. Kot opazimo, so odzivi zelo podobni tistim na *sliki 3*. *Tabela 3* kaže, da



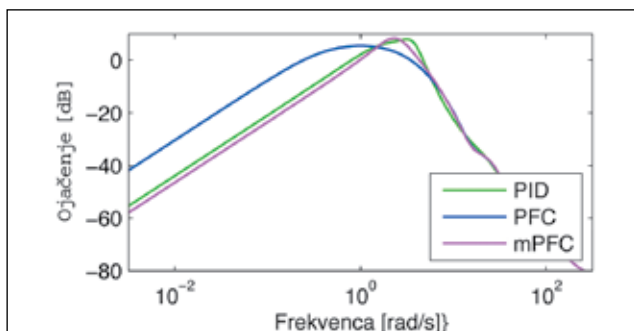
Slika 7. Delovanje sistema drugega reda z uporabo regulatorjev PID (zeleno), PFC (modra) in mPFC (roza) pri odzivu na motnjo v delovni točki $Y_{00} = 4,24$ V

Tabela 4. Prikaz kvalitete regulatorjev PID, PFC in mPFC za sistem drugega reda pri odzivu na motnjo

	PID	PFC	mPFC
ITSE	94,98	856,86	158,23
ISE	137,93	391,82	125,15
IAE	150,84	466,55	171,15
$t_{5\%}$ (s)	3,39	9,97	4,17
PV (%)	138,79	134,85	104,64

regulatorja PFC in mPFC zopet delujeta bolje, saj imata hitrejši odziv ($t_{5\%}$) in manj prevzpona kot PID. Opazimo tudi, da ima v tem primeru regulator PID približno 7 % večji PV kot na *sliki 3*.

Na *sliki 7* je prikazano delovanje regulatorjev pri odzivu na motnjo, ki smo jo generirali kot stopnico na vходу v sistem (23) z vrednostjo $\Delta n = 1$ V. V *tabeli 4* opazi-



Slika 8. Bodejev diagram sistema drugega reda med odzivom na motnjo pri uporabi regulatorjev PID (zelena), PFC (modra) in mPFC (roza)

mo, da ima regulator mPFC manj PV in nekoliko daljši umiritveni čas kot PID, vendar je slednji boljše ocenjen z integralskima cenilkama ITSE in IAE. Cenilka ISE pa boljše ocenjuje regulator mPFC. Tudi v tem eksperimentu sistem najslabše deluje ob uporabi regulatorja PFC.

Tudi za model drugega reda smo naredili frekvenčno analizo sistema z regulatorji PID, PFC in mPFC. Na sliki 8 je prikazan frekvenčni odziv sistema, ko motnja na vhodu procesa vpliva na njegov izhod. Opazimo lahko, da regulatorja PID in mPFC dajeta podobne rezultate in oba boljše kot PFC. Tudi tukaj pri visokih frekvencah ni bistvenih razlik.

■ 5 Zaključek

Cilj tega članka je bil predstaviti vodenje električnega motorja s pomočjo samonastavljivih regulatorjev PID, PFC in mPFC. Dobili smo dobre rezultate, ki kažejo, da regulator mPFC deluje bolje kot PID in PFC, še posebej pri sledenju referenci. Modificirani PFC je tudi hitrejši pri odzivu na motnjo in ima manjši prevzpon. Umiritveni čas regulatorja PID je

sicer primerljiv s časom regulatorja mPFC, vendar ima večji prevzpon.

Viri

- [1] Åström, K., and Hägglund, T.: PID controllers: Theory, Design, and Tuning, 2nd edition, Instrument Society of America, USA, 1995.
- [2] Ziegler, J. G., and Nichols, N. B.: Optimum settings for automatic controllers, Transactions ASME, vol. 64, str.: 759–768, 1942.
- [3] Vrančič, D., Juričič, D., Strmčnik, S., and Hanus, R.: Closed-loop tuning of the PID controller by using MOMI method, American Control Conference, Proceedings, vol. 5, str.: 3352–3356, 1999.
- [4] Chien, I. L., Hrones, J. A., and Reswick, J. B.: On the automatic control of generalised passive systems, Transactions of the ASME, str.: 175–185, 1952.
- [5] Schultz, W. C., and Rideout V. C.: Control system performance measures: Past, present and future, IRE Transactions on Automatic Control, AC-6, str.: 22–35, 1961.
- [6] Kim, J. S., Kim, J. H., Park, J., Park, S., and Choe, W.: Auto Tuning PID Controller based on Improved Genetic Algorithm for Reverse Osmosis Plant, World Academy of Science, Engineering and Technology, str.: 384–389, 2008.
- [7] Richalet, J., Rault, A., Testud, J. L., and Papon, J.: Model predic-
- [8] Yu, C.: Autotuning of PID Controllers, A Relay Feedback Approach, str.: 23–25, 2nd Edition, Springer, Germany, 2006.
- [9] O'Dwyer, A.: Handbook of PI and PID Controller Tuning Rules, pp. 235–240, 2nd Edition, Imperial College Press, London, 2006.
- [10] Cutler, C. R., and Ramaker, B. L.: Dynamic matrix control – A computer control algorithm, JACC Proceedings, Paper WP5-B, 1980.
- [11] Richalet, J., O'Donovan, D.: Predictive Functional Control: Principles and Industrial Applications, Springer, London, 2009.
- [12] Richalet, J.: Pratique de la commande prédictive, Paris, Hermes, 1993.



Zahvala

Zahvaljujemo se Kompetenčnemu centru za sodobne tehnologije vodenja, ki ga delno financirata Republika Slovenija, Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo ter Evropska unija (EU), in sicer iz Evropskega sklada za regionalni razvoj, da je omogočil raziskavo.

DC motor control using auto-tuning PID, PFC and modified-PFC controllers

Abstract: This paper presents a DC motor control using the auto-tuning of PID, PFC and modified-PFC controllers. Auto-tuning is a modern approach to tuning controllers, which helps us to tune controllers more quickly than standard tuning methods. The auto-tuning of PID, PFC and modified-PFC controllers is performed by using the relay-feedback method. After sustained oscillation of the process output, an identification of the process model can be made. The PFC and modified-PFC controllers are then tuned and the PID parameters are calculated. Experiments on DC motor-generator shows that the modified-PFC controller gives better results than the other two.

Keywords: auto-tuning, PID, modified, PFC, mPFC, relay, feedback, controller, DC, motor, control

Ali Slovenija lahko postane evropska Silicijska dolina?

Sašo SUKIČ, Franc GIDER, Borut LIKAR

Izveček: Prispevek opisuje pregled sistemskih dejavnikov na področju visoko tehnološkega podjetništva v Sloveniji v primerjavi s Silicijsko dolino (ZDA) in območjem Bangalore (Indija). V pregledu so izpostavljeni bistveni sistemski dejavniki, ki so omogočili razvoj Silicijske doline in območja Bangalore ter predstavljajo ovire za razvoj in vzpodbujanje inovativnosti v slovenskem visoko tehnološkem podjetništvu. Pregled je pokazal, da je v Sloveniji visoko tehnološko podjetništvo, razen svetlih izjem, relativno slabo razvito. Strateški dokumenti države sicer nakazujejo razmišljanje v pravo smer, vendar pa je do dejanskega nastanka države z razvitim visoko tehnološkim podjetništvom še dolga pot.

Ključne besede: inovativnost, Razvojna in inovacijska strategija Slovenije (RISS), podjetništvo, Silicijska dolina, Bangalore

1 Uvod

Silicijska dolina predstavlja območje visoko tehnološkega podjetništva, ki je postala sinonim za inovativnost in razvoj. Zaznamujejo jo določeni ključni sistemski dejavniki za razvoj takšnega območja. Želja mnogih držav je, da bi jim uspelo uvesti pogoje poslovanja podjetij po vzoru Silicijske doline, vendar je to uspelo le redkim. Ena od takšnih držav je Indija, v kateri območje Bangalore trenutno predstavlja eno od najhitreje podjetniško rastočih območij v svetu. Željo za prenos idej Silicijske doline v lastno okolje ima tudi Slovenija, pri tem pa je bistveno izpolnjevanje ključnih sistemskih dejavnikov obeh območij.

2 Pogoji za razvoj visoko tehnološkega podjetništva v Silicijski dolini, območju Bangalore in Sloveniji

V razvoju visoko tehnološkega podjetništva v Silicijski dolini in območja

Sašo Sukič, dipl. ekon. (UN)
dr. Franc Gider, GETAS d.o.o.,
Petanjci; Izr. prof. dr. Borut Likar,
Univerza na Primorskem, Fakulteta za management Koper

Bangalore se pojavljajo tako skupni kot različni ključni sistemski dejavniki. Ključen skupni sistemski dejavnik predstavljata znanje ter odlično razvito podporno okolje in infrastruktura, ki nadgrajuje visoko razvito vero v podjetništvo, kljub temu da območji ločuje raznolika kultura.

2.1 Ključni dejavniki razvoja visokotehnološkega podjetništva v Silicijski dolini

Silicijska dolina je v zadnjih 30 letih postala model za razvoj visoko tehnoloških podjetij po celem svetu kljub njeni sorazmerno kratki 50 letni zgodovini. Ta model so v zadnjih letih skušale posnemati predvsem vlade jugovzhodne Azije in Avstralije s spodbujanjem izgradnje tehnoloških parkov. Ti parki bi naj prinesli predvsem nova delovna mesta, nova »start-up podjetja«, tvegani kapital in inovacije [1].

Tipične značilnosti modela Silicijske doline so:

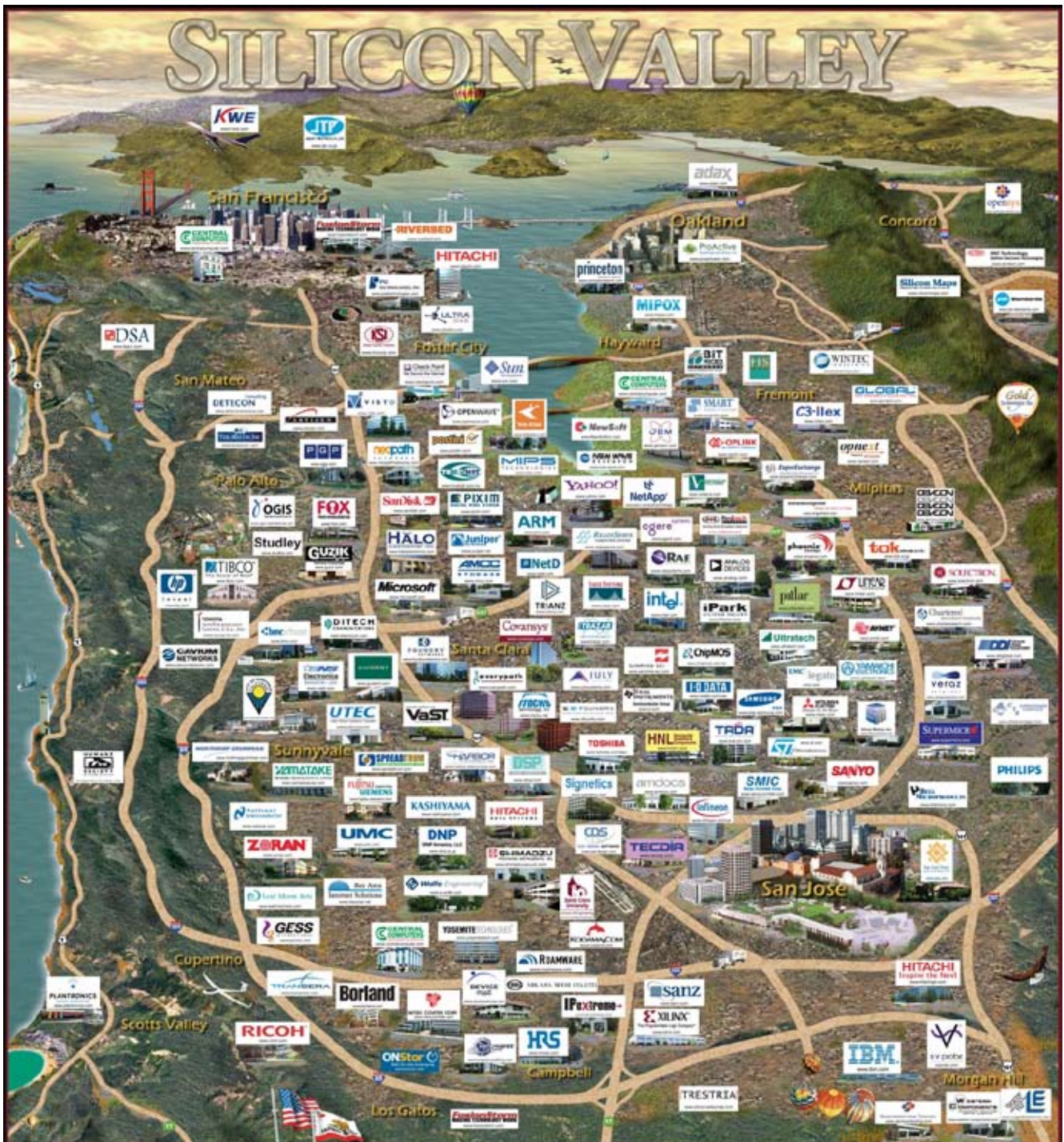
- vera v podjetništvo,
- ključna vloga tveganega kapitala,
- kritična vloga raziskovalnih univerz,
- velika ponudba visoko usposobljenih raziskovalcev,

- koristi od lokacije podjetja,
- velika vloga pri prostem trgu z omejenim vplivom države [1].

Visokotehnološka elektronska industrija ima v Silicijski dolini edinstvene lastnosti glede na druge industrije. Tako so ključni naslednji elementi:

- visok delež visoko usposobljenih inženirjev, znanstvenikov, strokovnjakov in vodilnih delavcev predvsem z elektrotehničnim in računalniškim znanjem,
- dobro usposobljena in kvalificirana proizvodna delovna sila s celovitim elektrotehničnim znanjem,
- izjemno visoka rast industrije v zgodnjih fazah inkubacije podjetij,
- evolucije in revolucije ob organizacijski rasti,
- industrije z visokim tveganjem pogosto ponavljajo napake drugih podjetij,





Silicijska dolina je področje južno od mesta San Francisco. To področje ima največjo koncentracijo visoko tehnoloških podjetij na svetu [16]

- visoki raziskovalni in razvojni stroški v razmerju do prihodkov,
- razvoj izdelkov in stalne inovacije v življenjskih dobah izdelkov in velike naložbe v obrate in opremo,
- svetovni trg za svoje izdelke,
- zniževanje proizvodnih stroškov kar za 30% za vsako podvojitve kumulativnega obsega [2].

Največja napaka v posnemanju Silicijske doline je v tem, da vlade vidijo v Silicijski dolini predvsem tisto, kar hočejo in ne tisto, kar bi lahko videle. Pri tem predvsem prezrejo zapletene mreže informacijskih kanalov, ki omogočajo razvoj visoke tehnologije podjetij. Pomembno je opozoriti tudi na pomembnost zgodovinskih, socialnih, družbenih in kulturnih razlik med državami, pa tudi univerzami

in podjetji. Vsa ta vprašanja so tako globoka in pomembna, da si zaslužijo pozornost [1].

2.2 Ključni dejavniki razvoja visokotehnološkega podjetništva v območju Bangalore

Edward Yourdan, analitik industrije programske opreme meni, da ima

Tabela 1. IMD 2011 - Uvrstitev Slovenije po rangju globalne konkurenčnosti (↑ izboljšanje, ↓ poslabšanje) [6]

Leto	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Število ocenjenih držav	60	61	55	55	57	58
Indeks svetovne konkurenčnosti	43	39	40	32	32	52
Uspešnost gospodarstva	35	33	24	25	21	42
Učinkovitost vlade	42	43	43	43	38↑	53↓
Učinkovitost podjetij	43	44↓	43↑	32↑	39↓	57↓
Infrastruktura	32	32	33↓	29↑	27↑	34↓

Vir: Global Competitiveness Reports, 2005–2009. Z zeleno je označeno izboljšanje glede na predhodno leto, z rdečo poslabšanje, bela ni sprememb.

Indija priložnost, da postane pomemben dejavnik na svetovnem trgu programske opreme, ki pa ni največja dodana vrednost Bangaloreja. Največja dodana vrednost so ljudje. To so visoko izobraženi inženirji in programerji, ki pa so običajno nižje plačani kot enako usposobljeni strokovnjaki v najrazvitejših gospodarstvih. Indija predstavlja drugo največjo znanstveno skupnost v angleško govorečem svetu in se lahko pohvali z več kot 3 milijoni znanstvenikov in tehnikov, hkrati pa dela v tujini še približno 40.000 indijskih znanstvenikov v različnih panogah. Tako je Bangalore lahko znanilec nove svetovne delovne sile, ki deluje v kibernetičnem prostoru in izven dosega vlade [3].

Kot glavne sistemske dejavnike, ki so omogočili razvoj in rast Bangaloreja bi lahko izpostavili predvsem:

- visoko izobraženi inženirji in strokovnjaki,
- sorazmerno poceni in angleško govoreči kadri,
- velika vlaganja tujih multinacionalk v tehnološke panoge,
- podpora raziskovalnih centrov,
- tehnološki parki z ustrežno infrastrukturo,
- privlačne davčne olajšave.

Območji povezuje veliko ključnih dejavnikov, ki so nujni za rast in razvoj takšnega gospodarskega okolja, kljub temu pa je v njenem razvoju nekaj razlik. Medtem ko se je rast Silicijske doline začela samostojno v sožitju z univerzo Stanford in podporo inovativnih idej s tveganim kapitalom, je rast Bangaloreja povzročila liberalizacija Indije, ki je omogočila načrtno grajenje visokotehnološkega območja z neposrednimi tujimi naložbami in vlaganji domačih zaseb-

nih bank. Njunjo največjo razliko pa vsekakor predstavlja kultura, saj se je Silicijska dolina razvila v duhu svobodne in enakopravne kulture ZDA, medtem ko Indija predstavlja kulturo različnih veroizpovedi in nesorazmerne razvitosti države, ki pa zaradi svoje velikosti in razvoja postaja vse pomembnejše svetovno območje.

2.3. Pogoji za razvoj visoko tehnološkega podjetništva v Sloveniji

V primeru Silicijske doline in območja Bangalore lahko opazimo, da so za uspeh območja visoko tehnološkega podjetništva ključni sistemski dejavniki, ki povezujejo oba primera. Cilj Slovenije pri prenosu idej Silicijske doline v slovensko okolje mora biti postavitve ključnih sistemskih dejavnikov po vzoru obeh primerov in obenem v povezanosti s slovensko kulturo in okoljem zgraditi odprto in spodbudno podjetniško okolje za rast najbolj inovativnih in visoko tehnoloških podjetij, ki bodo ustvarjala visoko dodano vrednost.

Biti podjetnik v Sloveniji še vedno ni vrednota [4]. Ob tem analize kažejo, da je Slovenija podjetniško bolj »zaspala« kot v povprečju katera koli druga skupina držav, s katerimi so jo primerjali: ima manj »rojevanja« podjetij, manj delujočih podjetij pa tudi manj ljudi se odloča, da prenehajo s poslovanjem svojega podjetja [5]. IMD-ovo poročilo o konkurenčnosti držav v tabeli 1 prikazuje velik padec Slovenije v letu 2010, z 32. mesta na 52. mesto med 58 ocenjenimi državami [6].

Za Slovenijo je tako pomemben razvoj gospodarstva, ki omogoča generiranje nove tehnologije in inovativ-

nih panog, ki temeljijo na znanosti in znanju ter omogočajo razvoj novih tehnologij [5]. To dopolnjuje Likarjevo razmišljanje: »Dolgoročno le znanje, ustvarjalnost in inovativnost v povezavi s sistemskim razmišljanjem, družbeno odgovornostjo ter poštenjem vodita do ekonomskega, socialnega, družbenega in osebnega napredka. Omenjene spremembe se morajo zgoditi tako na nivoju družbe kot celote; predvsem pa intimno, pri vsakem od nas. Največja inovacija prihodnosti bo sprememba nas samih!« [7].

V tabeli 2 je prikazana primerjava razvitosti osmih ključnih sistemskih dejavnikov v Silicijski dolini (ZDA), območju Bangalore (Indija) in v Sloveniji. Kvalitativna primerjava je narejena na osnovi podatkov iz literature [8], [9], [10]. V slovenskem okolju je opaziti velik vpliv sistemskih dejavnikov na oviranje razvoja inovativnosti, ki se kaže v večini sistemskih dejavnikov. Sistemski dejavniki, ki še posebej ovirajo razvoj inovativnosti, so: dostop do finančnih virov, razvitost podjetniškega duha in kulture, konkurenčnost, razvoj in inovacije ter državna administracija. Rezultati teh dejavnikov se kažejo v premajhnem številu inovativnih idej za ustanavljanje visoko tehnoloških in inovativnih podjetij, premajhni povezanosti raziskovalne sfere s podjetji za povečanje razvoja in inovacij v podjetjih, slabo razvitem finančnem trgu s težkim pridobivanjem sredstev in dolgotrajnih administrativnih postopkih neučinkovite državne birokracije.

3 Diskusija

Visoko postavljeni cilji v razvojnih in strateških dokumentih države kaže-

Tabela 2. Primerjava sistemskih dejavnikov za razvoj visokotehnološkega podjetništva v Silicijevi dolini, območju Bangalore in v Sloveniji (* Podatki so za ZDA, ** Podatki so za Indijo) [8, 9, 10]

Sistemski dejavnik	Silicijeva dolina*	Bangalore**	Slovenija
Podjetniški duh in kultura	visoka	srednja	srednja
Konkurenčnost	visoka	srednja	srednja
Znanje	visoko	srednje	srednje
Razvoj in inovacije	visoko	srednje	srednje
Finance	visoko	visoko	nizko
Davki	visoki	visoki	srednji
Administracija	srednja	srednja	srednja
Infrastruktura	visoka	slaba	srednja

jo na pravilno usmeritev, vendar je potrebno razmisliti glede njihove realnosti. Za razvoj in vzpodbujanje podjetniškega okolja v Sloveniji so potrebna dejanja in spremembe v praksi, ki bodo temeljila na povezanosti vseh ključnih sistemskih dejavnih in jih bodo podjetniški subjekti sprejemali.

3.1 Podjetniški duh in kultura

Razvoj Silicijeve doline od zemljišča do doline uspeha se je oblikoval skozi celotno zgodovino delovanja Silicijeve doline. Silicijeva dolina ni le območje, kjer delujejo visokotehnološka podjetja, ampak tudi območje svobode, ustvarjalnosti in inovativnosti z visoko vero v podjetništvo, ki je eden izmed nujnih dejavnikov za razvoj inovativnega podjetništva. Za uspešen prenos idej Silicijeve doline bo morala takšno okolje razviti tudi Slovenija, saj se srečuje s problemom nizkega zaupanja v podjetništvo, ki se kaže v podjetniškem duhu in kulturi, saj podjetniki označujejo, da biti podjetnik ni vrednota [11].

V omenjenih dokumentih slovenske države tako Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo (MVZT) v Resoluciji o raziskovalni in inovacijski strategiji Slovenije 2011–2020 predlaga popularizacijo znanosti, promocijo kulture ustvarjalnosti, inovativnosti in podjetništva in prenovo študijskih programov na terciarni ravni. Za takšen ukrep so se odločili, ker ocenjujejo pomanjkanje cenjenosti in nepoznavanje raziskovanja in znanosti v družbi. Ob tem izpostavljajo problem premajhne komercializacije rezultatov dela raziskovalcev. Področje bi uredili z različnimi

ukrepi, ki se nanašajo na povečanje programov za spodbujanje ustvarjalnosti, inovativnosti in podjetnosti že v osnovnih in srednjih šolah, povečanjem sredstev za promocijo in prenovo študijskih programov [12].

S takšnimi ukrepi MVZT le delno rešuje ključni problem inovacijske in podjetniške miselnosti. Korak v pravo smer je zavedanje, da je potrebno začeti oblikovati omenjeno miselnost in s tem povezane kompetence že pri mladih. Vendar za to ni dovolj en predmet iz omenjenega področja, pač pa bi bilo potrebno korenito spremeniti kurikulum šol; tako vsebine kot način podajanja snovi. Kar pa je še pomembnejše, vsak učitelj bi moral poleg vsebin graditi tudi osebnostne kompetence mladih, ki so nujne za uspešno realizacijo idej, npr. ustvarjalnost, samozavest, odgovornost, navdušenje in gorečnost, pogum, obvladovanje tveganja, timsko delo, vztrajnost, domišljija. Brez korenitih sprememb dela učiteljev pa tega ni možno kakovostno izvesti. Ob tem bo potrebno ustvarjanje pogojev za spremembo izobraževalnih in raziskovalnih ustanov, ki bodo temeljile na pozitivnih družbenih vrednotah in inovacijah nas samih [13].

3.2 Konkurenčnost

Rast in veljavo Silicijevi dolini dajejo visokotehnološka podjetja, ki z inovacijami novih tehnologij ustvarjajo in narekujejo svetovne trende. S tem gre velik del sredstev v razvoj in raziskave, ki omogočajo ustvarjanje kakovostnih in naprednih izdelkov ali storitev. Prav visokotehnološka podjetja ustvarjajo tisto dodano vrednost, ki manjka slovenskim podjetjem. Slovenija se srečuje s proble-

mom pomanjkanja produktivnosti in tehnološko zahtevnih dejavnosti, ki opozarja na nujnost prestrukturiranja slovenskega gospodarstva, ki temelji na predelovalni industriji z nizko dodano vrednostjo [4].

MVZT predlaga spodbude za krepitev inovacijske sposobnosti podjetij in vzpodbude za razvoj in uvajanje novih produktov, storitev in trgov. Ukrepi temeljijo na različnih državnih subvencijah v okviru javnih razpisov, davčnih spodbudah (davčne počitnice) in spremembah poslovnih modelov podjetij. Za takšne ukrepe so se odločili zaradi neprimerne strukture slovenskega gospodarstva, v katerem ima najpomembnejši delež predelovalna dejavnost, ki pa je najšibkejši segment slovenskega gospodarstva zaradi nizke dodane vrednosti. Tako večina slovenskih podjetij deluje po principu ekonomije obsega in ne glede na kriterij dodane vrednosti. Tako se kaže kot smiselna usmeritev intenzivno spodbujanje inoviranja tudi v nizko tehnoloških in storitvenih panogah, saj bi izboljšanje inovativnosti v teh bistveno doprineslo k višjemu BDP [13]. Najbolj inovativna storitvena podjetja iz vsakega evra, vloženega v spodbujanje inovativnosti ustvarijo 50 evrov inovacijskih prihodkov; nizko in srednje tehnološki predelovalci 14,3 evrov; visokotehnološki pa, presenetljivo, le 7,7 evrov. To ne pomeni, da v visoko tehnološke panoge ni smiselno vlagati – absolutno so pomembne za razvoj družbe, vendar je potrebno za to bistveno boljše obvladovanje raziskovalnih, inovacijskih in poslovnih procesov [13].

Ukrepi MVZT, ki temeljijo na različnih vzpodbudah v okviru javnih razpisov

in spremembah poslovnih modelov podjetij, so premajhni in premalo učinkoviti ukrepi za prestrukturiranje slovenskega gospodarstva. Državne subvencije in vzpodbude (davčne počitnice) morajo biti usmerjene v zdrav del slovenskega gospodarstva, ki ustvarja večjo dodano vrednost in ne v podjetja, ki se jih rešuje zaradi potencialnih socialnih bomb. Neinovativni del slovenskega gospodarstva mora biti podprt s strokovnimi kriznimi teami za prestrukturiranje podjetij in večjim finančnim ter kadrovskim sodelovanjem bank v procesu prenove podjetij.

3.3 Znanje

Znanje je dejavnik, ki je spremljal rast Silicijeve doline skozi njeno celotno zgodovino. Podporna infrastruktura in povezanost z inštitucijami znanja so prinesle dolini tisto prednost, ki je druga območja niso imela. K rasti doline so veliko prispevali visoko usposobljeni kadri, predvsem raziskovalci, ki so razvijali napredne in inovativne ideje. Še bolj pomembno pa je bilo dejstvo, da te ideje niso ostale v inštitucijah znanj, ampak so se prenesla v podjetja. Prav ta prenos znanja iz raziskovalne sfere v podjetja in sodelovanje univerz s podjetji je velik problem slovenskega gospodarstva. Podjetja kot razlog za takšno stanje predvsem navajajo nezainteresiranost raziskovalne sfere za sodelovanje in neustreznost idej in prenos le-teh [11].

MVZT ocenjuje, da prenos znanja ni v celoti urejen, zato predvideva vzpostavitev okolja, ki bo omogočilo učinkovit prenos znanja, varstvo intelektualnih pravic in vzpodbujanje patentiranja. Ukrepi se bodo nanašali na vzpostavitev pisarne za prenos znanja iz javnih raziskovalnih organizacij (JRO) v gospodarstvo, spodbujanjem podjetništva mladih doktorjev, mobilnostjo med JRO in gospodarstvom in financiranjem najema raziskovalcev v podjetjih [12].

Dosedanji pozitiven ukrep države je bil vzpodbujanje priliva mladih raziskovalcev v podjetja, ki pa ni rešil problema sodelovanja med uni-

verzami in podjetji. Kljub nekaterim dobrim zgornjim predlogom države bo področje potrebno urediti v sožitju raziskovalne sfere in podjetij, ki bo temeljilo ne le na konceptu enostranskega prenosa znanja v gospodarstvo, pač pa bistveno bolj na sodelovanju in reševanju konkretnih težav in izzivov v podjetjih, ki bodo prinašala dodano vrednost. Pri tem bi moral biti večji poudarek na vključenosti univerz v delovanje podjetij in obratno s programom izmenjave študentov, raziskovalcev in profesorjev s podjetji neodvisno od države.

3.4 Razvoj in inovacije

Pri razvoju in rasti Silicije doline je imela pomembno vlogo tudi Univerza Stanford, ki predstavlja vrelec inovacij (obetavnih novih idej) oziroma potencialnih inovacij (do uporabnosti dognanih inovacij), ki omogočajo napredek na področju raziskav in spodbujajo nastanek novih podjetij. Takšna visoko tehnološka nova podjetja so Silicijevo dolino naredila za eno izmed najbolj inovativnih in produktivnih visokotehnoloških območij v svetu [14].

MVZT ocenjuje, da je področje upravljanja raziskav in inovacij državnih služb preveč razbrobljeno in neučinkovito. V ta namen se prevedeva ustanovitev Ministrskega sveta za raziskave in inovacije, ki bo pokrival celotno raziskovalno in inovacijsko področje ter razvoj avtonomnih JRO s poudarkom na večjem sodelovanju z gospodarstvom [12].

Slovenija se na področju razvoja in inovacij srečuje s težavo ločenega delovanja javnih raziskovalnih ustanov in zasebnih raziskovalnih enot v podjetjih. Cilj MVZT je poenostavitev delovanja JRO in s tem tudi večjo povezanost z gospodarstvom [12], vendar se bo Ministrstvo moralo zavedati, da administrativni ukrepi in želje po vzpostavitvi takšnega sodelovanja niso dovolj. Začetek povezovanj med raziskovalno sfero in podjetji izhaja iz dveh dejavnikov – podjetniški duh in kultura ter znanje, ki predstavljata jedro težave premajhne inovativnosti in razvoja v Sloveniji.

3.5 Finance

Za uspeh visoko tehnoloških podjetij in uresničitev inovativnih idej z visoko dodano vrednostjo je potreben kapital, ki ga v Silicijevi dolini predstavlja tvegani kapital iz zasebnih virov ter želja po rasti in finančni podpori [2]. Ključno vlogo tveganega kapitala pri razvoju modela Silicijeve doline navajata tudi Cook in Joseph [1], medtem ko Heitzman kot pomemben dejavnik za razvoj območja Bangalore navaja velika vlaganja tujih multinacionalk in dobro razvite državne banke [15].

MVZT ocenjuje napredek pri oblikovanju skladov tveganega kapitala v Sloveniji, dolžniškem financiranju v obliki mikrogarancij in garancij neposrednih kreditov. Kot glavni cilj MVZT navaja hitrejšo rast inovativnih podjetij s pomočjo naslednjih ukrepov: povezovanje slovenskih skladov tveganega kapitala z mednarodnimi skladi, razvoj trga inovativnih javnih naročil in vzpodbudno zakonodajno okolje [12].

Predvideni ukrepi MVZT, ki temeljijo na krepitvi skladov tveganega kapitala so korak v pravo smer v primeru že dobro razvitega bančnega sistema. Več kot polovica slovenskih inovativnih podjetij se financira z lastnimi viri financiranja, kar je posledica slabe razvitosti finančnega sektorja v Sloveniji glede na dostopnost do sredstev financiranja [11]. Še bolj pomemben dejavnik razvoja tveganega kapitala pa je neomejena dostopnost do njega, saj je podjetjem potrebno ponuditi podporo v rasti in tudi v primeru neuspešnih inovativnih idej.

3.6 Davki

Vpliv davkov na uspešnost in inovativnost visoko tehnoloških podjetij predstavlja dejavnik, ki bi ga bilo potrebno preučevati glede na davčno politiko vsake države posebej. Medtem ko davki ne spadajo med ključne dejavnike uspeha Silicijeve doline, je zgodba drugačna pri območju Bangalore, kjer spadajo privlačne davčne olajšave med pomembne sistemske dejavnike, ki so omogočili razvoj in rast območja Bangalore [15].

V Sloveniji je obremenitev stroškov dela nadpovprečna glede na povprečje EU [9] in to potrjuje tudi večina podjetij v raziskavi, ki meni, da nadpovprečna obremenitev stroškov dela vpliva negativno na njihovo poslovanje. Prav tako je delež davkov na kapital ali dobiček v Sloveniji nižji kot je povprečje EU [9]. Polovica podjetij, ki so sodelovala v raziskavi v okviru diplomske naloge, bi pristala na povišanje deleža davkov na kapital ali dobiček do povprečja EU [11]. Področje davčnih spodbud omenja tudi MVZT z ukrepom davčnih počitnic, kateri je bil obravnavan pri dejavniku konkurenčnosti [12].

Urejenost davčnega področja v Sloveniji nakazuje na neskladje z urejenostjo davčnega področja evropskih držav, saj je v Sloveniji prisotna večja obremenitev stroškov dela, medtem ko je obdačitev kapitala ali dobička nižja kot je povprečje EU. Tako bi se država morala lotiti predvsem zniževanja obremenitve stroškov dela, ki podjetjem predstavljajo velike probleme pri poslovanju, pri tem pa ne sme spregledati, da je najbolj problematična obdačitev stroškov dela pri plači, ki dosega 67 % povprečne plače in je relativno večja kot v EU [6].

3.7 Administracija

Tuje raziskave in slovenski podjetniki opozarjajo, da predstavlja birokracija in administracija veliko oviro v poslovanju slovenskih podjetij. Kljub izboljšanju situacije z uvedbo sistema e-VEM in skrajšanju časa ustanavljanja podjetja, ostaja največji problem neučinkovita državna birokracija. Problemi neučinkovite državne birokracije se najbolj kažejo v zapletenih birokratskih postopkih, zlasti z dolgotrajnimi pridobivanji dovoljenj in dokumentov. To potrjuje tudi dokument Konkurenčnost slovenskega gospodarstva, kjer izpostavlja probleme na področju pridobivanja gradbenih dovoljenj, vpisa v zemljiško knjigo, zapleteno plačevanje davkov, neučinkovito delovanje sodišč v gospodarskih primerih in prepočasno črpanje evropskih sredstev [6].

Delovanje podjetij delno izboljšuje e-uprava, vendar jo podjetja ocenju-

jejo kot premalo kakovostno. Tako država predvideva ukrepe optimizacije in informatizacije procesov, vzpostavitve centralnega davčnega knjigovodstva in odpravo nepotrebnih administrativnih ukrepov [6]. Ukrepi države so korak v pravo smer, vendar premalo gradijo na temeljiti in nujni prenovi celotne neučinkovite državne birokracije, ki predstavlja največjo oviro v poslovanju podjetij. Tako bi morali biti ukrepi na področju prenove celotne neučinkovite državne birokracije bolj povezani in usmerjeni v začetek reforme v državni birokraciji.

3.8 Infrastruktura

Uspeh Silicijeve doline zaznamujejo tudi start-up podjetja, ki razvijajo inovativne ideje in prinašajo visoko dodano vrednost ter se razvijajo v svetovne multinacionalke. Z razvojem podpirne infrastrukture, še posebej z izgradnjo mreže tehnoloških parkov, ki so namenjeni razvoju visokotehnoloških podjetij, so tudi slovenska podjetja dobila ustrezne pogoje za razvoj takšnih podjetij. Tehnološki parki niso le parki posameznih visokotehnoloških podjetij, ampak tudi sinergično okolje, kjer delujejo istomisleči podjetniki s ciljem, uspeti z idejo. Kljub temu, da tehnološki parki nudijo podjetjem dobre osnovne pogoje za razvoj inovativnih idej, se podjetja srečujejo z omejenim dostopom do skladov tveganega kapitala, ki je osnovni pogoj za uspeh start-up podjetij.

MVZT ocenjuje, da ima Slovenija razvito široko podjetniško-inovacijsko infrastrukturo, ki pa se srečuje s preveliko razdrobljenostjo in premajhno povezanostjo. Tako mora Slovenija graditi na odprti infrastrukturi, ki bo omogočala krepitev inovativnosti in podjetništva. V sklopu tega država predvideva posodobitev in povezovanje mrež podpornih subjektov. Kot pomemben dejavnik uspeha inovativnih podjetij ocenjuje tudi dostop do kapitala za inovativna podjetja in s tem razvoj skladov tveganega kapitala [12].

Pozitiven ukrep države je zavedanje, da bo potrebno začeti z razvo-

jem skladov tveganega kapitala, ki je eden osnovnih pogojev za uspeh start-up podjetij, saj trenutno uspeva večino najuspešnejših slovenskih start-up podjetij s tujim tveganim kapitalom. S tem se bo izboljšalo tudi delovanje tehnoloških parkov, ki predstavljajo pomembno podporo okolje za takšna podjetja. S posodobitvijo in povezovanjem mrež podpornih subjektov se predvideva tudi večje povezovanje raziskovalnih inštitucij z majhnimi podjetji. Takšno sodelovanje bi se moralo nadgraditi z vključitvijo raziskovalnih inštitucij v delovanje tehnoloških parkov, saj bi se tako vzpostavilo sodelovanje med podjetji in raziskovalno sfero že v začetku delovanja podjetij in bi se s tem zmanjšal tudi problem pomanjkanja sodelovanja med podjetji in akademsko sfero.

4 Zaključek

Pot od ideje do dejanskega razvoja območij kot sta Silicijeva dolina in Bangalore ni enostavna, saj je pri tem potrebno upoštevati tako ključne sistemske dejavnike kot tudi gospodarske, družbene, socialne in kulturne razlike med državami. To prikazuje Bangalore, ki ga odlikujejo zelo podobni sistemski dejavniki kot Silicijeva dolina kljub drugačni zgodovini razvoja. Med ključne sistemske dejavnike lahko uvrstimo zupanje v podjetništvo, inovacije novih tehnologij, visoko usposobljene kadre, podpirno infrastrukturo in inštitucije, bližino izobraževalnih in raziskovalnih ustanov in razpoložljivost kapitala iz zasebnih virov tveganega kapitala. Ustvarjanje pogojev za uspešen prenos modela Silicijeve doline in razvoj ključnih sistemskih dejavnikov postavlja Slovenijo pred veliko odločitev, tesno povezano z njeno zmožnostjo, ali bo začela spreminjati sistemske dejavnike, ki so nujni za prestrukturiranje dela gospodarstva in nastajanje visokotehnoloških in inovativnih podjetij, ali pa bomo le nemo spremljali na eni strani propadanje podjetij, na drugi strani pa uspehe slovenskih podjetij, ki razmišljajo o umiku iz Slovenije. Pomembno vlogo pri tem nedvomno ima država, ki bo morala poskrbeti za ureditev delovnoprav-

ne in davčne zakonodaje, ustvariti razmere za odprt bančni sistem, ki bo v podporo podjetjem, odpraviti neučinkovitost državne birokracije, spodbuditi izgradnjo podporne infrastrukture in s tem podjetjem ponuditi prijazno, svobodno in odprto podjetniško okolje, kjer lahko vsakdo uspe z dobro in inovativno idejo. Slovenija sicer ima nekatere potencialne, potrebne za vzpostavitev slovenske Silicijske doline, vendar je od vizionarskih želja posameznikov do realnosti še dolga pot.

Viri

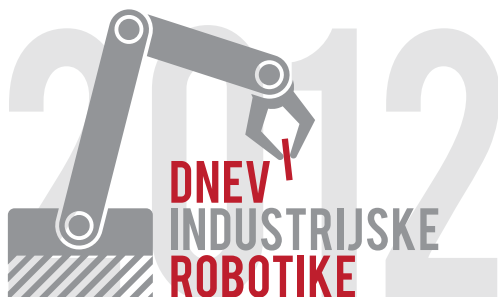
- [1] Cook, I., Joseph, R.: Rethinking Silicon Valley: New Perspectives on Regional Development, Prometheus, 2001, letn. 19, št. 4, str. 377-393.
- [2] Khanna, D. M.: The rise, decline, and renewal of Silicon Valley's high technology industry, Garland Publishing, New York and London, 1997.
- [3] Stremlau, J.: Dateline Bangalore: Third World Technopolis, Foreign Policy, 1996, letn. 102, str. 152-168.
- [4] Stres, Š., Trobec, M., Podobnik, F.: Raziskava o stanju inovacijske dejavnosti v Sloveniji s predlogom aktivnih ukrepov za spodbujanje konkurenčnosti in inovativnosti v slovenskem gospodarstvu, Javna agencija RS za podjetništvo in tuje investicije, Ljubljana, 2009.
- [5] Rebernik, M., Tominc, P., Pušnik, K.: Slovensko podjetništvo v letu krize: GEM Slovenija 2009, Ekonomsko-poslovna fakulteta, Maribor, 2010.
- [6] Konkurenčnost slovenskega gospodarstva – pregled stanja in ukrepi za izboljšanje, (<http://data.si/userfiles/data.si/dokumenti/Pdf%20dokumenti%20za%20objavo%20%28listine,%20zakoni,%20uredbe%20ipd%29/Konkuren%C4%8Dnost%20slovenskega%20gospodarstva%20-%20pregled%20stanja%20in%20ukrepi%20za%20izbolj%C5%A1anje.pdf>).
- [7] Dragoš, S., Ignjatović, M., Jaklič, M., Hribernik, A., Likar, B., Stanojević, M., Vehovar, U.: Neosocialna Slovenija. Smo lahko socialna, obenem pa gospodarsko uspešna družba?, Univerzitetna založba Annales, Koper, 2010.
- [8] Innovation Union Scoreboard 2010, Pro Inno Europe (http://ec.europa.eu/research/innovation-union/pdf/iu-scoreboard-2010_en.pdf).
- [9] The Global Competitiveness Report 2010–2011, World Economic Forum (http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2010-11.pdf).
- [10] Doing Business 2011, World Bank (<http://www.doingbusiness.org/reports/global-reports/doing-business-2011>).
- [11] Sukič, S.: Možnosti za nastanek Silicijske doline v Sloveniji, Fakulteta za management Koper, Koper, 2011.
- [12] Resolucija o raziskovalni in inovacijski strategiji Slovenije 2011–2020, (<http://www.uradniklist.si/1/content?id=103975>).
- [13] Referenčni model inoviranja – zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta, (<http://sicris.izum.si/search/prj.aspx?lang=slv&id=5725>).
- [14] The Rise of Silicon Valley, (http://www.stanford.edu/about/history/history_ch3.html).
- [15] Heitzman, J.: Corporate Strategy and Planning in the Science City: Bangalore as 'Silicon Valley'. Economic and Political Weekly, 1999, letn. 34, št. 5, str. PE2-PE11.
- [16] Silicon Valley map (<http://bcc.hitsz.edu.cn/wordpress/jasonleakey/2011/07/%E7%A1%85%E8%B0%B7%E7%9A%84it%E4%BC%81%E4%B8%9Asilicon-valley-map/>).

Can Slovenia become Silicon Valley of Europe?

Abstract: The article describes the review of key factors in the area of high technological entrepreneurship development in Slovenia in comparison with Silicon Valley (USA) and Bangalore region (India). This review focuses especially on the key factors accountable for the development of Silicon Valley and Bangalore region. The factors also represent obstacles for the development and stimulation of innovativeness in Slovene high technological entrepreneurship at the same time. The review indicated relatively poorly developed high technological entrepreneurship in Slovenia, with an exception of some enterprises. Strategic documents of Slovenia show thinking in the right direction. However, it is still long way for Slovenia to become a high technology entrepreneurship friendly country.

Keywords: Innovativeness, Slovenian development and innovativeness strategy (RISS), entrepreneurship, Silicon Valley, Bangalore





MOTOMAN

A YASKAWA COMPANY

26.-30.MAREC | WWW.DNEVIROBOTIKE.SI

Od 26. do 30. marca 2012 študentje robotike s Fakultete za elektrotehniko v Ljubljani organiziramo tradicionalni dogodek »DIR2012 – Dnevi industrijske robotike 2012«. Dogodek je namenjen predvsem študentom, dobrodošli pa so tudi ostali obiskovalci vseh generacij.

V ponedeljek, 26. marca 2012, bodo predavali fakultetni in vabljeni strokovnjaki s področja robotike. Tematika predavanj bo zajemala tako osnove robotike (prof. dr. Tadej Bajd), kot tudi napredek v industrijskih aplikacijah (g. Marjan Brezarič, Hella Saturnus in g. Marjan Adamič, Unior).

V naslednjih treh dneh bodo dopoldneve zaznamovale ekskurzije fakultet in srednjih šol iz različnih delov Slovenije, v popoldanskih urah pa se bodo lahko študentje od bližje spoznali s posameznimi roboti in rešili v naprej zastavljeno nalogo. Na voljo bo 9 različnih aplikacij, med katerimi bodo zagotovo najbolj zanimive peka palačink, vodenje robota s pomočjo Kinecta, robotski hokej, sestavljanje sestavljanke in seveda maskota lanskega DIR-a humanoidni robot NAO, ki bo letos ločeval odpadke.

V petek se bomo odpravili na strokovno ekskurzijo. Najprej se bomo odpeljali v Zreče v podjetje Unior, ki v svojih aplikacijah uporablja več kot 50 robotov. Nato nam bodo v bolnišnici v Celju predstavili kirurški robotski sistem da Vinci, s katerim s pomočjo haptike opravljajo operacije.

Novost letošnjega DIR-a bo tekmovanje **Robot Challenge**, ki bo potekalo med omejenim številom ekip. Prvi dan bomo prijavljenim ekipam predstavili programski simulacijski paket podjetja ABB RobotStudio, v katerem lahko uporabnik načrta celotno robotsko aplikacijo in jo nato prenese na robota. Zastavili bomo nalogo, ki jo bodo s pomočjo pridobljenega znanja s predhodnega predavanja ekipe tekmovalcev doma skušale rešiti v enem tednu. Najboljše ekipe bomo na koncu nagradili z bogatimi nagradami.

Program in informacije so na voljo na spletnem naslovu. Na vse delavnice se je potrebno prijaviti. Udeležba je brezplačna.

Ekipa DIR2012



26. 03.	Predstavitve in predavanja
27. 03.	
28. 03.	Aplikacije
29. 03.	
30. 03.	Ekskurzija

Ionske tekočine – hidravlične tekočine prihodnosti

Milan KAMBIČ, Darko LOVREC

Razvojni inženirji si zelo prizadevajo, porabljajo veliko časa in sredstev, da bi našli hidravlično tekočino, ki bi bila blizu idealni hidravlični tekočini. Med drugim bi tako morala biti negorljiva, netoksična, imeti odlične mazalne lastnosti, temperaturno neodvisne fizikalno-kemijske lastnosti itd.

V prispevku bo predstavljena povsem nova vrsta hidravlične tekočine, ki je glede na odlične lastnosti najprimernejši kandidat za idealno tekočino bodočnosti. To je tekočina iz skupine ionskih tekočin. Ionske tekočine so staljene soli, ki vzbujajo posebno pozornost med drugim zaradi zanemarljivega parnega tlaka, širokega tekočega območja, termične stabilnosti tudi pri visokih temperaturah, visoke topnosti polarnih in nepolarnih organskih in anorganskih substanc, zanimivih od narave kationov in/ali anionov odvisnih lastnosti solvacije in koordinacije. Te edinstvene lastnosti jih delajo zelo privlačne še zlasti za aplikacije na področju zelene kemije. Med številnimi možnimi uporabami ionskih tekočin, ki so omenjene v literaturi, so: medij za čiste procese ekstrakcije vrste tekočina-tekočina, topila za elektrokemične aplikacije, katalitični kreking polietilenov, polimerizacija radikalov, tehnologije nanomaterialov in hidravlična tekočina.

■ 1 Uvod

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

ljamo veliko časa in sredstev, da bi našli hidravlično tekočino, ki bi bila blizu idealni hidravlični tekočini. Med drugim bi tako morala biti negorljiva, netoksična, imeti odlične mazalne lastnosti, temperaturno neodvisne fizikalno-kemijske lastnosti itd.

V nadaljevanju bo sledila predstavitev povsem novih vrst tekočin, katerih delež uporabe bi se zaradi opisanih prednosti v prihodnosti lahko zelo povečal in jih zaradi tega lahko na podlagi dosedanjih posamičnih odličnih lastnosti označimo kot hidravlične tekočine prihodnosti.

■ 2 Ionske tekočine

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

superiorna in blizu idealni, da bi izpodrinila vse ostale. Vsekakor pa lahko opozorimo na ionske tekočine, ki jim bo kot popolnoma novim potencialnim hidravličnim tekočinam v nadaljevanju dan največji poudarek.

2.1 Kaj so ionske tekočine?

Najprej pojasnimo izraz »ionske tekočine«. Poenostavljeno bi lahko dejali, da so ionske tekočine tekoče oziroma staljene soli. V širšem pomenu ta pojem pomeni vse staljene soli, na primer natrijev klorid pri temperaturah višjih od 800 °C. Vendar se danes izraz »ionska tekočina« uporablja za soli z relativno nizkim tališčem. Uveden je bil z namenom, da bi z njim pokrili soli s tališči pri temperaturah pod 100 °C. Eden od razlogov je bil, da bi se izognili besedam »staljena sol« v izrazih, kot je »temperatura okolice staljenih soli«, drugi ustvariti vtis hladnosti, tretji pa morda name-ra po patentiranju [1]. Ionska tekočina »je sestavljena v celoti iz ionov (staljen natrijev klorid; medtem ko je NaCl v vodi zgolj vodna raztopina ionov). Prej so to imenovali talina soli,

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



prva hidravlična tekočina:
voda

danes navadno v uporabi:
olja na mineralni osnovi

nova priložnost:
ionske tekočine – IL

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

kar daje predstavbo o delu pri visokih temperaturah, z visoko viskoznim in korozivnim medijem« [2].

Ionske tekočine s tališčem pri temperaturi okolice so sestavljene iz obsežnih in asimetričnih organskih kationov, kot so 1-alkil-3-metilimidazolij, 1-alkilpiridinj, 1-metil-1-alkilpirolidinij ali amonijevi ioni. Uporabljamo številne anione, od enostavnih halidov, ki znižujejo visoke temperature tališča, do anorganskih anionov, kot so tetrafluorborati in heksafluorofosfati, ter do obsežnih organskih anionov, kot so bis(trifluorosulfonil)amidi, triflati ali tosilati [3]. Primer prikazuje *slika 2*.

Kationi (običajno organski) in anioni (običajno anorganski) v ionskih tekočinah so formulirani tako, da nastale soli težko kristalizirajo. Ionska tekočina je zato tekoča v širokem temperaturnem območju [3].

Pomembna značilnost ionskih tekočin je možnost prilagajanja njihovih fizikalnih in kemijskih lastnosti s spreminjanjem narave aniona in kationa. Število možnih kombinacij je ekstremno visoko in zaradi tega naj bi bilo možno »prikrojiti« najboljšo ionsko tekočino za vsak primer uporabe.

2.2 Prednosti ionskih tekočin

Osnovne prednosti ionskih tekočin so naslednje:

- praktično nimajo parnega tlaka,
- niso vnetljive,
- visoka termična in mehanska stabilnost,
- široko območje tekočega stanja,
- električna prevodnost,
- visoka elektrokemična stabilnost.

2.3 Lastnosti ionskih tekočin

V nadaljevanju bodo поблиže predstavljene tiste najpomembnejše lastnosti tekočine, ki so pomembne z vidika njene uporabe kot hidravlične tekočine.

2.3.1 Tališče

Kaj razlikuje »ionsko tekočino« od staljene soli? V točki 2.1 je bilo že omenjeno, da se izraz ionska tekočina danes uporablja za soli z nizkim tališčem, običajno pod 100 °C ali celo pod temperaturo okolice. Vendar pa je bistvena razlika med ionskimi tekočinami in konvencionalnimi staljenimi solmi ta, da ionske tekočine najpogosteje vsebujejo organske katione. To omogoča ustrezno razlikovanje brez skrbi, da bi nekatere staljene soli lahko imele nižja tališča kot nekatere ionske tekočine [4].

Tekoče območje je pri ionskih tekočinah lahko veliko širše kot pri običajnih molekularnih topilih. Voda je na primer tekoča v območju 100 °C (0 do 100 °C), diklormetan pa v ob-

močju 135 °C (–95 do 40 °C). Na spodnjo temperaturno mejo zgojitve (bodisi kristalizacijo ali osteklenitev) vplivata struktura in interakcija med ioni. Ionske tekočine, v celoti sestavljene iz ionov in z relativno šibkimi pari ion-ion (v primerjavi s staljenimi solmi), nimajo parnega tlaka oziroma je ta pod mejo detekcije. Za razliko od molekularnih topil je zgornja meja tečenja ionskih tekočin običajno določena s temperaturo termične razgradnje, ne pa s temperaturo izparevanja.

Temperature prehoda trdno-tekoče so pri ionskih tekočinah lahko (idealno) pod temperaturo okolice in celo do –100 °C. Najbolj učinkovita metoda za določanje temperature prehoda je diferencialna dinamična kalorimetrija (DSC = Differential Scanning Calorimetry).

Na tališče ionskih tekočin vpliva velikost ionov, in sicer tako anionov kot tudi kationov (v splošnem večji ioni znižujejo tališče), poleg tega pa tudi simetrija kationov (naraščajoča simetrija višja tališča in obratno) in stopnja razvejenosti verig (pri bolj razvejenih verigah so tališča višja).

Kationi	Anioni
	Cl^{\ominus} Br^{\ominus} TsO^{\ominus} BF_4^{\ominus} PF_6^{\ominus} CN^{\ominus} N_3^{\ominus} TfO^{\ominus} $\text{Tf}_2\text{N}^{\ominus}$ $(\text{CN})_2\text{N}^{\ominus}$ AcO^{\ominus} $\text{CF}_3\text{CO}_2^{\ominus}$ NO_3^{\ominus} ClO_4^{\ominus} FeCl_4^{\ominus} AlCl_4^{\ominus} $\text{Al}_2\text{Cl}_7^{\ominus}$ $\text{TiCl}_6^{2\ominus}$ $\text{Alkyl}^{\ominus}\text{F}\text{BF}_3^{\ominus}$ $(\text{Alkyl}^{\ominus})_3\text{PF}_3^{\ominus}$

Slika 2. Različni kationi in anioni, prisotni v ionskih tekočinah [3]

2.3.2 Viskoznost

Glede viskoznosti poznamo dve široki skupini tekočin, in sicer newtonske in nenevtonske. Newtonske tekočine imajo konstantno viskoznost ne glede na to, kakšna je strižna napetost, pri nenevtonskih pa se s spremembo strižne napetosti viskoznost poveča ali pa zniža. Čiste tekočine z nizko molekularno težo so primeri newtonskih tekočin, polimeri, koloidne suspenzije in emulzije pa nenevtonskih tekočin [7]. Doslej so raziskovalci ionske tekočine obravnavali kot newtonske tekočine. Objav, ki bi obravnavale ionske tekočine kot nenevtonske, zaenkrat ni. Res pa je, da v smeri iskanja nenevtonskih ionskih tekočin doslej tudi ni bilo veliko vloženega truda.

Viskoznost ionskih tekočin lahko merimo z enim od treh viskozimetrov: s padajočo kroglico, kapilarnim ali rotacijskim. Najpogosteje uporabljamo kapilarne, in sicer zaradi nižje cene in relativne enostavnosti uporabe, medtem ko nam rotacijski viskozimetri potencialno lahko omogočajo sklepanje o newtonskem obnašanju ionskih tekočin.

Tako kot je izredno veliko število možnih ionskih tekočin, tako se tudi njihove viskoznosti lahko zelo razlikujejo. Podobno kot pri mineralnih oljih ima temperatura tudi pri številnih ionskih tekočinah močan vpliv na viskoznost. V dosedanjih raziskavah se je pokazalo, da imajo kontaminanti, predvsem voda (tudi majhna količina iz okoliškega zraka), zelo velik vpliv na izmerjene viskoznosti. Primerjave viskoznosti različnih ionskih tekočin, ki jih lahko najdemo v literaturi, so zato tvegane in nezanesljive.

2.3.3 Gostota

Gostota je za merjenje verjetno najbolj nezahtevna in nedvoumna fizikalna lastnost ionskih tekočin. V primeru, da razpolagamo s kvalitetno analitično tehtnico in volumetrično stekleno posodo, gostoto ionske tekočine lahko merimo gravimetrično (torej s tehtanjem vzorca). Navajane gostote ionskih tekočin so v razponu

med 1,12 in 2,4 g/cm³. Vpliv temperature na gostoto je bistveno manjši kot na primer na viskoznost. Podobno velja tudi za vpliv kontaminantov. Zadnje raziskave kažejo, da je vpliv kontaminantov na gostoto linearno odvisen od njihove vsebnosti. Sicer pa na gostoto ionskih tekočin najbolj vpliva njihova kemijska sestava.

2.3.4 Stisljivost

Stisljivost ima pomembno vlogo pri hidravličnih aplikacijah. Nizka stisljivost hidravlične tekočine omogoča visoke izkoristke strojev, ki obratujejo pri visokih tlakih. Iz preglednice 1 je razvidno, da je stisljivost ionskih tekočin v splošnem nižja kot pri mineralnih hidravličnih oljih in lahko celo nižja kot pri vodi [5].

Nizka stisljivost ionskih tekočin je izredno zanimiva na primer pri membranskih črpalkah in hidravličnih preizkuševalnih napravah z visoko frekvenco obremenjevanja, kjer s pulzirajočimi obremenitvami povzročamo utrujanje materiala. Zaradi nizke stisljivosti so možne višje frekvence obremenjevanja. Razen tega nizka stisljivost povzroča v delovanju hidravlične naprave še celo vrsto drugih pojavov.

Preglednica 1. Stisljivost ionskih tekočin v primerjavi z vodo in klasičnim hidravličnim oljem

Hidravlična tekočina	K [Pa ⁻¹]	Izguba volumna na 10 MPa [%]
Ionska tekočina 1	3,4 · 10 ⁻¹⁰	0,34
Ionska tekočina 2	3,1 · 10 ⁻¹⁰	0,31
Ionska tekočina 3	4,0 · 10 ⁻¹⁰	0,40
Ionska tekočina 4	4,5 · 10 ⁻¹⁰	0,45
Ionska tekočina 5	5,0 · 10 ⁻¹⁰	0,50
Ionska tekočina 6	3,2 · 10 ⁻¹⁰	0,32
Hidravlično olje	1,0 · 10 ⁻⁹	1,00
Voda	5,0 · 10 ⁻¹⁰	0,50

2.3.5 Termična stabilnost in vnetljivost ionskih tekočin

Termična stabilnost je ključna zahteva za obratovalno tekočino v procesnih strojih. Ionske tekočine imajo velik potencial, saj so termogravimetrične analize in dolgi trajnostni testi pri visokih temperaturah in tlakih pokazali, da ima veliko tekočin viso-

ko termično stabilnost do temperatur med 250 in 400 °C. Zato jih že uporabljamo kot tekočine za prenos toplote v toplotnih izmenjevalnikih. Tako kot pri ostalih lastnostih ima tudi na termično stabilnost velik vpliv kemijska sestava ionov, medtem ko tlak praktično nima vpliva na to lastnost. Tudi testi vnetljivosti so potrdili visoko termično stabilnost ionskih tekočin, saj v splošnem niso nagnjene k vžigu [5]. Glede na to termična stabilnost ionskih tekočin ni omejujoč dejavnik v strojogradnji. Potrebno pa je izbrati tekočino, ki ustreza namenu uporabe.

2.3.6 Kemijska stabilnost

Kemijska stabilnost obratovalne tekočine je zelo pomembna z varnostnega vidika. Značilen primer je uporaba ionske tekočine za mazanje kisikovih kompresorjev, ki sicer zaradi nevarnosti eksplozije obratujejo brez maziva. Testiranje nekaterih ionskih tekočin pri tlačnih impulzih kisika v višini 300 bar in pri visokih temperaturah do 250 °C je pokazalo, da je stabilnost ionskih tekočin zelo odvisna od kemijske strukture. Nekaterne ionske tekočine so močno reagirale s kisikom, druge pa so bile popolnoma inertne in potemtakem

varne. To je moč razložiti s kemijsko strukturo ionov in njihovo termično stabilnostjo. Daljše stranske verige ionov povečujejo nagnjenost k reakciji s kisikom [5].

2.3.7 Sposobnost mazanja

Mazalne lastnosti ionskih tekočin so doslej testirali že velikokrat na

različne načine. Pokazalo se je, da so v večini primerov boljše kot pri konvencionalnih mazivih. To lahko razložimo z dejstvom, da imajo ionske tekočine edinstveno dipolarno strukturo, ki jim omogoča lahko adsorpcijo na drsne površine strojnih delov v kontaktu. Posledično pride do tvorbe učinkovitega mejnega filma, ki zmanjšuje trenje in obrabo. To še posebno velja pri nižjih kontaktnih tlakih ali večjih površinah.

2.4 Uporaba ionskih tekočin v industriji

Možnosti uporabe ionskih tekočin, ki jih prikazuje *slika 3*, so zelo raznolike. Vseh niti še ne poznamo.

Predvsem v zadnjem desetletju so se začele številne raziskave in razvoj ionskih tekočin za posamezna področja uporabe, precej je pilotnih projektov, v nekaterih primerih pa je že prišlo do komercialne uporabe. Precej raziskav poteka tudi na področju uporabe ionskih tekočin kot maziva, manj pa trenutno na področju njihove uporabnosti kot hidravlične tekočine.

2.5 Ionske tekočine kot hidravlične tekočine

Ionske tekočine so zaradi številnih dobrih lastnosti, naštetih v točki

2.2, idealni kandidati za nova maziva, primerna za uporabo v težkih pogojih, kjer konvencionalna olja in masti ali trdna maziva odpovejo. Nekaj študij s tega področja je bilo doslej že opravljenih. Da bi našli primerno ionsko tekočino za uporabo v pogojih, kot so na primer visok vakuum, ekstremne temperature in visoki tlaki, je potrebno testirati veliko število ionskih tekočin pri različnih pogojih. Doslej so pri testiranjih pogosteje uporabljali reaktivne ionske tekočine kot aditiv, same pa zaradi nevarnosti tribokorozije (predvsem v primeru ionskih tekočin z vsebnostjo fluorina) redkeje. Sinergijski učinek in dolgoročno stabilnost teh zmesi je potrebno še raziskati [7]. Za komercialno uporabo bodo morale ionske tekočine izpolniti dodatne zahteve, kot so sprejemljiva cena, stabilnost, netoksičnost in neškodljivost za okolje.

2.6 Prijaznost ionskih tekočin do zdravja ljudi in okolja

Ionske tekočine so pogosto povezane z besedo »zelen«. Ena od napovedi privzema, da je teoretično možno do 10¹⁸ takšnih snovi. Skoraj nemogoče je, da bi vse snovi iz tako široke palete lahko šteli kot zelene

[8]. Zato obstajajo ali bodo obstajale ionske tekočine, ki jih lahko zaužijemo, in druge, ki so toksične za okolje, biološko niso razgradljive ali so celo trajne.

Med potencialnimi hidravličnimi tekočinami je torej potrebno izbrati takšne, ki pri namenski uporabi ne bodo predstavljale nevarnosti za zdravje ljudi ali za okolje.

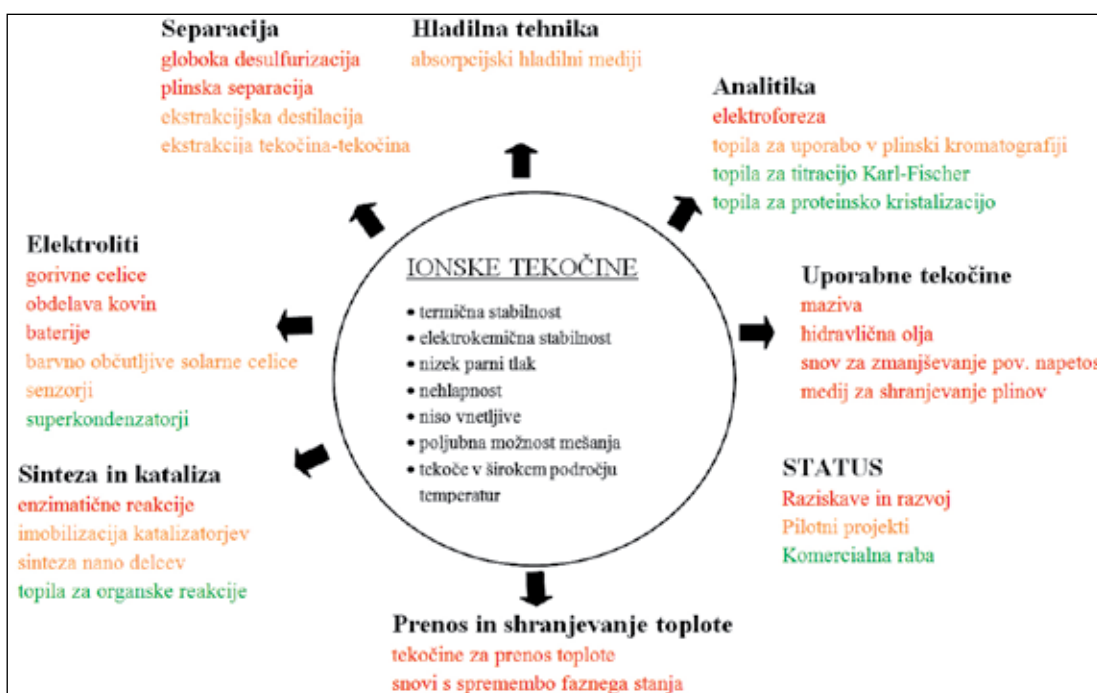
3 Zaključek

Zaradi težnje po poenotenju, izboljšavi posameznih fizikalno-kemijskih lastnosti, zmanjšanju nevarnosti za okolje in zdravje ljudi, je stalno prisotno iskanje boljše, perfektno hidravlične tekočine.

V prispevku so bile opisane ionske tekočine, ki jih lahko označimo kot hidravlične tekočine prihodnosti. Ionske tekočine predstavljajo ogromno množico tekočin, ki se v zadnjih letih že uspešno uporabljajo na nekaterih področjih industrije, ne pa še v vlogi hidravličnih tekočin. Raziskave o primernosti ionskih tekočin za uporabo v hidravličnih sistemih še potekajo, na praktično uporabo in potrditev dobrih obetov z drugih področij industrije pa še čakamo.

Literatura

[1] Johnson, K.: What's an Ionic Liquid?; The electrochemical society interface (2007), Spring, str. 38–41.
 [2] Marković, S.: Ionske tekočine: seminar, 2006, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Ljubljana.
 [3] Laus, G., Bentivoglio, G., Schottenberger, H., Kahlenberg, V., Kopačka,



Slika 3. Potencialna področja uporabe ionskih tekočin [6]

- H., Röder, T., Sixta, H.: Ionic liquids: Current developments, potential and drawbacks for industrial applications; Lenzinger Berichte, 84 (2005), str. 71–85.
- [4] Wasserscheid, P., Welton, T.: Ionic liquids in synthesis; 2003, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
- [5] Predel, T., Schlücker, E., Wasserscheid, P., Gerhard, D., Arlt, W.: Ionic liquids as operating fluids in high pressure applications; Chem. Eng. Technol. 30 (2007), šte. 11; str. 1475–1480.
- [6] Reisinger, A.: Contract research & development at Iolitec, Ionic Liquids Today 3 (2007), šte. 4, str. 2–4.
- [7] Bermúdez, M. D., Jiménez, A. E., Danes, J., Carrion, F. J.: Ionic liquids as advanced lubricant fluids, Molecules (2009), šte. 14, str. 2888–2908.
- [8] Schubert, T.: How »green« are ionic liquids?, Ionic Liquids Today 1 (2005), šte. 1, str. 3–3.



Mojstri učinkovitosti energije, opreme in trajnosti

16 ENERGETIKA

Energetika, varčna izraba energije in energetski viri

15 TEROTECH-VZDRŽEVANJE

Vzdrževanje, čiščenje in obnova zgradb

Sejem za tiste, ki skrbijo za ponudbo in osveščanje industrije in posameznikov o pomenu učinkovitega vzdrževanja in uporabe objektov, strojev in resursov za konkurenčnost in dolgo življenjsko dobo.

9 EKO

Ekologija in varovanje okolja

5 VARJENJE IN REZANJE

Tehnologija, oprema in materiali



Celjski sejem
15.–18. maj 2012

SEJMI

za strokovnjake in domače mojstre,
za novosti in inovacije,
za energetske varčnost in okoljsko odgovornost,
za trajnostni razvoj!

Sejemska statistika (v letu 2010):

- več kot 800 razstavljalcev iz vseh celin
- več kot 21.000 obiskovalcev iz držav JV Balkana in držav EU
- več kot 50 aktualnih razprav, svetovanj in tekmovanj





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, dvižne platforme in hidravlina orodja razvije KA svojo polno moč in 700 bar delovnega tlaka. Mobilna ali stacionarna enota je lahko vgrajena stoje ali leže, z eno ali tri faznim napajanjem – odločitev je vaša! Usklajeni motorji, ventili in dodatna oprema iz obsežnega modularnega sistema omogočajo, da agregat KA izpolni vsa vaša pričakovanja. Za več informacij HAWE Hidravlika d.o.o., tel. 03 7134 880.

Solutions for a World under Pressure

HAWE
HYDRAULIK

PARKER HMIX – Elektrohidravlični valji z integriranimi senzorji poti

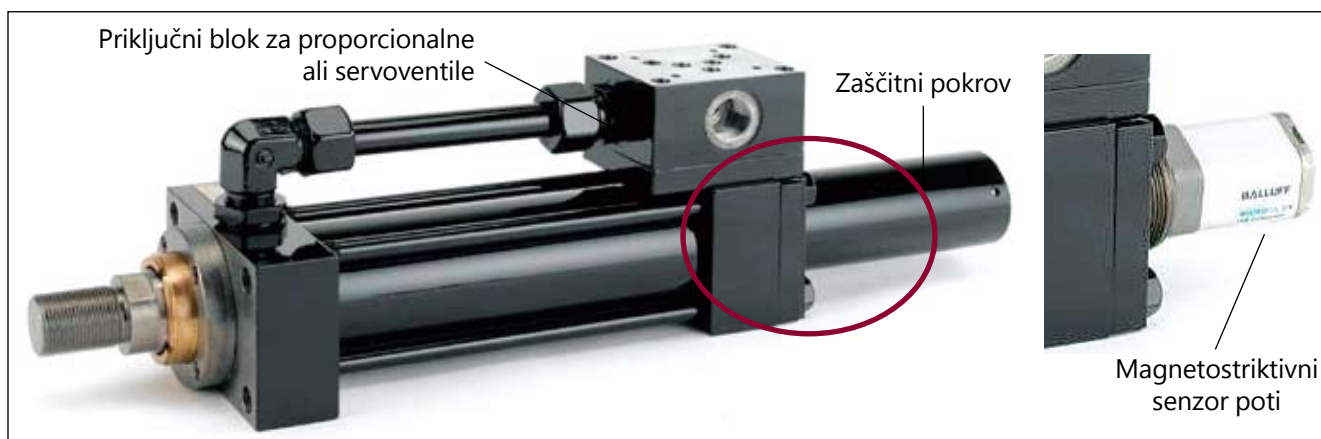
Miha ŠTEGER

Čeprav je hidravlika že dokaj zrela tehnologija, pa se v zadnjem času kaže napredek v razvoju, konkretno na področju integracije elektronskega in digitalnega nadzora hidravličnih pogonov. Razlog za nadgradnjo tradicionalnih hidravličnih naprav v sodobne elektrohidravlične je predvsem v pridobitvi moči, hitrosti in

Rezultat kombinacije lastnosti konvencionalne hidravlike z zmožnostmi natančnosti in nadzora sodobne elektronike je nova tehnologija, ki omogoča širok spekter možnosti izboljšanja funkcionalnosti in učinkovitosti proizvodnih linij, montažne opreme, mobilnih naprav in zagotovitev zahtev v prihodnosti. podlaga

serija elektrohidravličnih valjev Parker HMIX.

Prispevek vsebuje podrobnejšo predstavitev sestavnih delov hidravličnega valja s poudarkom na integriranem magnetostriktivnem senzorju poti, kar je tudi največja posebnost valjev Parker HMIX.



Slika 1. Parker HMIX in magnetostriktivni senzor poti

natančnosti linearnih ter rotacijskih hidravličnih pogonov. Elektrohidravlične naprave prinašajo prednosti tako z ekonomskega kot s tehničnega vidika. Ključni faktor na področju razvoja elektrohidravličnih naprav pa je vsekakor uporaba naprav za merjenje pozicije, kot so senzorji poti, ki so del samega elektrohidravličnega valja. Z novim elektrohidravličnim valjem HMIX dosežemo povečanje produktivnosti, zahvaljujoč boljšemu nadzoru, prilagodljivosti, hitri in enostavni nastavitvi naprave.

Miha Šteger, dipl. inž., Parker Hannifin Corporation, Podružnica v Novem mestu, Slovenija

1 Uvod

V zadnjem času je zaradi velikega povpraševanja po sodobnih rešitvah hidravličnih sistemov ena izmed posledic tudi napredek v razvoju elektrohidravličnih krmilnih naprav v zaprtem tokokrogu.

Hidravlika je od nekdaj imela sloves neprimerljive gostote moči, medtem ko v današnjih časih lahko rečemo, da omogoča tudi natančen in prefinjen nadzor gibanja. Rezultat tega je večja sofisticiranost prvovgradnih sistemov.

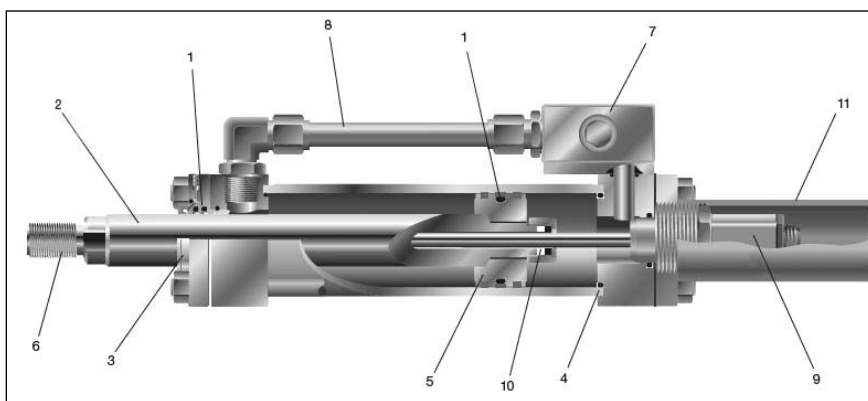
Na področju novosti hidravličnih komponent je predstavljena nova

2 Specifikacije in sestavni deli Parker HMIX

Elektrohidravlični valji Parker HMIX temeljijo na uveljavljeni predhodni seriji HMI in so primerni za delovne tlake do 210 barov. Na voljo so z 8 različnimi notranjimi premeri, in sicer od 40 mm do 200 mm. Za velikosti, večje od 63 mm, so na voljo trije različni premeri batnic. Največji možni gib je lahko tudi do 3 m, odvisno od načina vgradnje. Delovna temperatura se giblje od $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tipični model HMIX obsega hidravlični valj z enostransko batnico, integriran senzor poti, priključni blok in je tako že pripravljen za vgradnjo primerne ventila.



Slika 2. HMIX v kombinaciji s Parkerjevim ventilom in krmilnikom



Slika 3. Sestavni deli HMIX v prerezu

Slika 3 prikazuje HMIX v prerezu, sestavni deli pa so naslednji: tesnila nizkega trenja (poz. 1), ki zagotavljajo gladko in zmogljivo delovanje pri nižjih hitrostih in tlakih, batnica visoke natezne trdnosti iz ogljikovega jekla (poz. 2), z visoko odpornostjo proti udarcem, zamenljiva puša na batnici (poz. 3), tlačno tesnilo ohišja (poz. 4), jekleni bat iz enega kosa (poz. 5), notranji ali zunanji navoj na koncu batnice (poz. 6), fino obdelan jeklen priključni blok (poz. 7), cev in cevni priključki (poz. 8), magnetostriktivni senzor poti (poz. 9), trajni magneti (poz. 10) in zaščitni pokrov iz jekla (poz. 11).

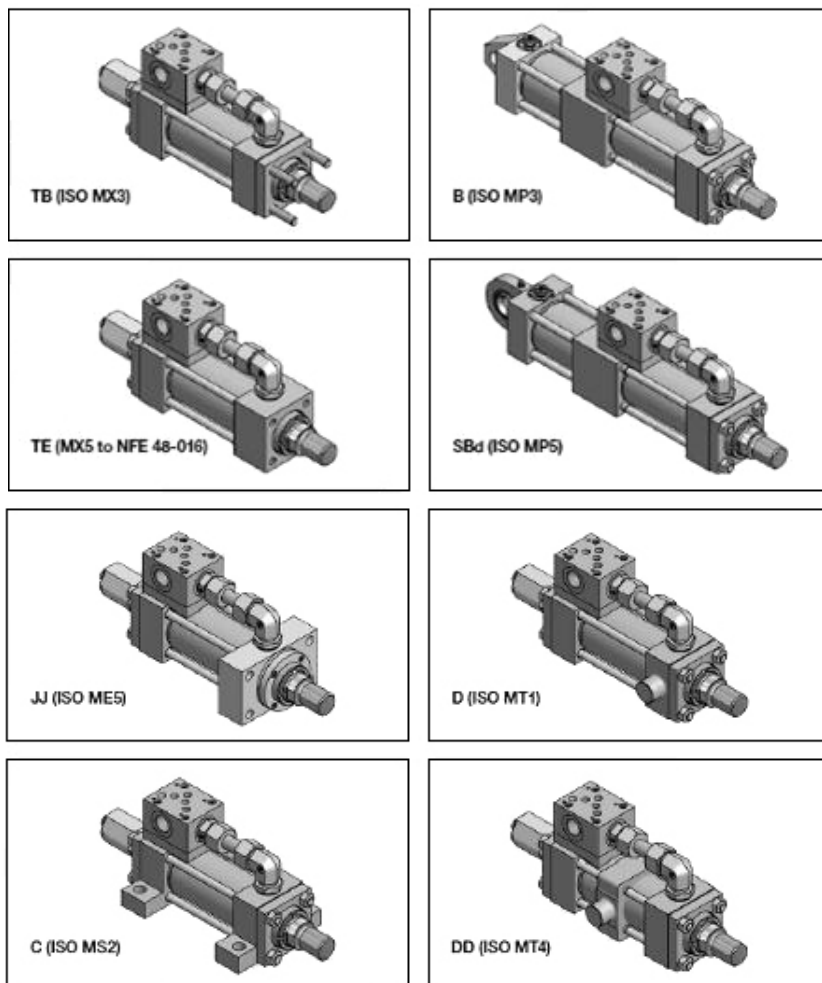
■ 3 Načini vgradnje Parker HMIX

HMIX se po ISO 6020/2 lahko vgradi na 8 različnih načinov.

■ 4 Senzor poti z visoko natančnostjo

Največja posebnost HMIX je zagotovo vgrajen magnetostriktivni senzor poti, ki omogoča neprekinjeno analogno in digitalno povratno in-

formacijo ukazne lege valja, pridobljene iz interakcije dveh magnetnih polj, ki sta pojav trajnega magnetna, ki je pritrjen na bat elektrohidravličnega valja. Linearna natančnost senzorja v analognem načinu je $\pm 50\mu\text{m}$, medtem ko je v digitalnem načinu $\pm 30\mu\text{m}$. K nastanku magnetnih polj pa pripomorejo tudi magnetni impulzi, generirani s strani pretoka, ki tečejo skozi bakreno jedro znotraj cevi, ki poteka po celotni dolžini batnice.



Slika 4. Načini vgradnje Parker HMIX

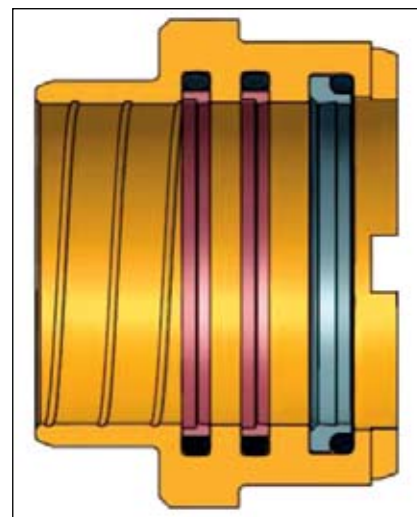
Interakcija obeh magnetnih polj proizvede impulz z vzvojno impulzno preobremenitvijo, ki potuje po valovodni cevi, kjer ga na koncu naprave zazna tuljava. Trajni magnet, ki je na batu, ima vlogo merjenja pretečenega časa od začetka impulznega pretoka do pojava impulzne preobremenitve.

Ta robustna in zanesljiva tehnologija se lahko uporablja tako v zaprtem kot odprtem tokokrogu. Magnetostriktivni senzor poti primarno zago-

■ 5 Vgrajen priključni blok

Fino obdelan jeklen priključni blok in cev s cevnimi priključki omogočata izjemno stopnjo zanesljivosti, in sicer v najtežjih obratovalnih pogojih. Zasnovanost je taka, da zagotavlja optimalno dinamiko pretoka in s tem izboljšanje učinka sistema in hitrosti odziva.

Na priključni blok lahko namestimo širok spekter standardnih industrijskih krmilnih ventilov velikosti NG6,



Slika 7. Tesnilo z ultrazvokom

biro pa je tudi tesnilo z ultrazvokom z oznako LF. Bat je v obeh primerih opremljen s PTFE-tesnilom. Izbira tesnila poteka v kombinaciji z izbiro ventila in krmilnika ter zahtev natančnosti pozicije.

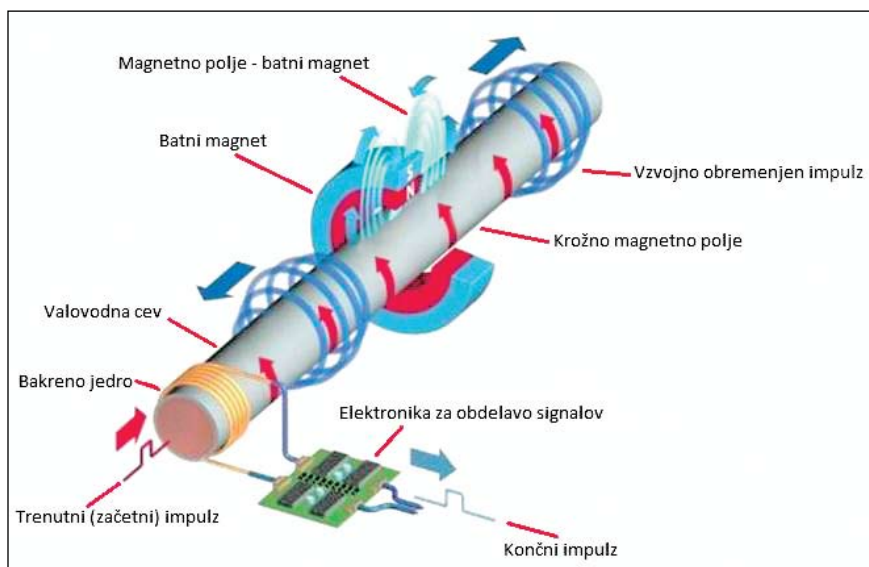
■ 7 Zaključek

Elektrohidravlični valji se uporabljajo v širokem spektru aplikacij. Še posebej so primerni v okolju, kjer se zahteva kompleksna kombinacija pritiska, sile in nadzora. Taka kombinacija je tudi pri obdelovalnih strojih, hidravličnih stiskalnicah, injekcijskem brizganju, v papirni industriji itd.

Glavna prednost elektrohidravličnega valja Parker HMIX je v tem, da predstavlja skupek posameznih enot, ki so združene v eno enoto, kar pripomore k zmanjšanju nabavnih stroškov, poleg tega pa se zmanjšajo tudi čas in stroški montaže.

Literatura

- [1] Parker Hannifin Corporation, Press release New Parker Electro-Hydraulic Cylinders deliver speed, power and precision, April 2011.
- [2] Parker Hannifin Corporation, White paper New Parker Electro-Hydraulic Cylinders deliver speed, power and precision, April 2011.
- [3] Parker Hannifin Corporation, Product Presentation New HMIX Tie Rod Cylinder Series, April 2011.



Slika 5. Magnetostriktivni senzor poti

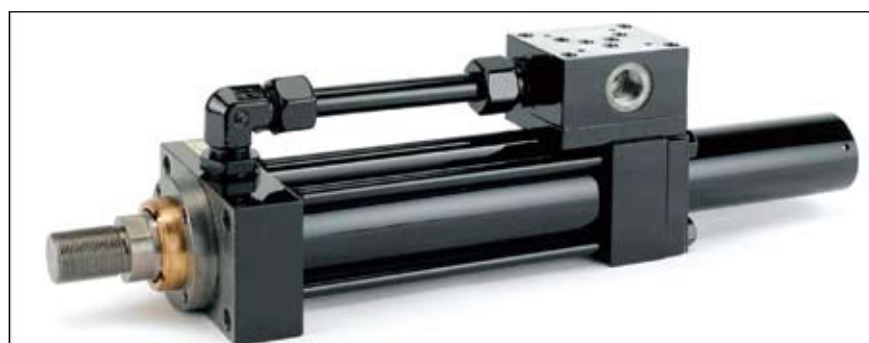
avlja natančne informacije o poziciji, hitrosti oziroma gibalnem nadzoru skozi celoten gib hidravličnega valja, medtem ko je njegova sekundarna funkcija diagnostika naprave.

Kompaktna oblika senzora pravzaprav zanemarljivo vpliva na celotno dolžino elektrohidravličnega valja Parker HMIX.

NG10 in NG16, odvisno od zahtev glede moči in hitrosti posamezne aplikacije.

■ 6 Možnosti tesnjenja

Elektrohidravlični valj HMIX je na voljo z dvema načinoma tesnjenja, in sicer s standardnim tesnilom z nizkim trenjem z oznako PF, na iz-

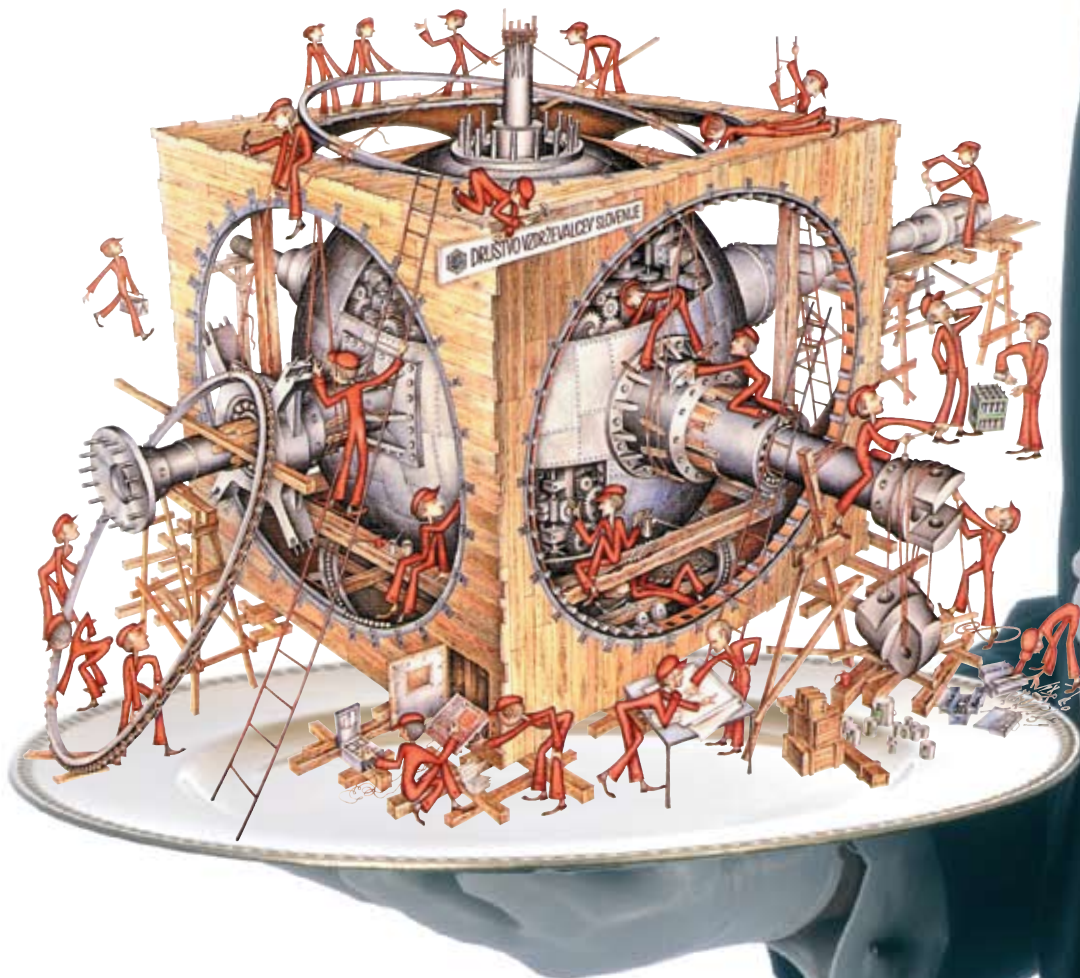


Slika 6. Priključni blok in cev s cevnimi priključki



**DRUŠTVO
VZDRŽEVALCEV
SLOVENIJE**

DVS



NASVIDENJE na

22. TEHNIŠKEM POSVETOVANJU VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE

Otočec, 18. in 19. oktober 2012

www.tpvs.si

Kdaj gibki cevovod namesto kovinske cevi?

Vedenje o tem, kdaj in kje pri hidravlični napravi uporabiti kovinske cevi namesto gibkih cevovodov, vam lahko prihrani zastoje, stroške in nevarnosti.

Kaj imajo dvizne verige, hidravlični akumulatorji in gibki cevovodi skupnega? Samo eno: v zvezi z njimi se pojavlja le ena oblika poškodb – navadno katastrofalnih. V določenem trenutku še normalno delujejo, v naslednjem pa gre lahko že vse narobe.

Gibki cevovodi lahko puščajo ob priključkih in lahko kažejo znake zunanje abrazivne obrabljenosti. Oboje predstavlja opozorilo za pravočasno zamenjavo. Toda takšno stanje ne omogoča realnega ocenjevanja preostanka njihovega zanesljivega trajanja.

Omejitve pri gibkih cevovodih

Poleg dejstva, da imajo omejeno trajnost, ki je poleg tega še težko določljiva, so med gibkimi cevovodi in kovinskimi cevmi pomembne razlike:

- gibke cevi se pod tlakom razširjajo in podaljšujejo. To povzroča porabo dodatne prostornine delovnega medija in podaljšuje časovne cikle delovanja strojev.
- za gibke cevi so značilne omejene temperature delovanja.
- zaradi zahtev po redni zamenjavi se povečuje količina odpadkov.
- gibki cevovodi so dražji.

Kljub tem slabostim se gibki cevovodi uporabljajo za mnoge hidravlične naprave, saj alternativni vodniki v obliki kovinski cevi v mnogih primerih ne omogočajo:

- vgradnje na omejenem prostoru (posebno pri mobilnih strojih),
- medsebojnega gibanja posameznih enot strojev ter
- dušenja hrupa in vibracij.

Poleg tega se gibki cevovodi pogosto uporabljajo tudi nekonvencionalno, ker se lahko vnaprej pripravijo

in vgradijo hitreje kot kovinske cevi. Dodatna dela, povezana s pripravo kovinskih cevi, namreč lahko na prvi pogled pocenijo uporabo gibkih cevi, še posebno, če se zanemari, da se morajo v življenjski dobi stroja večkrat zamenjati. To je napačna ekonomija, podobna tisti, ki pri nakupu stroja upošteva le nabavne stroške in pozabi na dodatne stroške obratovanja in vzdrževanja v skupni dobi trajanja stroja.

Kovinske cevi so hladnejše

Hidravlične kovinske cevi imajo določene prednosti že same po sebi. Ena od teh je boljši prenos toplote, še posebno, če so ustrezno pobarvane. Skupno sevanje toplote objekta je namreč vsota refleksivnosti, emisivnosti in prevodnosti toplote skozi objekt. Z barvanjem hidravličnih kovinskih cevi se njihova refleksivnost zmanjša in poveča njihova emisivnost, kar omogoča boljšo odbojnost toplote (kot je podrobneje opisano v študiji, objavljeni v H & P 5/2000 – <http://by.t.ly/HP509Infrared>).

V določenem primeru se je pokazalo, da je naprava s pobarvanimi cevmi delovala celo pri okoli $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ nižji temperaturi.

Zamenjava gibkih cevovodov

Kljub zanesljivosti kovinskih cevi se pri večini strojev s hidravličnim pogonom in krmiljenjem zaradi razlogov, ki so bili že pojasnjeni, nujno uporabljajo tudi gibki cevovodi, ki pa jih je treba vzdrževati.

Pri zamenjavi je potrebno upoštevati dva vidika: stroške prekinitve obratovanja strojev pri poškodbah / zamenjavi gibkih cevovodov ter možnosti različne obravnave posameznih gibkih cevovodov. Poglejmo konkretni primer:

Pred leti je v nekem rudniku razpoložljivost njihovega odkopnega hidravličnega bagerja zaradi poškodb

gibkih cevovodov padla na 65 %. Podobni problemi so se pojavljali tudi pri njihovi floti tovornjakov. Stroški vzdrževanja so dosegali milijone dolarjev. Odločili so se za uvedbo programske načrtovane zamenjave vseh gibkih cevovodov vsakih 18 mesecev. Kmalu se je razpoložljivost odkopnih bagerjev povečala nazaj na 90 %. Kljub dragim gibkim cevovodom pa so bili stroški njihove zamenjave v primerjavi s stroški zastojev zamenljivi.

Toda pristop je imel veliko slabost: vse vgrajene gibke cevovode je obravnaval enako. Zato jim je ekspert za vzdrževanje priporočil statistično obravnavo zgodovine poškodb, ob pričakovanju, da bo le manjši odstotek gibkih cevovodov dejansko povzročal večino poškodb in zastojev. In res, razpoložljivi podatki so pokazali, da je bilo le 20 % kritičnih gibkih cevovodov vzrok za okoli 90 % vseh zastojev. Oboroženi s temi podatki so program zamenjave lahko optimirali, reducirali nepotrebne zamenjave in zmanjšali stroške zastojev na najmanjše možne vrednosti.

Zaključek

Hidravlični gibki cevovodi in kovinske cevi med seboj načeloma niso zamenljivi. Predstavljajo različna sredstva za različna opravila pri različnih hidravličnih strojih. Imajo omejeno trajnost in navadno ne opozarjajo na možnosti kvarov. So zahtevni za vzdrževanje. Zato naj se uporabljajo le tam, kjer kovinski cevovodi ne pridejo v poštev.

Dodatne informacije dobite na naslovih: bcasey@hydraulicsupermarket.com ali www.hydraulicsupermarket.com.

Vir: Casey, B.: *Hose or tubing – Hydraulics & Pneumatics* 64(2011)11 – str.: 36.

Mag. Anton Stušek,
uredništvo Ventil

Navor – merska veličina, ki je izredno pomembna za optimiranje

Pogoni ladje so lahko učinkoviti in okolju prijazni, če je natančno poznana njihova moč. Pri tem je izredno pomembna precizna tehnika merjenja navora.

Prvo obliko ladij – drevake – so poganjale človeške mišice. To je bilo okolju zelo prijazno. Naslednja stopnja pogona so bila jadra, ki jih je že v oceanskih razsežnostih poganjala moč vetra. In šele razvoj parnega stroja je omogočil plovbo brez upoštevjanja volje vetra. Z druge strani pa spada danes ladijski promet med največje onesnaževalce okolja. 15 velikih tovornih ladij, po trditvah okoljskih strokovnjakov, letno onesnaži okolje z žveplovimi plini enako kot 800 milijonov avtomobilov.

In tukaj je pomembna tehnika merjenja navora, ki je skupaj z vrtilno frekvenco odločujoča veličina pri stopnjevanju učinkovitosti vrtečih se strojev. To še posebej velja za motorje z notranjim zgorevanjem. In to ne samo pri povečevanju učinkovitosti, pri varstvu okolja, ampak tudi pri zmanjševanju pogonskih stroškov. V avtomobilski industriji je zmanjševanje izpustov CO₂ odločujoča motivacija razvijalcem in konstruktorjem za mnoga njihova prizadevanja. Toda velja: nobenega zmanjševanja emisij ni brez ustrezne tehnike merjenja navora. In te izkušnje so povsem prenosljive v ladjedelništvu.

Izhodna moč kot merilo

Učinkovitost ladijskih pogonov zahteva majhno porabo goriva, majhne izpuste škodljivih plinov in plovbi prilagojeno izhodno moč pogonskega stroja. Zato je izhodno moč potrebno zajemati čim bolj natančno. To velja tudi za delitev moči na več pogonskih vej tudi pri spremenljivih obremenitvenih razmerah.



Merilna prirobnica navora HBM T10-FH – vrtljiva izvedba

Za natančno ugotavljanje moči stroja je primeren merilnik navora, ki je integriran neposredno med gnani stroj in pogonski vod. Povezava med navorom, vrtilno frekvenco in močjo je fizikalno poznana. Moč rotirajočega telesa je zmnožek navora in kotne hitrosti. Z nadaljnjimi koraki dobimo razmerja za merjeni navor.

Pri ladjah gre predvsem za velike ladijske vijake, močne gredi in počasi se vrteče pogone. To je posledica omejene vrtilne frekvence ladijskega vijaka. Zato je iz tega izhajajoči navor velik tudi v primeru, če se z gonilom pogonska vrtilna frekvenca poveča. Pri ladijskih pogonih imamo torej večinoma opravka z majhnimi vrtilnimi frekvencami in velikimi do zelo velikimi navori.

Merjeni navori dosegajo vrednosti kilonewtonmetrov do meganewtonmetrov. Takšnim namenom so pri specialistu merilne tehnike HBM kos z njihovo merilno prirobnico tipa T10FH. Izdelujejo se za imenske vrednosti navora do 300 kNm. Po naročilu kupca pa izdelujejo merilne

odjemnike tudi za vrednosti navorov do 1,5 MNm – v vrtljivi in nevrtljivi izvedbi.

Za merjenje navora so na voljo različne izvedbe. Za natančne meritve pri izboljšanju izkoristka so se poleg standardnih merilnih odjemnikov navora uveljavile tudi neposredne meritve z merilnimi trakovi. Vsaka od izvedb ima svoje prednosti in slabosti. V splošnem pa velja, da so normalni merilni odjemniki navora enostavnejši in natančnejši in temeljijo na normalnih izkušnjah iz splošne mehanike. Pri tem ima kratka izvedba merilne prirobnice za merjenje navora velike prednosti prav za ladjedelništvo. Vgrajuje se lahko neposredno v pogonski vod (pogonsko gred), ima pa nekaj slabšo merilno natančnost in je zahtevnejša za kalibriranje.

Sklepne ugotovitve

Globalno sprejeta Mednarodna konvencija o preprečevanju onesnaženja morja z ladij (Marpol) predpisuje postopno znižanje mejnih vrednosti dušika in žveplovih izpustov do leta 2016. Za ta zmanjšanja in zagotovitev okolju primernih pogonov pa je potrebno natančno poznavanje pogonske moči. S tem postaja navor izredno pomembna merilna veličina za optimiranje ladijskih pogonov.

Vir: Schicker, R.: *Aufs Drehmoment kommt's an – Die Messgröße ist enorm wichtig für die Optimierung eines Schiffsantriebs – Fluid 44 (2011) 10 – Spezial Schiffbau 2011 – str. S36*

Mag. Anton Stušek,
uredništvo revije Ventil

Stiskalnica za natiskovanje ležaja s servopogonom IndraMotion MLD

V Domelu so razvili in izdelali stiskalnico s servopogonom IndraMotion MLD za natiskovanje ležaja. Stiskalnica je del montažne linije za izdelavo novega EC-motorja. Montažna linija in vse montažne enote so morale izpolnjevati visoke zahteve kupca pri zagotavljanju kakovosti izdelka. podlaga

Stiskalnica je samostojna in ergonomsko oblikovana montažna enota (slika 1). Za natiskovanje ležaja je uporabljen elektromehanski cilindar Bosch Rexroth EMC63, ki pri natiskovanju omogoča tudi merjenje poti. EMC-cilinder je gnan s servomotorjem MSK 060C in IndraDrive regulatorjem HCS02.1E s PLC-krmilnikom (IndraMotion MLD). Za merjenje sile je bil uporabljen Bursterjev senzor skupaj z ojačevalnikom. Nezaželen poseg v delovno območje v času



Slika 1. Montažno mesto za natiskovanje ležaja

delovanja stiskalnice preprečujejo varnostne zavese.

Za izvajanje kakovostnega procesa in njegov nadzor morajo biti vključene naslednje kontrolne operacije:

- zaznavanje ležaja,
- pravilna orientiranost ležaja,
- merjenje sile natiskovanja,
- merjenje poti natiskovanja ležaja.

Vsi naštetni parametri morajo biti v zahtevanih mejah. Odstopanje pomeni slabo sestavljen izdelek. Enota za sestavljanje mora nepravilen sestav odložiti v izmetni kanal.

Servopogon IndraMotion MLD ima številne prednosti, kot so neposreden in pregleden dostop do vseh funkcij in parametrov, programiranje logike gibanja na osnovi standardnih in dodatnih knjižnic ter fleksibilne možnosti komunikacij preko »on-board« vgrajenih vmesnikov. Vključena je zbirka funkcijskih blokov iz standardov IEC in PLCopen, zbirka funkcijskih blokov in knjižnic, ki so jih razvili uporabniki, procesno orientirani funkcijski bloki ter specifična kombinacija različnih funkcijskih blokov in tehnoloških paketov.

IndraMotion MLD-S, ki je uporabljen za enoosni sistem, ima pomembne lastnosti, kot so inteligentna servoos ali samostojna enoosna logika gibanja, neposreden dostop do vseh parametrov pogona preko sistemskih spremenljivk PLC,

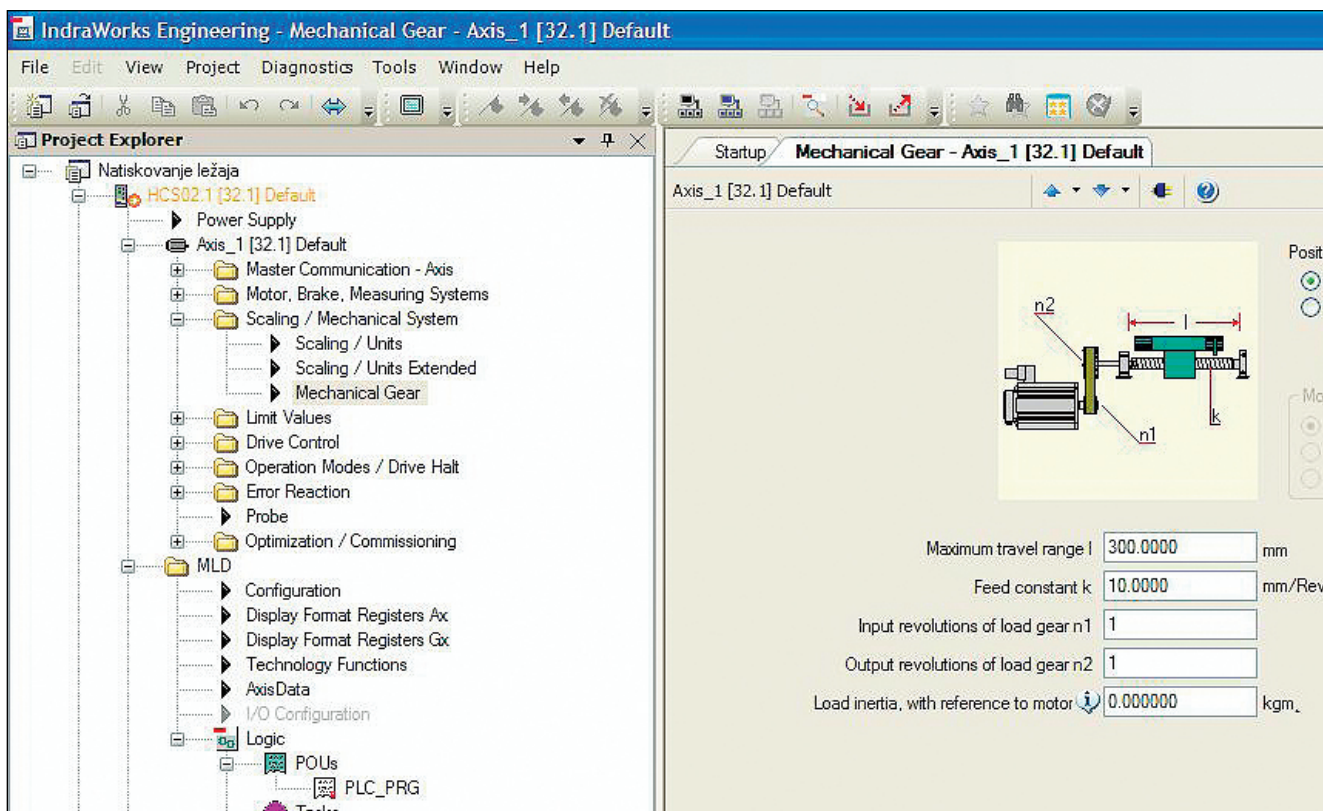
funkcij, funkcijskih blokov ali nastavljenih sinhronih kanalov ter neposreden dostop do analognih vhodov in izhodov pogona.

Za nastavitve parametrov je bil uporabljen program *IndraWorksEngineering*, v katerem se nastavi komunikacijski protokoli, parametri servomotorja in prestavno razmerje za elektromehanski cilindar (slika 2). S tem programom se definirajo digitalni vhodi in izhodi za izmetni kanal, varnostno zaveso ter senzorji prisotnosti in pravilne orientiranosti ležajev. Z analognim vhodom pa je povezan ojačevalnik, na katerega je priključen senzor za merjenje sile.

Za programiranje delovanja stiskalnice je uporabljen program *IndraLogic*, ki vključuje programske jezike IL, LD, FBD, SFC, ST in CFC. Za opisani primer je uporabljen programski jezik FBD, s katerim se določijo funkcijski bloki za samo delovanje stiskalnice ter za meritve sile in poti natiskovanja. Za spremljanje delovanja stiskalnice pa so s programom *VI Composer* dodani na ekran *IndraControl VCP 25* teksti, gumbi in spremenljivke. S tem ekranom, ki je občutljiv na dotik, je mogoč popoln nadzor nad stiskalnico. Spremenljivke, ki vplivajo na delovanje stiskalnice, je mogoče spreminjati, nastavljanje toleranco za merjenje dobrih in slabih kosov, spremljanje njihovo število ter nastavljanje vrednosti sile in poti natiskovanja.

Opisana rešitev se je v proizvodnem procesu izkazala za optimalno, saj povsem izpolnjuje zahteve, ki so bile postavljene ob definiciji ciljev projekta.

Vir: DOMEI, d. d., Otoki 21,
4228 Železniki, tel.: 04 5117 100,
fax: 04 5117 106,
www.domel.si,
brane.cencic@domel.si,
g. Brane Čenčič



Slika 2. Nastavitev parametrov v IndraWorksEngineering




DOMEL[®]

Ustvarjamo gibanje

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

Rexroth

Bosch Group

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

Nudimo:

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

Membranska puhala in difuzorji za male čistilne naprave

Membranska puhala se najpogosteje uporabljajo za prezračevanje malih čistilnih naprav, akvarijev in manjših ribnikov. Prednost v primerjavi z drugimi kompresorji je med drugim tudi tiho in energetsko varčno obratovanje.

Puhalo je zgrajeno iz dveh elektromagnetov, ki sta napajana z izmenično napetostjo frekvence do 50 Hz.



Družina membranskih puhal

Med elektromagnetoma je jedro, ki nosi permanentni magnet in na vsaki strani še membrano. Puhalo z membranama, ki nihata z isto frekvenco, kot je napajalna, črpa zrak iz okolice in ga od sesalnega preko tlačnega ventila potiska k porabniku. Z zamenjavo priključkov deluje puhalo kot vakuumska črpalka. Zahvaljujoč takšnemu principu delovanja ni mehanskega trenja, ni vsebnosti olja, izstopajočega zraka pa ni treba posebej filtrirati.

Bistvene prednosti membranskih puhal so:

- delovanje brez olja,
- dolga življenjska doba,
- tiho delovanje,
- energetska varčnost,
- preprosto vzdrževanje.

Delovni tlak se spreminja, odvisno od modela, ustvariti je mogoče 250

mbar nadtlaka oziroma 150 mbar podtlaka pri volumenskih tokih med 6 in 360 l/min. Zahvaljujoč serijskemu blažilniku vibracij in, odvisno od modela, dušilniku zvoka je nivo hrupa 30–50 dB (A). Serije SV / SLL / EL imajo vgrajeno termično stikalo kot varovalo pri preobremenitvah. Pri seriji EL lahko mikrostikalo prekine dovod električnega toka, če je membrana izrabljena ali pretrgana. Po izbiri se lahko stanje preko signalnega impulza posreduje krmilju, ki lahko obvesti uporabnika ali tehnika. Tako se preprečijo neljube in drage posledice na čistilni napravi. Servisni seti rezervnih delov so univerzalno uporabni znotraj serije puhal in so zaradi življenjske dobe in skladiščenja vakuumsko pakirani. Vsi modeli imajo izolacijski razred »E« in so v skladu s CE-normo.

Primeri uporabe – priprava vode:

- čistilne naprave,
- čiščenje odpadnih voda,
- splakovanje filtrov.

Laboratorijska in medicinska oprema:

- zračne postelje,
- zračna masaža.

Prezračevanje manjših ribnikov:

- prezračevanje akvarijev,
- prezračevanje bazenov,
- prezračevanje vrtnih ribnikov.

Vodne kopeli:

- masažni bazeni, *Oblike difuzorjev*

- plavalni bazeni,
- podvodne masaže.

Difuzorji oziroma razpršilniki so namenjeni uporabi skupaj z membranskimi puhami. Primerni so za stalen in prekinjan dovod zraka. Materiali so EPDM in silikon, pri čemer se večinoma uporabljajo EPDM-membrane. Membrane so »naluknjane« in prepuščajo določeno količino zraka, tako da se zrak porazdeli praktično enakomerno.

EPDM-membrana se pretežno uporablja za čistilne naprave komunalnih in industrijskih odpadnih voda, ki ne vsebujejo agresivnih snovi. Alternativno se uporablja silikonska membrana, vendar samo tam, kjer EPDM-membrane ni možno uporabiti.

Po obliki so difuzorji okrogli (ploščati) in cevni. Najbolj pogosti so okrogli, ki se bistveno lažje pritrdijo kot cevni difuzorji. Pritrditev se izvede na priklonu dovoda zraka z objemko ali s priključkom, ki je pritrjen na podlago ali podkonstrukcijo.

Vir: INOTEH, d. o. o., K železnici 7, 2345 Bistrica ob Dravi, tel.: +386(0)2 673 01 34, faks: +386(0)2 665 20 81, e-mail: mk@inoteh.si, internet: www.inoteh.si



20 let

ZAGOTAVLJAMO POPOLNO GIBANJE



Hidravlični cilindri: MD18ME 300/220x3200 350 bar

Naše poslanstvo je zagotavljati popolno in zanesljivo gibanje hidravličnih naprav.

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

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

MAPRO
HYDRAULIC MOVEMENT

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



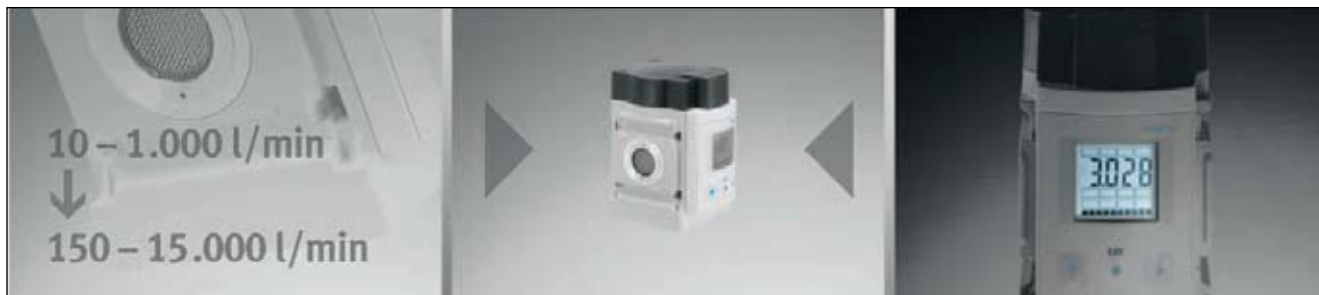
Merilniki toka SFAM

Festo tokrat predstavlja modularno grajena merilnika toka SFAM-62/ SFAM-90, ki se uporabljata kot samostojna enota ali pa kot del enote za pripravo zraka. Odlikuje ju visoka dinamika. Območje tokov je od 10 do 1000 l/min oziroma 150 do 15000 l/min.

odločiti za izvedbo. Izbirati je mogoče standarde DIN 1343, ISO 2533 ali ISO 6358. Tako odpade računanje pretočne vrednosti.

Merilniki SFAM lahko merijo v obe smeri, so enostavni in prilagodljivi pri vgradnji in se enostavno sestavljajo z enoto MS6/MS9 za pripravo zraka, inovativna prizmatična vpenjalna tehnika pa prihrani dodatno delo pri instalaciji.

- vodoravna vgradnja: $\pm 5^\circ$,
- izhodi 2 x PNP ali 2 x NPN – izbirno,
- analogni izhod 0 ... 10 V, 4 ... 20 mA – izbirno,
- natančnost $\pm(3\% \text{ z. m. v.} + 0,3\% \text{ FS})$,
- ponovljivost 0,8 % z. m. v.,
- delovna napetost 15 ... 30 V,
- temperaturno območje delovanja 0 ... 50 °C,
- zaščita IP65,
- prikazovalnik invertiran LCD s 4 1/2-mestno 7 segmentni prikaz,



Zanesljivost in udobnost sta značilnosti merilnikov toka SFAM. Absolutno vrednost toka pokaže vedno natančno in to v velikem območju merjenja. Prikazovalnik z močnim kontrastom olajša nastavitve preloplne vrednosti.

PNP ali NPN? Vseeno, oboje je mogoče enostavno nastaviti. To zagotavlja manjše zaloge v skladišču, znižuje stroške, ni se treba vnaprej

Tehnične značilnosti merilnikov toka SFAM-62 / SFAM-90:

- delujeta na termičnem principu anemometrije,
- namenjena sta za filtriran zrak (40 μ m) brez agresivnih plinov,
- priključek M12,
- območje merjenja – SFAM-62: 10 ... 1.000, 30 ... 3.000, 50 ... 5.000 l/min – izbirno – in SFAM-90: 50 ... 5.000, 100 ... 10.000, 150 ... 15.000 l/min – izbirno,

- dostopnost UL/CSA, C-Tick, Atex II 3GD,
- standardni pogoji DIN 1343, ISO 2533, ISO 6358 – izbirno.

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



MAPRO d.o.o., Industrijska ulica 12, 4226 Žiri, Slovenija / T: +386 (0)4 510 50 90, F: +386 (0)4 510 50 91

E: info@mapro.si, I: www.mapro.si

Podjetje MAPRO d.o.o., razpisuje prosta delovna mesta:

KOVINOSTRUGAR (m/ž)

- IV. ali V. stopnjo izobrazbe strojne smeri,
- znanje struženja na klasični stružnici,
- poznavanje merilne opreme in opravljanje meritev,
- znanje branja tehničnih načrtov (risb) in poznavanje obdelave kovinskih materialov (struženje, rezkanje).

CNC OPERATER (m/ž)

- V./VI. stopnja izobrazbe strojne smeri,
- znanje na področju CNC tehnologije,
- poznavanje merilne opreme in opravljanje meritev,
- znanje branja tehničnih načrtov (risb) in poznavanje obdelave kovinskih materialov (struženje, rezkanje).

SERVISER HIDRAVLIČNIH CILINDROV (m/ž)

- IV. ali V. stopnjo izobrazbe strojne smeri,
- znanje servisiranja hidravličnih cilindrov,
- poznavanje merilne opreme in opravljanje meritev,
- znanje branja tehničnih načrtov (risb) in poznavanje obdelave kovinskih materialov (struženje, rezkanje).

Več informacij o razpisnih delovnih mestih najdete na spletni strani: <http://www.mapro.si>

Pisne ponudbe z življenjepisom pošljite na:

MAPRO d.o.o., kadrovska služba - razpis, Industrijska ulica 12, 4226 Žiri, oziroma na elektronski naslov: jasna.plesec@mapro.si

Zmanjšanje velikosti rezervoarja za dinamične hidravlične sisteme z OXiStop

V dinamičnih hidravličnih sistemih je potrebno čim bolj zmanjšati količino zraka v olju, da se preprečijo neželeni učinki, kot so kavitacija, dizel efekt, nenatančnosti pri regulaciji in slabši izkoristek celotnega sistema. Sedanja rešitev, ki je bila edina na voljo, je bil dovolj velikodušno dimenzioniran rezervoar z zadostno količino olja, kjer se je zrak lahko izločil.

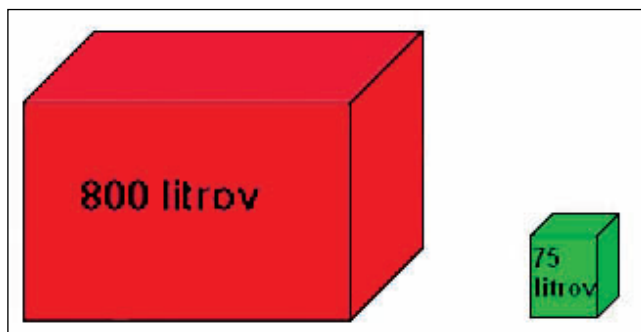


HYDAC OXiStop OXS sistem

HYDAC OXiStop je svojevrstna rešitev tega problema, saj je olje »vakuumsko zapakirano« in tako omogoča manjše dimenzije rezervoarja. Kot pri vakuumsko zapakiranih živilih se tudi tu zraku prepreči dostop do olja, dodatno pa se olje neprestano razplinja. Ker je vsebnost zraka v olju zelo nizka, olje ves zrak, ki pride v kontakt z njim, zelo hitro raztopi.

Razplinjevalno funkcijo standardnega velikega rezervoarja pri rezervoarju OxiStop zamenja hidravlično gnani agregat za razplinjevanje in odstranjevanje vode, dodatno pa je vgrajena membrana, ki ščiti olje pred neposrednim kontaktom z zrakom. Tako se lahko rezervoar dimenzionira po dejansko potrebnem volumnu olja.

Prednosti za uporabnika so manjši stroški zaradi manjšega rezervoarja



Primerjava: standardni rezervoar in HYDAC OxiStop OXS

in manjše količine olja, za trikrat podaljšana življenjska doba olja, večje hitrosti in boljši skupni izkoristki. Primer: Preša s črpalko $Q = 180 \text{ l/min}$, hidravlični valj z 2 l olja, standardni rezervoar bi bil 3–5-kratnik pretoka črpalke, kar je okrog 800 litrov. Sistem OxiStop pa potrebuje le 75-litrski rezervoar.

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

Induktivni senzorji majhnih dimenzij



Ko postanejo stvari znotraj stroja utesnjene, pridejo na vrsto IQFlat induktivni SICK-ovi senzorji. Ploščata oblika, ki prepiča s preprosto vgradnjo, robustno konstrukcijo ter povečano razdaljo zaznavanja. Serijo IQFlat sestavljajo štiri različice z višini okrovov od 4 mm do 10 mm.

ModeIa IQ04 in IQ06 v plastičnem okrovu imata razdaljo zaznavanja od 1,5 mm do 3 mm, možna je pritrditev samo z enim vijakom. Tako ne potrebuje

nobnih dodatnih prilagoditev kakor tudi ne modela IQ20 in IQ25. Slednja imata kovinski okrov in sta še posebej robustna ter primerne za razdalje zaznavanja od 5 mm do 7 mm.

Senzorje iz družine IQFlat odlikujejo enostavna montaža in zanesljivost,

predvsem pa so zaradi ploščate in kompaktne oblike primerni za vgradnjo v ekstremno majhne prostore. Primerni so za preverjanje prisotnosti pri transportnih sistemih, ki postajajo vedno bolj utesnjeni, pozicioniranje transporterjev, komponent v proizvodnji elektronike ali ugotavljanje prisotnosti kovinskih obdelovancev na prešah in drugih strojih.

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

Legris Transair – vsestranska rešitev za prenos industrijskih fluidov

Parker Hannifin je leta 2008 pridobil blagovno znamko *Legris*, katere del je tudi divizija *Transair*, ki je specializirana za sisteme s cevnimi razvodi za prenos vseh vrst fluidov. Prednost divizije *Transair* je v enostavnosti namestitve sistema, saj za razliko od tradicionalnih cevni razvodov ne potrebujemo predhodne priprave z rezanjem navojev, varjenjem ali lepljenjem. Inovativna tehnologija tako

omogoča hitro in enostavno montažo cevi in ostalih komponent, kljub temu pa zagotavlja zanesljivost in varnost celotnega sistema. Program *Transair* se deli na sisteme iz aluminija za stisnjeni zrak, vakuum ali inertne pline ter na sisteme iz nerjavnega jekla, ki se uporabljajo za prenos industrijske vode.



Transair aluminijaste cevi in cevi iz nerjavnega jekla



Novi 168-milimetrski aluminijasti sistem

Stisnjeni zrak – vakuum – inertni plini

- 16 barov med $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ in $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 13 barov med $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ in $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$
- \varnothing 16,5, 25, 40, 63, 70, 100, 168 (NOVO)
- Aluminijaste cevi

Industrijska voda

- 10 barov med $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ in $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$
- \varnothing 22, 28, 42, 60, 76, 100
- Cevi iz nerjavnega jekla

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



ITT

ENGINEERED FOR LIFE

www.kts.si

www.enidine.com

info@kts.si

stebej@kts.si

KTS s.p.

Dunajska cesta 285

SI-1131 Ljubljana

tel. +386-41-655-241



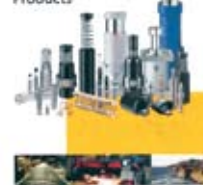
KTS ENIDINE AMORTIZERJI

ENIDINE

An **IMC** Company



Shock and Vibration Products



Air Spring Technologies



Najavljamo posvet

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2012 – ASM '12

v decembru 2012

v Ljubljani

www.posvet-asm.si

Tematski sklopi na posvetu

Avtomatizacija strege in montaže 2012 bodo:

- avtomatizacija,
- cenovno ugodna oprema za avtomatizacijo,
- pogoni za manipulatorje,
- robotika v strežnih in montažnih procesih,
- nadzor strežnih in montažnih procesov,
- krmiljenje in sensorika,
- računalniški vid,
- povečanje učinkovitosti strežnih in montažnih sistemov ter procesov,
- inteligentni nadzorni sistemi,
- proizvodna logistika,
- vitka proizvodnja,
- transport pri stregi in montaži,
- energijska varčnost avtomatiziranih naprav,
- varnostni standardi,
- podjetja predstavljajo - primeri iz prakse.

Glavni organizator posveta

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



LASIM
LABORATORIJ ZA STREGO, MONTAŽO
IN PNEVMATIKO

Dodatne informacije:

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

Pokrovitelji in sponzorji

FESTO



IRT³⁰⁰⁰
inovacije razvoj tehnologije
www.irt3000.com

SICK
Sensor Intelligence.

YASKAWA
MOTOMAN

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

OPL Rexroth
Rexroth Group

LOTRIČ

FANUC
ROBOTICS EUROPE

HALDER
NORM+TECHNIK

espro
inženiring

TEHNA
Avtomatizacija

DAX

ABB

RIKO

OLMA
www.olma.si

Pogovor s prof. dr. Tamaro Lah Turnšek z Nacionalnega inštituta za biologijo v Ljubljani

Janez ŠKRLEC

Vsekakor smo se s tehtnim razlogom odločili, da za intervju izberemo direktorico Nacionalnega inštituta za biologijo v Ljubljani **prof. dr. Tamaro Lah Turnšek**, ki je vrhunska raziskovalka, saj je s svojim delom pridobila velik mednarodni ugled. Razen na raziskovalnem izkazuje odličnost tudi na drugih področjih. Zelo velik je njen prispevek k uveljavitvi naše znanosti v tujini s sodelovanjem s tujimi institucijami, vodenjem mednarodnih projektov, vabljenimi predavanji in odlično organizacijo mednarodnih konferenc. Zanja so značilni velika raziskovalna vnema in osebna etičnost, predvsem pa topel odnos do ljudi in sodelavcev. Izjemno veliko je napravila tudi za popularizacijo znanosti v Sloveniji, usmerjala je znanstveno politiko v smislu povezovanja s tehnologijo in k razvoju ter uspešno sodelovala pri univerzitetnem študiju na Univerzi v Ljubljani in podiplomski šoli Jožefa Stefana.



Prof. dr. Tamara Lah Turnšek

Ventil: Preden vas profesorica Tamara Lah Turnšek povprašam o vašem izjemno uspešnem vodenju Nacionalnega inštituta za biologijo, vas prosim za kratko predstavitev vaše osebne življenjske poti.

Prof. Tamara Lah Turnšek: Sem rojena Ljubljančanka. Leta 1971 sem diplomirala na Fakulteti za naravoslovje in tehnologijo na smeri organska kemija, leta 1974 sem magistrirala iz biokemije in precej kasneje, leta 1983, tudi doktorirala iz bi-

okemije na Univerzi v Ljubljani. Vmes sem delala v laboratoriju za klinično biokemijo na Pediatrični kliniki v Ljubljani, kjer sem se navdušila za biomedicino. Od leta 1996 sem direktorica Nacionalnega inštituta za biologijo, na katerem sem ustanovila Oddelek za genetsko toksikologijo in biologijo raka. Od leta 2004 sem tudi habilitirana kot redna profesorica pri Biotehniški fakulteti v Ljubljani. Poučujem Biokemijo raka na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo ter na podiplomskem študiju Biomedicina na Univerzi v Ljubljani. Pred tem sem bila višja znanstvena sodelavka na Oddelku za biokemijo in molekularno biologijo na Institutu Jožef Stefan.

Tam sem tudi začela in delovala z nekaj prekinitvami, ko sem se izpopolnjevala v tujini. Moja strokovna pot izven Slovenije obsega najprej delovni obisk na Institutu za fiziološko kemijo Univerze v Bonnu (kar je sponzoriral Mednarodni urad za jedrske raziskave v Julichu, ZRN) leta 1973. Nato sem kot gostujoča raziskovalka delala na svoji doktor-



Prof. dr. Tamara Lah Turnšek na predavanju v državnem zboru

ski disertaciji s področja proteinske biokemije na Oddelku za biokemijo Univerze Newcastle upon Tyne, UK, (kot štipendistka British Councila) med letoma 1982–84. Podoktorske izkušnje sem pridobila kot podoktorantka in kmalu zatem kot docentka na Oddelku za farmakologijo Medicinske fakultete na Univerzi Wayne State, Detroit, Michigan, USA, 1984–1987. Med letoma 1991–1994 pa sem bila gostujoča profesorica in vodja Laboratorija za raziskave metastaziranja na Medicinskem centru Albert Einstein v Philadelphiji, Pennsylvania, ZDA.

Ventil: Glede na vaše mnogoštevilne zadalžitve nas zanima, kako bi opisali svoje delo in na kaj ste kot direktorica Nacionalnega inštituta za biologijo danes najbolj ponosni?

Prof. dr. Tamara Lah Turnšek: Zadalžitve! Teh res ne manjka, saj se tako administrativne zahteve vodenja kot tudi strokovne zahteve v raziskovalnem delu višajo! Seveda boste rekli, da je naš inštitut, čeprav tretji po velikosti na področju naravoslovnih ved v Sloveniji, vendarle majhen, npr. v primerjavi z IJS. Kar je seveda res. A to ne pomeni manj dela, saj je administracija omejena in ne morem imeti vse podpore, ki bi jo želela. Treba je prijeti za marsikatero delo. Kar me najbolj obremenjuje je to, da je preveč »papirologije«, uradniškega dela, ki je često produkt nesmiselnih zahtev javne uprave, kar krade

čas pravemu upravljanju – menedžmentu. Ta čas bi lahko in bi ga želela usmerjati v iskanje novih poslovnih povezav za NIB, tako doma kot tudi v svetu. Ta je poln priložnosti, ki jih zamujamo zaradi obremenjevanja s predpisi, anketami, revizijami, komisijami, preverjanji nekoruptivnosti (!) – sto in ena ideja, kako zaposliti upravitelje javnih zavodov – čeprav smo inštituti z minimalnimi ustanoviteljskimi obveznostmi ARRS – tam dobimo med 15–20 % sredstev – resnično projektne organizacije! Tako se nam dobri projekti, posebno iz tujine, ki jim je treba posvetiti posebno pozornost, večkrat izmuznejo izpred

nosa, saj temu posvečam premalo časa. Vendar za to navdušujem sodelavce raziskovalce, med katerimi je nekaj odličnih menedžerjev!

Odkar sem prevzela direktorovanje do danes se je inštitut podvojil in ponosna sem predvsem na to, da sem uspela zagotavljati materialne in infrastrukturne pogoje za tako hitro rast. Še najbolj sem vesela razširitve in posodobljenja Morske biološke postaje, ki je bila v 90 letih res v slabi koži. Za to in za nabavo sodobnega raziskovalnega plovila je bilo potrebno precej napora. Najbolj pa sem ponosna takrat, ko ti raziskovalci uspevajo in se uveljavljajo na raznih področjih doma in v svetu in tako promovirajo NIB, naše ideje ...

Ventil: Kako vam uspeva zraven tako zahtevne vodstvene funkcije na Nacionalnem inštitutu izvajati tudi znanstvenorazvojno delo?

Prof. dr. Tamara Lah Turnšek: Res je, imam dve službi, saj se vseh 15 let direktorovanja še vedno intenzivno ukvarjam z raziskavami, mentorstvom študentom in predavanji. Morda bi raziskovanje lahko tudi opustila, a pri nas direktorji inštitutov morajo raziskovati in pridobivati projekte doma in v tujini – saj je vodenje vezano na mandat, po kate-



Povsem desno, prof. dr. Tamara Lah Turnšek, nagrajena in prejemnica Lapajnetove nagrade

rem se lahko vrneš v samo raziskovanje. Res pa je, da vse zgoraj naštetu delam z užitkom – dokler seveda ne postane preveč stresno. Skrivnost oz. sposobnost, kako to početi, je v dobrem mrežnem načrtovanju aktivnosti, svojega dolgega delovnega dneva, tedna. Vsega tega pa ne morem sama, zato je pomembno, kako si izbiram sodelavce – kar je pri nas mogoče le v omejenem obsegu, na dolgi rok. Vendar se je okoli mene v upravi NIB-a zbrala dobra ekipa, ki danes obvladuje poslovanje, tako da se črnih scenarijev ne bojim, razen ob res zelo hudih finančnih omejitvah. Tudi raziskovalno delo je odvisno od ljudi. Komunikacija je bistvena – časa za to sicer vedno zmanjkuje, je pa pomembno, da ljudje vedo, kaj in zakaj delajo, raziskujejo, upravljajo, in to počno skupaj – slednjega ni vedno lahko doseči!

Ventil: Kakšno je vaše delo in predvsem področje raziskav?

Prof. dr. Tamara Lah Turnšek: S skupino delujem na področju biokemije in celične biologije, usmerjene v biomedicino, to so danes maligna, delno tudi vnetna obolenja.

Oboje je do neke mere povezano in ima veliko skupnih procesov, ki jih raziskujemo. V zadnjih 10 letih sem s področja raziskav raka dojke in pljuč prešla skoraj izključno na raziskave možganskih tumorjev. Kot rdeča nit se skozi moje raziskave vleče področje proteoliznih encimov in njihova vloga v invaziji in metastaziranju malignih tumorjev s poudarkom na cisteinskih proteinazah. V tem segmentu nas seveda zanimajo predvsem proteaze kot biomarkerji – prognostiki in terapevtske tarče, torej zelo uporabno usmerjeni cilji. Raziskujemo tudi uporabo inhibitorjev cisteinskih proteinaz katepsinov in drugih antagonističnih molekul v preprečevanju celične invazije in metastaziranja tumorjev z eksperimentalnim uvajanjem različnih tehnik, vključujoč genski in celični vnos zdravil, kar je zanimivo za farmacevtsko industrijo. V zadnjem času pa se ukvarjamo s problemom, katere celice v tumorjih sploh ciljati, zato se osredotočamo na raziskave rakavih matičnih celic, ki naj bile ključne za njihovo rast in recidiv in ključna tarča zdravljenja raka. V tem kontekstu proučujemo mezenhimske matične celice. Moja

širša skupina pa je zelo dejavna tudi na področju raziskav molekularnih mehanizmov nastanka raka – kar cinogeneze, kot rezultat delovanja toksičnih učinkovin, posebno okoljskih onesnaževalcev. Na drugi strani raziskujemo tudi aktivne biološke spojine naravnega izvora – od bakterijskega do rastlinskega, ki bi lahko bile učinkovite pri preprečevanju nastanka raka. Vse povedano je zelo uporabno, tudi »patentabilno«, ampak investitorja za visokotehnološke biotehnologije je pri nas zelo težko dobiti.

Ventil: Kakšno je vaše družbeno udejstvovanje?

Prof. dr. Tamara Lah Turnšek:

Moje družbeno udejstvovanje je zelo dinamično. Vedno so me zanimali aktualni problemi družbe in zakaj je v njej znanost tako slabo vidna in popularna. Zanimanja za znanost, ki se meni zdi najbolj fascinantna dejavnost, je med mladimi ljudmi malo! Vrednote družbe postajajo materialne in vse manj duhovne. Zaradi relativno skromnih zaslužkov v znanosti in akademskih ustanovah – pri nas seveda! – se tako mladi odločajo za hitro pridobitne posle. V poslovnem sektorju pri nas so znanstveniki le redki ptiči – moram pa reči, da se v zadnjih letih to hitro izboljšuje in bodo znanstveniki lahko tudi finančno prestižni poklic – kot v razvitem svetu! Kako (mladim) ljudem vzbuditi radovednost za znanost, me je v zgodnjih letih moje kariere že skoraj speljalo v novinarske vode. Kot urednica Glasila Instituta Jožef Stefan in kasneje revije Raziskovalec na MVZT, prve dvojezične brošure Znanost v Sloveniji in tudi sicer sem rada pisala o aktualnih temah s svojega področja. Od teh me je posebej pritegnila tema zapostavljene vloge žensk v znanosti. Nisem se niti zavedla, da je o tem istočasno začela razmišljati tudi Evropa in kmalu sem bila imenovana v EU Komisijo za to področje, tako imenovano Helsinško skupino, ki deluje še danes. Na evropsko pobudo sem – tudi ob podpori tedanje ministrice za znanost prof. Lucije Čok – ustanovila Nacionalno komisijo za enake možnosti spolov v znanosti, katere vodstvo sem pred tremi leti



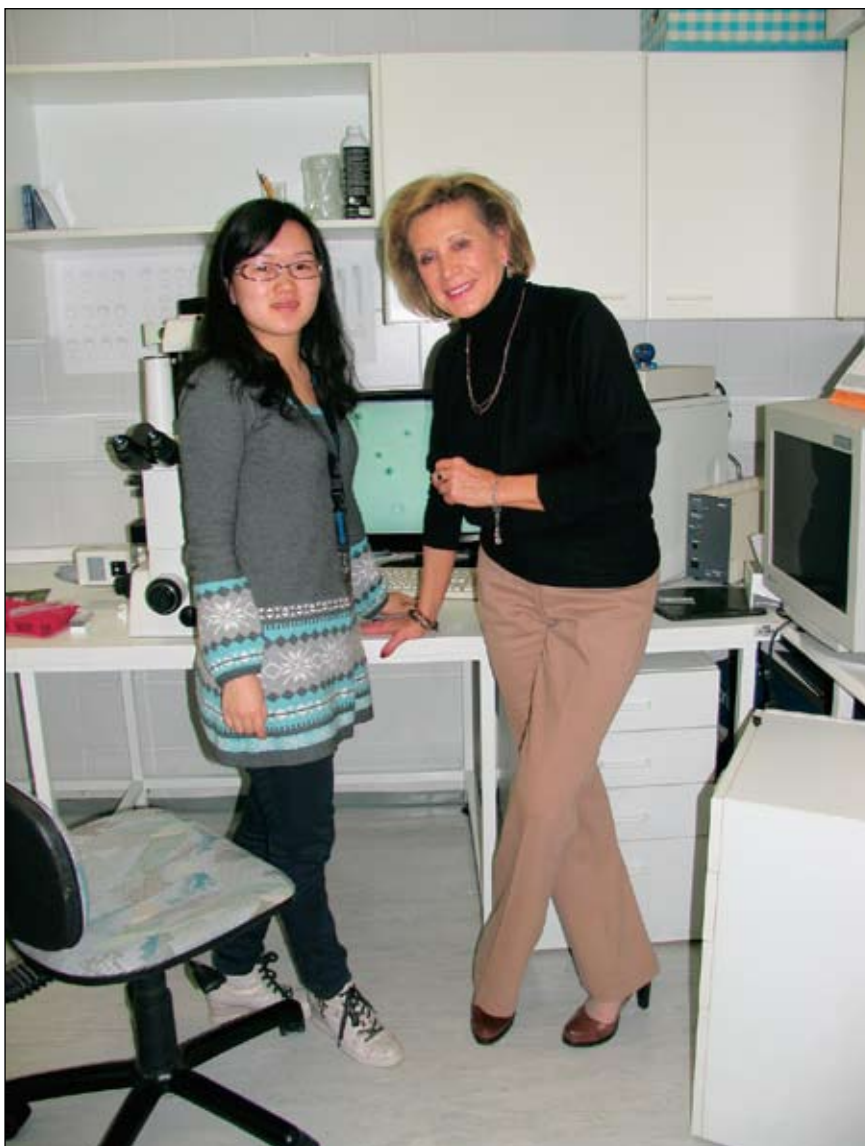
Prof. dr. Tamara Lah Turnšek in predsednik dr. Danilo Türk ob priložnosti obiska na NIB-u

predala prof. Mirjani Ule. Medtem je gibanje med slovenskimi znanstvenicami dobilo dokaj široke razsežnosti, pridružile so se še družboslovke in že drugič bo letos v marcu širša konferenca na to temo.

Drugo družbeno področje je etika v znanosti in družbi, ki ni na zavidljivi ravni. Razen etike v biomedicini in nekaterih biotehnoških raziskavah tega vedenja naši mladi raziskovalci nimajo. Komisije za etiko v raziskovanju, kot jo imajo vse razvitejše države – pri nas še nimamo. Tako se dogajajo ponarejeni magisteriji – kdo ve, koliko jih še je (?) nezaznavnih in nepriznanih. Še več, človeka, ki mu je Univerza za dokazan plagiat odvzela magisterij, je nedavno Mestni svet postavil za ponovnega direktorja Ljubljanskih lekarn! Ne glede na njegove še ostale »zasluge« je za mene to nezaslišana zaušnica etiki – znanstveni in poslovni!

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

Prof. dr. Tamara Lah Turnšek: Kot direktorica NIB sem bila leta 1994 med ustanovitelji koordinacije direktorjev raziskovalnih institutov – KORIS, ki je nastala predvsem zato, da skupaj ustvarjamo znanstveno politiko v dialogu z Ministrstvom za znanost in tehnologijo (v tistem času). Združujemo se navadno v časih kriz. Taka kriza je za znanost nastopila kmalu po začetkih samostojne Slovenije. V splošni, še posebej politični evforiji in seveda ob številnih nalogah in opravilih, povezanih z »rojstvom« države – je politika pozabila na znanost in ji rezala tanek kruh, tako da smo ostro in glasno protestirali, šli skoraj »na cesto«. Bili smo delno uspešni in situacija se je nekoliko izboljšala, vendar se je stagnacija nadaljevala. Realno padanje sredstev za znanost in pomanjkanje pravih orodij in družbenih mehanizmov njenega prenosa v tehnologije sta omejevala razvojno politiko. Makro- in mikroekonomskega okolja, ki bi podpiralo razvoj v večjih podjetjih in ustanavljanje novih, odcepljenih podjetij s strani institutov, ni bilo dosti – bile so le kritike, da so za



Dr. Tamara Lah Turnšek v razgovoru z Ding Yi, nedavno prispelo doktorandko iz Univerze v Wuhanu, ki dela na področju ekotoksikologije v laboratoriju dr. Bojana Sedmaka

vse, kar gre tu narobe, krivi znanost in znanstveniki, ki se ne menijo za težave družbe. Res pa je ravno obratno – družbe težave znanstvenikov in slovenske znanosti ne zanimajo! Zato, kdor ne sadi, sadu ne more pričakovati! Celo več, pogledi tedanje vladne elite so bili – najprej ekonomija, potem znanost – če ni domače, jo pa uvozimo, kolikor in kadar jo pač potrebujemo! Prevladovalo je abotno mnenje, da je denarja še preveč, a ga ne znamo prav obrniti. No, mislim, da je tudi politika spoznala, da tu denarja ni nikoli preveč! Je že tako, da več kot vlagaš, večja bo dodana vrednost lastne inovativne proizvodnje. Več kot je sposobnih ljudi – inženirjev in vseh vrst drugih

strokovnjakov (z doktorati ali brez!) – bolj bogata bo družba! Pozitivna povratna zanka, ki je preskušena in statistično dokazana v mnogih državah! To so pač družbene zakonitosti. Prvi minister, ki je te trende ustavil in po več kot 10 letih preusmeril na bolje, je bil Gregor Golobič, ki je to v hipu doumel in uspel kljub grozeči krizi celokupni denar tega sektorja povečati – še več, s pomočjo novega Sveta za znanost in tehnologijo (katerega članica sem) in vrste drugih strokovnjakov je bil izdelan dokument Razvojno-inovacijska strategija Slovenije do leta 2010 (!). To je prvi Nacionalni razvojni program, ki podaja tudi preverljive cilje in kazalce tega procesa. Korak v pravo smer

– v pravem okolju seveda! Glede na krizo se danes zdi, da bo pot morda težja, kot smo to predvideli. Vendar sem tudi zato z optimizmom (čeprav ne brez pomislekov) sprejela ponujeno kandidaturo za ministrico za znanost in tehnologijo septembra lani s strani predsednika vlade Boruta Pahorja. Žal so sledili znani politični dogodki zadnjih mesecev, ki še danes zavijajo bodoči razvoj znanosti in tehnologije na Slovenskem v gosto meglo.

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

Prof. dr. Tamara Lah Turnšek: Kot že rečeno, je pogoj za uspešno povezovanje ne le dobra, povprečna, ampak odlična znanost – kar pomeni nova odkritja. In ne ponavljanje in preverjanje starih oz. objavljenih hipotez – kar je seveda do neke mere tudi objavljivo, vendar v slabših revijah. To pri nas, žal, tudi zaradi evalvacijske politike počne povprečje slovenske znanosti! Ocenjujem, da je morda le tretjina slovenske temeljne znanosti tudi inovativne! Ampak le taka je lahko osnova inventivnih proizvodov visoke dodane vrednosti! Verjemite, da vsak dober znanstvenik pozna uporabo svojih zamisli, nekateri imajo ambicijo to tudi udejaniti – vprašanje pa je, ali jim okolje to omogoča. Kot primer iz svoje kariere naj navedem npr. razvoj testov za tumorske biomarkerje, za katere sem s podjetjem Oncogene v ZDA (Cambridge, Massachusetts) takoj, ko so videli mojo predstavitev na Ameriškem kongresu za raziska-

ve raka, sklenila večletno pogodbo, ki mi je omogočila nadaljnje delo v ZDA! To se mi tu težko zgodi, čeprav je bila KRKA kratek čas dovzetna za to problematiko. Žal ta ne more napajati vseh slovenskih biotehno-loških pobud! Ostalo farmacevtsko industrijo – paradnega konja LEK – smo razprodali za majhen denar. Danes je novo področje tehnologij za matične celice. S kolegi smo si v Sloveniji in okolici že obrusili pete za pridobitev financiranja in nastali sta dve majhni firmi – država pa je žal za naše vizije na tem področju biomedicine slepa! Matične celice so brez dvoma ena najbolj varnih in dolgoročnih naložb, ki bi jih npr. SID banka ali kak drug kapital v Sloveniji lahko naredil. Vendar pa tuji privatni kapital v naše okolje žal (upravičeno!) ne zaupa. Resnici na ljubo pa je treba povedati, da se okolje in klima počasi spreminjata, počasi rastejo nove biotehno-loške firme, a so še vedno ukleščene v finančne in birokratske primeže državne uprave, kar podaljšuje stagnacijo. Kaj bi bilo potrebno? Pogumni in odločni politiki z vizijo, znanjem in izkušnjami povezovanja javnega in privatnega denarja za razvoj in dobro države – ne za »instant« dobiček! Zato sama na NIB-u spodbujam povezovanje z našim gospodarstvom, predvsem z mladimi firmami, ki tu nastajajo. Pred dvema letoma smo ustanovili svoj prvi »spin-off« – odcepljeno firmico Biosistemika, ki ji pomagamo skozi otroštvo. Dobro poznam te probleme, a upam, da bodo kljub grozeči recesiji zvozile, saj vse le ni tako črno, kot nam želijo prikazati nekateri mediji.

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

Prof. dr. Tamara Lah Turnšek: Če na kratko odgovorim, so moji hobiji povezani z gibanjem v naravi, rada igram tenis, smučam, rada imam pohodništvo in plavanje. Ostali hobiji so povezani z lepoto, s kulturnimi užitki, kot je obiskovanje koncertov, gledališča, razstav in muzejev – in seveda knjige vseh vrst. Žal polnim police z neprebranimi novostmi, ki se jih često le bežno dotaknem – čakajo na mojo upokojitev ...

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

Prof. dr. Tamara Lah Turnšek: Načrti so usmerjeni v intenzivnejše povezovanje s tujino, predvsem z Brazilijo. Ne glede na poslovne izzive in priložnosti, ki se jih najbrž zavedajo tudi mnogi vaši bralci, saj je brazilsko gospodarstvo v vzponu in se v raziskave in razvoj veliko vplaga, je ta dežela željna novih znanj in želi izobraziti številno mlado populacijo. Ta željno išče znanja in izkušnje v tujini, kjer koli je to možno, pri čemer se ne pusti kolonizirati velesilam. Zato so Slovenija in slovenski raziskovalci tam tradicionalno močno cenjeni. To čutimo v izredno pozitivnem odzivu in volji do bilateralnega sodelovanja. Tu naj spet poudarim močno vlaganje Brazilije v biotehnologijo, posebno v zgoraj omenjeno področje matičnih celic, ki je v Sloveniji v primerjavi skorajda ničelno ...

Ventil: *Hvala za vaše odgovore in nadvse zanimive informacije. Želimo vam še veliko uspehov pri vašem delu!*

Janez Škrlec
Obrtno-podjetniška zbornica
Slovenije

Nove knjige

[1] Carlomagno, G. M., Brebbia, C. A.: **Computational Methods and Experimental Measurements XV** – Zbornik 15. konference o računalniških metodah in eksperimentalnih meritvah obravnava medsebojne odvisnosti računalniških izračunov in rezultatov fizikalnih eksperimentov, ki postajajo vse bolj med seboj odvisni. Učinkovitost računalnikov in njihova vse večja cenenost pogojujeta tudi njihovo vse večjo uporabnost na vseh področjih znanstvenega in tehnološkega razvoja. Pri vse hitrejši rasti in kompleksnosti uporabe pa je pomembno, da se njihova zanesljivost tudi potrjuje z izvajanjem ustrezno natančnih eksperimentov. Ob tem pa tudi nji-

hova kompleksnost in obsežnost nujno potrebujeta računalnike za vodenje in krmiljenje njihovega izvajanja ter analize in predstavitve njihovih rezultatov. – *Zal.*: WIT Press, Ashurst Lodge, Southampton S040 7AA, U. K.: 2011; *ISBN*: 978-1-18456-4540-3; *obseg*: 736 strani; *cena*: 632,00 USD.

[2] Johnson, J.L.: **Designers' Handbook for Electrohydraulic Servo and Proportional Systems** – 4. izdaja – Nova izdaja uveljavljenega priročnika prinaša še več novih informacij kot predhodna 3. izdaja, ki ga je uveljavila kot 'biblijo' elektrohidravlike.

Naučite se lahko še več o elektrohidravličnih sistemih in njihovem

projektiranju, saj priročnik obsega tudi vprašanja kot so:

- Kako izračunati in nadzorovati padce tlaka v cevovodih, priključnih ploščah in razvodnih blokih,
- Kako analizirati in krmiliti različne mehanske obremenitve vključno s transporterji, transportnimi trakovi, tritočkovnimi obremenitvami ipd.,
- Upoštevanje dinamičnih lastnosti krmilnikov in njihova povezava s sistemom,
- Elektronika, posebni senzorji in kondicioniranje signalov,
- Električni sistemi za mobilno tehniko, vključno z baterijami in sistemi za njihovo polnjenje.

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



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



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

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

www.hbm.com



Elektronika za začetnike

Cena: 7,00 EUR z DDV

www.svet-el.si

Oglaševalci

AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana	82
CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	59
DAX, d. o. o., Trbovlje	1
DIR 2012	55
DOMEL, d. d., Železniki	69
DVS, Ljubljana	64
FESTO, d. o. o., Trzin	1, 84
GOSPODARSKO RAZSTAVIŠČE, d. o. o., Ljubljana	25
HAWE HIDRAVLIKA, d. o. o., Petrovče	60
HYDAC, d. o. o., Maribor	1
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P. E.) NORGREN, Lesce	1
ISKRA AMESI, d. o. o., Kranj	35
JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	11
KLADIVAR, d. d., Žiri	1, 2
KTS, Ljubljana	74
LOTRIČ, d. o. o., Selca	1, 19
MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	1
MAPRO, d. o. o., Žiri	1, 71
MOTOMAN ROBOTEC, d. o. o., Ribnica	4
OLMA, d. d., Ljubljana	1, 59
OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin	1, 23
PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	1
PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	22
PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	21, 83
SICK, d. o. o., Ljubljana	1
STROJNISTVO.COM, Ljubljana	54
TRC Ljudmila Ličen s. p., Kranj	1, 81
UL, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana	41, 75

Zanimivosti na spletnih straneh

[1] **Mesečni e-časopis o FT** – <http://www.hydraulicspneumatics.com/ENewsletter/> – Revija *Hydraulics & Pneumatics* sedaj ponuja tudi elektronski mesečnik z najnovejšimi informacijami o fluidni in pogonski tehniki, z nasveti in priporočili urednikov in specialistov. Namenjen je inženirjem, projektantom in vzdrževalcem, ki se ukvarjajo z načrtovanjem, gradnjo, uporabo in vzdrževanjem hidravličnih in pnevmatičnih naprav. Naročite brezplačni izvod e-časopisa *Fluid Power Monthly eNewsletter* z obiskom zgornjega spletnega naslova.

[2] **Pnevmatični sistemi** – www.vdma.org – VDMA je objavil nov informacijski list o pnevmatičnih sistemih (*Servicefachkraft als befähigte Person für Druckluftsysteme*), ki predstavlja praktično pomoč uporabniku pri odločanju o uporabi pnevmatike.

[3] **Prva izbira dobaviteljev** – info@firstindex.de – Založba *Verlag Moderne Industrie* ponuja možnost hitrega e-iskanja ponudnikov izdelave strojnih delov po konstrukcijskih načrtih ali dobave standardnih sestavin. *Firstindex* omogoča: neposredne nakupne kontakte, vedno aktualna povpraševanja, usmerjeno filtriranje z navigatorjem povpraševanja (*Anfragen – Navigator*) po območjih, materialih in procesih obdelave, vašemu portfelju primernih naročil ter osebno obravnavo ob pomoči First-Index-ekspertov.

[4] **Spletni naslov v FT** – www.hydraulicspneumatics.com – Revija *Hydraulics & Pneumatics* na svojih spletnih straneh ponuja različne možnosti spletnih komunikacij o fluidni tehniki:



4. industrijski forum

Inovacije, razvoj, tehnologije

2012

Forum znanja in izkušenj

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

Osrednje teme IFIRT

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

Portorož, 11. in 12. junij 2012

Dodatne informacije: Industrijski forum IRT, Motnica 7 A, 1236 Trzin | tel.: 01/600 1000 | faks: 01/600 3001 | e-pošta: info@forum-irt.si | www.forum-irt.si
Organizator dogodka: PROFIDTP, d. o. o., Gradišče V1 4, 1291 Škofjica | **Partner dogodka:** Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije
Organizacijski vodja dogodka: Darko Svetak, darko.svetak@forum-irt.si | **Programski vodja dogodka:** dr. Tomaž Perme, tomaz.perme@forum-irt.si

Pokrovitelji dogodka:

Power and productivity
for a better world™ **ABB**



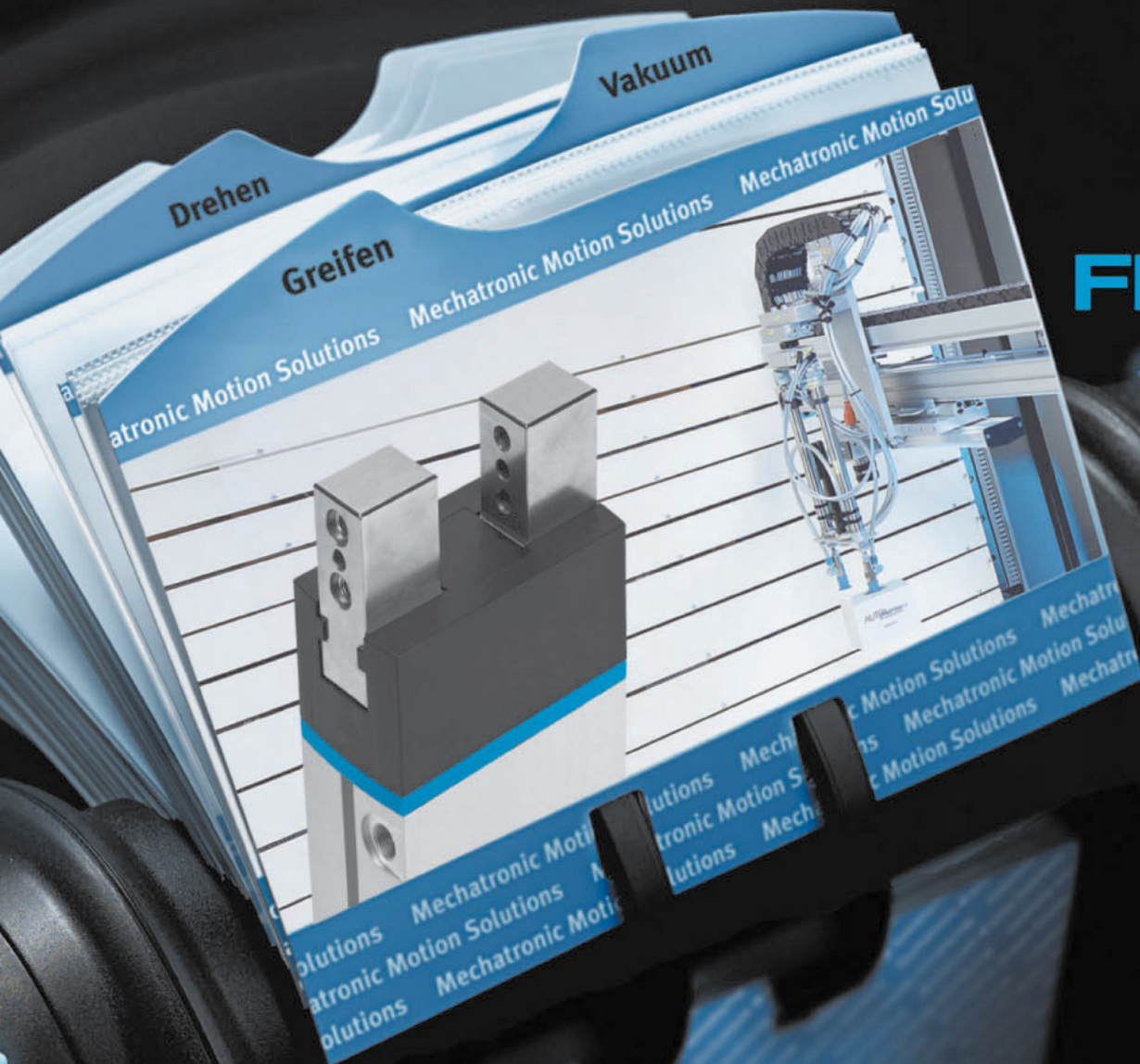
LOTRIČ

YASKAWA
MOTOMAN

Priznanje TARAS



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



FESTO

Standard: Raznolikost

Od standardnih do fleksibilnih in robustnih, vedno kompaktnih ter zmogljivih prijemal.

Vse iz ene roke za prijemanje in pozicioniranje.

Novost: majhno standardno prijemalo DHxS – močno, natančno in robustno.



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