



OPL

FESTO

OLMA
LUBRICANTS®

Parker

SICK
Sensor Intelligence.

NORGREN

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

LEOSS
moč podatkov

- Intervju
- Predstavitev
- Novosti in smernice v snovanju črpalk
- Hidravlična krmilja – vračanje energije
- E-učenje
- Spodbujanje tehnološkega razvoja
- Iz prakse za prakso
- Podjetja predstavljajo

INEA

informatizacija, energetika, avtomatizacija

Posvetimo se
avtomatizaciji.

Zasnova novega ali predelava obstoječega. Izvedba s celotnimi stroji, napravami in proizvodnimi linijami. Vrhunsko uvajanje.

Podjetje INEA opredeljuje avtomatizacijo kot proces, s katerim se zviša kakovost izdelkov, povečata proizvodnja zmogljivost in učinkovitost, proizvajalec pa ima z avtomatizacijo tudi večjo možnost nadzora in odkrivanja napak. Pri uresničevanju idej uporabljamo produkte Mitsubishi Electric, ki zagotavljajo kakovostne storitve in učinkovite rezultate.

Odprti. Vrhunski. Neodvisni.
www.inea.si

**MITSUBISHI
ELECTRIC**

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



HIDRAVLICNE SESTAVINE HIDRAVLICNI SISTEMI STORITVE



**PROGRAM
ZASTOPSTEV**



www.kladivar.com

KLADIVAR, tovarna elementov za fluidno tehniko Žiri, d.o.o.
Industrijska ulica 2, SI - 4226 Žiri, Slovenija
T: 04 51 59 100 / F: 04 51 59 122 / E: info@kladivar.com

Unikatne tehnološke rešitve

F L E K S I B I L N E M O N T A Ž N E C E L I C E



FLEKSIBILNI PROIZVODNI SISTEMI

Iskra ASING d.o.o., je priznani ponudnik celostnih rešitev projektiranja, izdelave in tehnološkega inženiringa na sledečih programskih sklopih:

- Navijalni stroji in naprave
- Montažne linije in sistemi
- Namenski obdelovalni stroji
- Merilne naprave in sistemi

 **Iskra**
Iskra Avtoelektrika Group
ASING d.o.o.

Vrtojbenska cesta 62
SI-5290 Šempeter pri Gorici
Telefon: 05 33 93 412, 33 93 401
asing@iskra-ae.com
www.iskra-ae.com

Impresum	97	■ INTERVJU	
Beseda uredništva	97	Odločitev za študij strojništva je v kriznih časih še kako prava izbira, saj ta poklic v gospodarstvu lahko veliko pripomore k izhodu iz krize	98
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	106	■ JUBILEJ	
■ NOVICE – ZANIMIVOSTI	112	Zaslужni profesor dr. Adolf Šostar – 75-letnik	102
■ ALI STE VEDELI	166	■ PREDSTAVITEV	
Seznam oglaševalcev	192	Katedra za optodinamiko in lasersko tehniko	120
Znanstvene in strokovne prireditve	157	■ HIDRAVLIČNI POGONI IN KRMIJLA	
		Monika IVANTYSYNOVA: Innovations in Pump Design – What are Future Directions?	126

Naslovna stran:

INEA, d. o. o. Stegne 11, 1000 Ljubljana Tel.: 01 5138 100 Fax: 01 5138 170 info@inea.si www.inea.si	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	SICK, d. o. o. Cesta dveh cesarjev 403 0000 Maribor Tel.: + (0)1 47 69 990 Fax: + (0)1 47 69 946 e-mail: office@sick.si http://www.sick.si
FESTO, d. o. o. IOC Trzin, Blatnica 8 SI-1236 Trzin Tel.: + (0)1 530 21 10 Fax: + (0)1 530 21 25	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
OLMA, d. d., Ljubljana Poljska pot 2, 1000 Ljubljana Tel.: + (0)1 58 73 600 Fax: + (0)1 54 63 200 e-mail: komerciala@olma.si	MIEL Elektronika, d. o. o. Efenkova cesta 61, 3320 Velenje T: +386 3 898 57 50 F: +386 3 898 57 60 www.miel.si www.omron-automation.com
PARKER HANNIFIN Corporation Podružnica v Novem mestu	LEOSS, d. o. o., Dunajska c. 106, 1000 Ljubljana, Tel.: + (0)1 530 90 20, Fax: + (0)1 530 90 40, www.leoss.si, leoss@leoss.si

Kim HEYBROEK, Jonas LARSSON and Jan-Ove PALMBERG: Mode Switching and Energy Recuperation in Open-Circuit Pump Control	134
---	-----

■ E-UČENJE

Maja ATANASIJEVIĆ-KUNC, Vito LOGAR, Rihard KARBA, Marko PAPIČ, Janez BEŠTER: E-učenje in vodenje sistemov ob uporabi virtualnega in oddaljenega laboratorija	144
--	-----

■ INOVATIVNOST IN TEHNOLOŠKI RAZVOJ

Franc GIDER: Spodbujanje tehnološkega razvoja in inovativnosti v Sloveniji ter vloga tehnološke agencije	152
--	-----

■ FLUIDNA TEHNIKA

Darko LOVREC: Nemška fluidna tehnika zaskrbljeno zre v prihodnost	156
Milorad KRSTIĆ, Patrick LAEMMLE: Okolju prijazna maziva in hidravlične tekočine – 1. del	158

■ IZ PRAKSE ZA PRAKSO

Darko KREVS: Avtomatizacija preoblikovalne linije za velike izdelke	162
---	-----

■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Pozicioniranje s servoregulatorjem IndraDrive (DOMEL)	167
Uporaba linearnih modulov v industrijski avtomatizaciji (HYPEX)	169
Krmilnik gibanja MR-MQ100 za stroškovno učinkovito aplikacijo (INEA)	170
Nadzor tlaka v hidravliki, pnevmatiki in plinovodih (INOTEH)	172
Multiplikatorji momenta (NRG)	174
Popravilo poškodovanih navojev (NRG)	175

■ NOVOSTI NA TRGU

Nov ABB-jev industrijski robot IRB 4600 (ABB)	176
Električni zasučni modul ERMb za prosto pozicioniranje (FESTO)	176
Visokotlačne hidravlične cevi diamondspir™ (HIDEX)	177
Elektromehanski cilindri iz Rexrotha (LA & Co)	177
Prvi štirijedni krmilnik PXI 3U v panogi (NATIONAL INSTRUMENTS)	178
Sodoben senzor momenta (PSM)	179
Dopolnjena paleta absolutnih dajalnikov položaja (SICK)	179
Optimiranje procesov z E-izdelki (SMC)	180

■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO

Namizna tovarna – nove možnosti gradnje izdelovalnih sistemov za mikroizdelke (OPL)	182
Sodobne omarice za elektroopremo (ADEPT PLUS)	186

■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA

Nove knjige	190
Novi standardi	190
Priporočila	191

■ PROGRAMSKA OPREMA – SPLETNE STRANI

Zanimivosti na spletnih straneh	192
---------------------------------	-----



5:34
YNRNG
58 db
5ML
EPTH
51 MM
OWER
50%
FPS
24
EJECT
1
EDGE
1
GREY
4
MOOTH
3



Tako majhna, a že čisto prava črpalka

Ni dolgo tega, ko je naša nova aksialno-batna variabilna črpalka V30E zagledala luč sveta. Ker je razvita na podlagi najnovejših spoznanj o črpalkah, jo čaka dolgo življenje in s svojo visoko zmogljivostjo bo razveseljevala dolga leta. Že sedaj lahko rečemo, da je s svojo kompaktnostjo, nizko težo in tihim delovanjem izpolnila vsa naša visoka pričakovanja. Delati z njo je pravi užitek, saj smo naš najmlajši naraščaj oblikovali kot del modularnega sistema Hawe. Želite kot eden prvih spoznati V30E? Potem si priskrbite dodatne informacije na telefonski številki 03/713 48 80 ali elektronski pošti info@hawe.si

Solutions for a World under Pressure

HAWE
HYDRAULIK

© Ventil 15(2009)2. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.
© Ventil 15(2009)2. Printed in Slovenia. All rights reserved.

Impresum

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

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

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

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

Letnik	15	Volume
Letnica	2009	Year
Številka	2	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:
doc. dr. Maja ATANASIJEVIČ-KUNC, FE Ljubljana
izr. prof. dr. Ivan BAJSIČ, FS Ljubljana
doc. dr. Andrej BOMBAC, FS Ljubljana
izr. prof. dr. Peter BUTALA, FS Ljubljana
prof. dr. Aleksander CZINKI, Fachhochschule
Aschaffenburg, ZR Nemčija
doc. dr. Edvard DETIČEK, FS Maribor
izr. prof. dr. Janez DIACI, FS Ljubljana
prof. dr. Jože DUHOVNIK, FS Ljubljana
doc. dr. Niko HERAKOVIČ, FS Ljubljana
mag. Franc JEROMEN, GZS – ZKI-FT
doc. dr. Roman KAMNIK, FE Ljubljana
prof. dr. Peter KOPACEK, TU Dunaj, Avstrija
mag. Milan KOPAC, KLADIVAR Žiri
doc. dr. Darko LOVREC, FS Maribor
izr. prof. dr. Santiago T. PUENTE MÉNDEZ, University of
Alicante, Španija
prof. dr. Hubertus MURRENHOFF, RWTH Aachen,
ZR Nemčija
prof. dr. Takayoshi MUTO, Gifu University, Japonska
prof. dr. Gojko NIKOLIĆ, Univerza v Zagrebu, Hrvaška
izr. prof. dr. Dragica NOE, FS Ljubljana
doc. dr. Jože PEZDIRNIK, FS Ljubljana
Martin PIVK, univ. dipl. inž., Šola za strojništvo,
Škofja Loka
izr. prof. dr. Alojz SLUGA, FS Ljubljana
prof. dr. Brane SIROK, FS Ljubljana
prof. dr. Janez TUŠEK, FS Ljubljana
prof. dr. Hironao YAMADA, Gifu University, Japonska

Oblikovanje naslovnice:
Miloš NAROBÉ

Oblikovanje oglasov:
Barbara KODRÚN

Lektoriranje:
Marjeta HUMAR, prof.; Paul McGuinness

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

Revijo sofinancira Javna agencija za knjigo Republike
Slovenije (JAKRS)

Revija Ventil je indeksirana v podatkovni bazi INSPEC.

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

Kako ohraniti znanje zaposlenih v podjetjih, ki jim grozi likvidacija

Pogostokrat slišimo, da je gospodarska in finančna kriza priložnost. Tako govorijo predvsem politiki in redkeje gospodarstveniki. Redki pa bolj natančno pojasnijo, kakšno priložnost imajo v mislih. Če pri takih izjavah mislijo na nove ali izboljšane proizvode, nove storitve z višjo dodano vrednostjo, je to odlično razmišljanje in je pohvale vredno. Če pri tem špekulirajo in mislijo, da bodo nekatera konkurenčna podjetja propadla in njim prepustila trg, je razmišljanje nekoliko lahkomišelnost, naivno in v popolnosti negotovo. Nekateri pa prav gotovo ob tej izjavi razmišljajo, da se bodo v času krize rešili nekaterih nezaželenih sodelavcev in zmanjšali število zaposlenih. Takšno razmišljanje in delovanje ni moralno in ni v skladu z delovanjem uspešnega podjetnika.

Pa pogledajmo nekaj primerov iz naših podjetij, ki jih je zajela gospodarska kriza in zaradi tega odpuščajo zaposlene. O njih poročajo sredstva javnega obveščanja. Na primer ob zaprtju podjetja STS v Mariboru, ki je bilo edino slovensko podjetje za izdelavo novih tirnih vozil, bodo vsi zaposleni odpuščeni. Ogromno tehničnega znanja s področja izdelovalnih tehnologij, materialov, varilstva, mehatronike in drugega strojništva bo z odpustitvijo zaposlenih šlo v pozabo. Verjetno o tem ne razmišlja lastnik, niti bivši zaposleni, še manj pa država. Te dni prav tako slišimo za težave podjetja LTH, d. o. o., v Škofji Loki, ki je sposobno izdelati najrazličnejše najkvalitetnejše hladilne omare in hladilne skrinje. Podobno nekateri mediji poročajo, da bo Gostol - Copan, d. o. o., iz Nove Gorice odpustil tretjino svojih zaposlenih. V velikih težavah so še druga podjetja s tehničnega področja, ki jih razmere na trgu silijo k odpuščanju delavcev. Vsa prej našeta podjetja so obstajala več desetletij, zaposleni so v njih vsak dan pridobivali izkušnje in nova znanja. Kaj pa zdaj?

Pri vseh težavah v podjetjih tehnične stroke nastopi najpomembnejše vprašanje, ki ga v naših medijih praktično ne zasledimo, ne slišimo ne od novinarjev ne od politikov. Vprašanje je, kako ohraniti znanje, ki so ga ljudje v določenih podjetjih pridobili z izkušnjami po več desetletjih dela na konkretnih projektih, na razvoju tehnologij, storitev in izdelkov. Prav gotovo odgovor ni lahek. Če ne bomo o takih vprašanjih razmišljali, tudi do odgovora ne bomo prišli. Kdo je sploh odgovoren in zadolžen za ta neprecenljiva znanja in praktične izkušnje, ki jih imajo ljudje v podjetjih? Ali je to lastnik, ali širša skupnost, ali država? Po naši oceni je to v prvi vrsti lastnik. Kaj pa, če on zavestno ta znanja prikriva ali celo uničuje, da ne pridejo do konkurence? Do neke mere bi mogla biti za to odgovorna država. To je kapital države, ki ga lahko izkoriščajo in uporabljajo nove generacije. Če za to ni odgovorna država oziroma vlada, potem je ne potrebujemo. To je osnovna in najpomembnejša dolžnost države.

Zanimivo je, kako lahko se politiki pri nas in v drugih državah, ki so v finančni krizi, odločajo za pomoč finančnemu sektorju, obljublajo in delijo milijarde dolarjev za sanacijo bank in raznih finančnih ustanov. Ko pa gre za podjetja, so ti politiki mnogo previdnejši, počasi se odločajo, mnogo težje sežejo v mošnjiček in zelo hitro govorijo o protekcionizmu, o neodvisnosti gospodarstva, o odgovornosti lastnikov, prisilnih poravnava in stečajih.

V podjetjih, ki imajo kakovostno proizvodnjo in so trenutno v težavah, je treba poskrbeti za arhive, načrte, tehnično dokumentacijo, za razne izdelovalne tehnologije, konstrukcije, popise procesov in podobno. Ali je mogoče, da v Sloveniji ne bomo nikoli več izdelovali tirnih vozil, kot jih je izdelovalo mariborsko podjetje, ali pa opreme za peko kruha, kot jo že vrsto desetletij izdeluje podjetje Gostol - Copan, d. o. o., v Novi Gorici, ali pa hladilnih omar, kot jih izdeluje LTH, d. o. o., v Škofji Loki?

Ali bi bila državna pomoč tem podjetjem, da obdržijo minimalno proizvodnjo, res katastrofa in metanje denarja v prazno? Po naši oceni ne. Država naj takšna podjetja kupi, ponovno zažene minimalno proizvodnjo in ko bo kriza mimo, naj jih proda po tržni ceni. Če je vlada sposobna, bo to naredila, če pa ni, je pač ne potrebujemo. Takšni primeri reševanja podjetij so iz zgodovine poznani v širšem zahodnem svetu. Potrebno bi jih bilo le posnemati in mogoče nekoliko prilagoditi našim razmeram.

Janez Tušek

Odločitev za študij strojništva je v kriznih časih še kako prava izbira, saj ta poklic v gospodarstvu lahko veliko pripomore k izhodu iz krize

Živimo v času recesije in zmanjševanja gospodarske aktivnosti v skoraj vseh vejah industrije. To krizo za enkrat občutijo samo zaposleni v gospodarstvu. Če se bo nadaljevala, bo prišla tudi do javnega sektorja in posledično tudi do šolajoče se mladine in študentov. Večina strokovnjakov svetuje kot izhod iz krize razvoj novih izdelkov in novih storitev. Kdo je bolj poklican k raziskavam in razvoju novih produktov in storitev kot prav inženirji strojništva? Kako med mladimi vzbuditi zanimanje za strojništvo in tehniko ter naravoslovje na sploh, je večno vprašanje. Na vseh nivojih bi morali povečati priljubljenost tega študija med mladimi. Začeti bi morali že v osnovni šoli in nato nadaljevati v vseh srednjih šolah ne glede na usmeritev. Povečati moramo ugled poklica inženir strojništva in sodelovanje med industrijo in akademsko sfero, ki deluje na področju tehnike.

O naštetih vprašanjih smo se pogovarjali s prof. dr. Jožefom Duhovnikom, dekanom Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani.



Prof. dr. Jožef Duhovnik

Ventil: Že skoraj dve leti vodite eno večjih in uglednejših fakultet lju-bljanske univerze, veliko delate z go-spodarstvom, sodelujete s številnimi tujimi fakultetami in ustanovami, ste politično aktivni, ukvarjate se športom

in pogosto vas vidimo tudi na kul-turnih ter družabnih prireditvah. Kje vzamete čas in predvsem energijo?

Prof. dr. Duhovnik: Vprašanje je zelo osebno, zato si zasluži tudi tak

odgovor. Življenje je božji dar, ki ga lahko z vsakdanjikom človek neguje. Imam tudi družinsko okolje, ki mi tako aktivnost tudi omogoča. Posebej pa bi rad poudaril odlično okolje na fakulteti in v vseh krogih, kjer se gibljem. Razumevanje in poslušanje za kreativno delovanje dajeta vsakemu človeku voljo za nova dejanja.

Ventil: Študij strojništva je bil pred tridesetimi in štiridesetimi leti eliten. V devetdesetih letih prejšnjega stoletja je iz znanih razlogov izgubil ves svoj ugled. Zadnja leta ponovno pridobiva na pomenu. Kako nameravate ugled študija strojništva dvigniti na nekdanji nivo? Tu mislim predvsem pri mladih, pri dijakih, ki po maturi izbirajo smer študija.

Prof. dr. Duhovnik: Tehnika in z njim strojništvo je v šestdesetih letih pred-stavljala prepotreben razvoj vseh vrst družb. Zaradi tega je bila nasploh prepoznana kot temeljni del razvoja. Razviti svet je v sedemdesetih letih

začel razvijati nove tehnologije. V poznih devetdesetih letih so tako nastale pomembne razlike v produktivnosti med razvitim svetom in svetom, ki je temeljil na množicah delovnih ljudi. Postavilo se je vprašanje: Zakaj človek sploh živi? Ker je prišlo do prebujanja narodov, se je svet naenkrat znašel brez trga na eni strani in na drugi s preveliko produkcijo. Velikih proizvodnih podjetij z desettisoči delavcev naenkrat ni bilo več treba, stroji so začeli proizvajati stroje, avtomatizacija v mikrosvetu je nadomestila ponavljajoče se gibe. Proizvodnja se je koncentrirala, stara struktura organiziranosti je razpadla, v tovarne so vstopali večinoma izobraženi delavci, število nekvalificiranih delavcev se je manjšalo. V tem obdobju, v začetku 90. let prejšnjega stoletja, je prišlo do največjega zmanjšanja zaposlenosti prav v industriji, pa ne zaradi trga, ampak zaradi popolnejšega uvajanja novih tehnologij. Potrebe po kemikih, metalurgh, strojnikih in tudi gradbenikih so se zmanjšale. Bila je prizadeta vsa tehnika. Svet je kmalu spoznal, da je tehnika del splošne človekove kulture. Prihajale so nove generacije, ki so zahtevale svoj prostor. Nova generacija tehničnih izobražencev je vstopila v nove razsežnosti splošnega človekovega razvoja.

Slovenija je razvita država, zato potrebuje tehnično inteligenco. Dejstvo je, da je te premalo. Z drugačnim razumevanjem potrebnega industrijskega potenciala v razviti Sloveniji bo tehnični kader objektivno še bolj spoštovan in nagrajevan. Naša dolžnost na Fakulteti pa je povečati kakovost študija do take mere, da bodo v podjetjih še bolj razumeli, kdo je naš diplomant.

Ventil: V zadnjih letih je Fakulteta za strojništvo v Ljubljani v slovenskem prostoru dobila kar nekaj konkurence z ustanovitvijo novih fakultet, na primer Fakultete za energetiko v Krškem in z ustanovitvijo višjih strokovnih šol v Novem mestu, Celju, Škofji Loki in drugje. Kako se soočate s to konkurenco in kaj sporočate mladim pri izbiri študija in višje šole oziroma fakultete. V čem ima Fakulteta za strojništvo v Ljubljani prednost pred drugimi podobnimi ustanovami?

Prof. dr. Duhovnik: Poudariti moram, da ja kakovost proforskega kadra na naši Fakulteti v primerjavi s šolami, ki ste jih našli, neprimerljiva. Imamo izjemno dobro opremljene laboratorije, ki jih moramo še bolj odpreti za vse naše študente. To pomeni, da moramo vsakega študenta čim prej pritegniti v neposredno razvojno in kasneje raziskovalno delo. Na Fakulteti je v tem trenutku več kot 140 doktorjev znanosti. Takega okolja ni nikjer v Sloveniji. Študent, ki si želi znanja, bo šel študirat v okolje, ki mu daje več. To pa bo še kako velika vzpodbuda, da bo tudi proforski zbor skupaj s sodelavci ugotovil, da naj bo študent subjekt in bodoči sodelavec ali kolega v stroki.

Ventil: Poklic inženirja strojništva je še vedno domena moških. Kako to, da se tega poklica ne da v večji meri približati mladim dekletom in jih navdušiti za vpis in študij strojništva?

Prof. dr. Duhovnik: Že letos smo na informativnih dnevih opazili precej študentk. Imamo tudi uspešne študentke, ki niso samo »pridne«, ampak se vključujejo tudi na po-

ga vsak človek dobi s spočetjem in ga kasneje neguje, da lahko vse življenje osebnostno raste. Zaradi tega bomo predstavili strojništvo v sedanjem času in pomenu, ki pa je popolnoma drugačen kot pred tridesetimi leti.

Ventil: Z letošnjim vpisom v prvi letnik bo celotni študij na Fakulteti za strojništvo potekal po bolonjski prenovi. Vemo, da je bila Fakulteta zakonsko zavezana k vpeljavi tega načina študija. Mnogi strokovnjaki pri nas v akademskih krogih in v industriji in mnogi po svetu so skeptični do bolonjske prenove študija. Kako vi osebno, ne kot dekan Fakultete za strojništvo, ampak kot strokovnjak iz prakse, gledate na bolonjsko prenovo študija.

Prof. dr. Duhovnik: Kolegi profesorji so razumeli preoblikovanje študija po »bolonji« kot neke vrste izziv. Vsi smo čutili utesnjenost razvoja v starem programu, v pogledu, ki so nastajali tam v sredini 90. let prejšnjega stoletja. Sam sem bil izjemno vesel odprtih diskusij, predlogov o novih vsebinah, v katerih ni bilo sledi eksistenčnih problemov aktualnih profesorjev, ampak v veliki meri strokovni



Upamo, da bomo kmalu doživeli, da bo v predavalnicah Fakultete za strojništvo sedelo enako število deklet kot fantov ali celo več

dročje konstruiranja oz. na vsa področja, kjer se pojavlja uporabna matematika. Navdušenje študentk za študij strojništva mora prihajati iz vedoželjnosti in razvijanja talenta, ki

rezultati posameznih laboratorijev in profesorjev. Razumljivo je, da to ni samo sad dela nekaj let, to je razumevanje potreb po stalnem napredku in kakovosti v mednarodnem

prostoru zadnjih petnajst, dvajset let. Politika vseh vodstev na fakulteti je udeležena misel o vpetosti in razvoju laboratorijev v domače in tuje gospodarstvo.

Ventil: Fakulteta za strojništvo veliko sodeluje z domačo in tujo industrijo. Zaenkrat pa še ni tega, da bi imela posamezna podjetja na fakulteti svoje prostore ali celo laboratorije, v katerih bi skupaj raziskovali nove produkte in storitve raziskovalci s Fakultete in iz industrije. Ali ni zaupanja v industriji ali ni interesa na Fakulteti? Na čigavi strani je krivda?

Ventil: Veliko profesorjev na Fakulteti za strojništvo je vrhunskih svetovno priznanih strokovnjakov, ki veliko objavljajo v eminentnih tujih znanstvenih revijah, veliko profesorjev zelo veliko dela za industrijo, so praktično usmerjeni in nekoliko manj objavljajo v tujih revijah. Veliko profesorjev je odličnih pedagogov, ki manj delajo z industrijo in manj objavljajo, a so zelo priljubljeni med študenti. Vemo, da vsak pedagog na vseh treh prejemanih področjih ne more biti v sami svetovni špici. Kakšen tip profesorja je po vašem mnenju idealen za Fakulteto za strojništvo v Ljubljani?



Prototip vrtalne naprave za natančno izdelavo izvrtin v distančnih vakuumskih posodah fuzijskega reaktorja ITER. Segment vakuumske posode fuzijskega reaktorja je kompleksni zvarjenec. Grobe dimenzije so: širina preko torusa: 5.8 m, višina segmenta: 11.8 m, zunanja dolžina segmenta: 4.5 m. Projekt je pridobil Laboratorij za računalniško podprto konstruiranje – LECAD, na mednarodnem razpisu.

Prof. dr. Duhovnik: Tudi ta čas bo prišel. Podjetja, predvsem mala, imajo na raziskave specifičen pogled. Ne razumejo, da so raziskave še kako pomembne v večjih okoljih, kjer imate potrebno kritično maso raziskovalcev. Razvoj pa se nato opravi v podjetju samem. To je zelo pogosta praksa v razvitih okoljih, zlasti v državah z do 12 mio ljudi. Tudi večje mednarodne korporacije bi morale razumeti, da je zelo nevljudno, celo spotakljivo, samo čakati diplomante in jih zaposliti, ne da bi v okolje študija ne vlagali nazaj za nove generacije.

Prof. dr. Duhovnik: Enotnega vzorca za kakovostnega profesorja ni. Prav pa bi bilo, da profesor, ki ima laboratorij, zagotavlja svoj položaj na univerzi s kakovostnim raziskovalnim delom. Vpliv na okolje bi dokazoval s sodelovanjem z gospodarstvom, z delovanjem v njem ali v tujih inštitutih oziroma univerzah. Ni treba, da ima vsak mednarodne izkušnje za vsako področje, njegova dela morajo pomembno izstopati na področju, kjer dela. Priporočljivo za vso generacijo izpod 35 let, za njeno rast v univerzitetnem okolju pa je: nekajletne izkušnje izven Fakultete za strojništvo in nato vračanje v okolje,

kjer je strokovno začela svojo pot. V preteklosti smo imeli primere, ko so kolegi seštevili dneve do šest mesecev bivanja izven fakultete. Pri nekaterih izvolitvah so mentorji celo izsilili spremembo pravil, kar se mi zdi slabo za splošno kakovost. Stvari pa so se sčasoma uredile.

Ventil: Fakulteta za strojništvo ima velike prostorske težave. Kako boste v bodoče reševali to problematiko?

Prof. dr. Duhovnik: Fakulteta potrebuje nove prostore, kjer bomo lažje zadihali in se razživel v raziskovanju. Mnenja sem, da je za tako kakovostno fakulteto, kot je naša, potrebnih okoli 25.000 m² neto površin. V primerjavi s tujimi univerzami podobne kakovosti bi morali imeti okoli 29.000 do 32.000 m² neto površin. Dejstvo je, da II. stopnja bolonjskega študija zahteva delo v laboratoriju in zato je za vsakega študenta od I. do III. stopnje potrebnih med 12 do 14 m² površin. Prostore iščemo skupaj z Univerzo in upam, da bo lokacija smiselna in dobra za umestitev v primeren univerzitetni okoliš (kampus), ki bo nudil normalen standard za študij.

Ventil: Celotna Univerza v Ljubljani, podobno je tudi na drugih univerzah pri nas, je izredno zaprta za druge strokovnjake. Praktično je nemogoče, da bi še tako priznan znanstvenik, domač ali tuj, dobil službo na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani. Kar veliko profesorjev je na tej fakulteti študiralo, magistriralo, doktoriralo in pridobilo najvišje pedagoške naslove. Vemo, da je drugje po svetu drugače. Ali se na tem področju načrtujejo kakšne spremembe?

Prof. dr. Duhovnik: Vsaka univerza na svetu ima zelo jasno strategijo razvoja, ki praviloma temelji na vrhunskosti. To lahko dosežemo na različne načine. Prav gotovo pa je eden od teh tudi pretok kadrov. Prava univerza zagotovi, da asistenti z doktoratom odidejo na drugo fakulteto, inštitut ali v industrijo. Z izkušnjami in izvedenimi deli tako znanstvenimi in strokovnimi se nato vračajo na fakulteto in gradijo akademsko kariero do izrednega profesorja. Redni profesorji na univerzi pa postanejo

vsi, ki imajo ustrezen vpliv na okolje tako akademske kot gospodarske sfere in imajo laboratorij, kjer je zaposlena kritična masa raziskovalcev, ki ustvarjajo nova znanja. To je proces, ki je običajen na dobrih univerzah. Slovenija je majhna država, vendar si je z vključitvijo v evropski prostor objektivno pridobila to domeno izmenljivosti. Mislim, da je naloga vseh bodočih vodstev vztrajanje pri resničnih kakovostnih kriterijih in ne zgolj na seštevanju enega ali drugega kriterija. Absurdnost seštevanja se danes na fakulteti že kaže v nekaj primerih, ko je izvolitev v višji naziv vezana na neumno izpolnjevanje kriterijev. Moč in nemoč pri teh odločitvah pa se izkazuje v modrosti izvajanja tako sprejetih kriterijev.

Ventil: Število študentov se je v zadnjih letih sicer močno povečalo.

Med mladimi se interes za študij strojništva povečuje. Vemo pa tudi, da povečano število vpisanih študentov še ne pomeni večje kakovosti diplomantov. Verjetno bi si želeli pridobiti večje število nadarjenih dijakov, ki jim je talent strojništva prirojen ali vsaj privzgojen iz otroštva. Kako takšne dijake v srednji šoli prepoznati in navdušiti in kako jih privabiti za študij na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani?

Prof. dr. Duhovnik: Študij strojništva postaja zanimiv. Pri tem moram posebej poudariti, da je splošen upad znanja v srednjih šolah izrazit tako zaradi napačne sheme vzgoje kot izobraževanja. Danes postaja prvi letnik podaljšan četrti letnik gimnazije. Oportunistično ravnanje učiteljev v srednjih šolah in hlastanje za čim večjim številom »pozlačenih«

dijakov je napačno! Poskušali bomo predstaviti poklic inženirja strojništva kot poseben talent za inovativne tehnologije, stroje, naprave, v splošnem mehatroniko, ki lahko izžareva kopico naravoslovnih znanj v njihovi uporabnosti. Preprosto: predstaviti odličnost poklica. Ko bo vzniknila iskrica v dijakovem duhovnem svetu, lahko pričakujemo, da bodo spoznali talent za tehniko in ga razvijali. Naša naloga pa je omogočiti kakovosten študij ne samo na Fakulteti za strojništvo, ne samo v okviru države Slovenije, ampak precej širše.

Profesor Duhovnik, v imenu bralcev revije Ventil se Vam zahvaljujem za pogovor in Vam želim veliko uspehov pri nadaljnjem delu.

Prof. dr. Janez Tušek
Fakulteta za strojništvo, Ljubljana

**Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo – Laboratorij LASIM in
Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo ter
Gospodarska zbornica Slovenije – Združenje kovinske industrije**



najavljajo 6. posvet

**AVTOMATIZACIJA
STREGE IN MONTAŽE 2009 – ASM '09**

v sredo, 11. 11. 2009, ob 9. uri

v prostorih GZS, Dimičeva ulica 13, Ljubljana.

Zaslužni profesor dr. Adolf Šostar

- 75-letnik



Prof. dr. Adolf Šostar

»Družba uporablja, kar so inženirji proizvedli. Samo redki inženirji sledijo izključno svojim idealnim predstavam. Večina inženirjev ima nek cilj, in ta je v okviru naše družbe. Gre namreč za to, da zadovoljujejo potrebe te družbe. Da izdelujejo izdelke, ki ljudem koristijo. Inženirji z večjo inovativnostjo pospešujejo tehnološko spreminjanje,« so bile pogostokrat kritično izrečene misli zasl. prof. dr. Adolfa Šostarja, ki je nedavno praznoval 75. rojstni dan.

Zaslužni prof. dr. Adolf Šostar, zagotovo eden največjih strokovnjakov slovenske strojegradnje, se je rodil v začetku marca 1934 v Ljubljani, maturiral na 1. gimnaziji v Mariboru in študiral strojništvo na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani, kjer je leta 1960 tudi diplomiral.

Že v času svojega študija si je profesor Šostar pridobil izkušnje in prepotrebno praktično znanje na praksah po različnih evropskih tovarnah, kot so Steyer Daimler Puch, Krupp Stahlbau Rheinhausen, Tovarna avtomobilov Maribor, Philipps v Eindhovnu in Götawerke v Göteborgu na Švedskem. V Tovarni avtomobilov Maribor se je leta 1959 zaposlil v Sektorju tehnološke priprave proizvodnje in delal kot konstruktor orodij, pozneje pa kot vodja skupine za osvajanje in preizkušanje proizvodnje.

To je bilo obdobje, ko je s svojimi kolegi v Društvu orodjarjev in v okviru Društva inženirjev in tehnikov intenzivno delal na pripravi pobude za šolanje obratnih inženirjev v Mariboru. Po zelo težavnem utemeljevanju in ostalih ovirah je bil 26. novembra 1959 v Ljudski skupščini sprejet zakon o ustanovitvi Višje tehniške šole (VTŠ) v Mariboru.

S tem so bili dani pogoji za usposabljanje mladih, novih inženirjev strojništva, tekstilstva in drugih tehniških znanj. Prav tako pa so bile ustvarjene možnosti, da se sposobni mladi inženirji iz gospodarstva vključijo v novo izobraževalno središče. Profesor Šostar je bil k takšnemu sodelovanju povabljen že leta 1962 in bil na VTŠ izvoljen za honorarnega asistenta pri profesorju Mareku za predmete Mehanska tehnologija, Priprava proizvodnje in Tehnološke meritve.

Leta 1966 je bil izvoljen za predavatelja teh predmetov, ki jih je strokovno razvijal z najvišjo stopnjo poslušnosti za novosti v znanosti in gospodarstvu. V tej funkciji je razvil tudi izjemno sodelovanje VTŠ z industrijo in pridobil sredstva za opremljanje laboratorijev in gradnjo objektov VTŠ.

V letu 1971 je postal tudi znanstveni sodelavec Inštituta za proizvodno strojništvo na Tehniški univerzi (TU) v Gradcu, Avstrija, kjer je leta 1975 doktoriral in tako pričel pravo akademsko kariero. Kot znanstveni sodelavec tega inštituta je vodil tudi Centralno delavnico Tehniške univerze v Gradcu, od leta 1992 do 1994 pa je

bil gostujoči profesor na tej univerzi na do- in podiplomskem študiju za področje merilne tehnike.

Profesor Šostar je veliko svoje življenjske energije vložil v rast Fakultete za strojništvo in Univerze v Mariboru. Pričel je leta 1975 kot predstojnik strojništva na tedanji VTŠ, v obdobju 1979 do 1983 je bil dekan Visoke tehniške šole, v letih 1984/85 prorektor Univerze v Mariboru in od 1995 do 2001 dekan novoustanovljene Fakultete za strojništvo v Mariboru. Kot dekan Fakultete se je zavzemal predvsem za stalen dvig kakovosti vsebin in izvajanja študijskih programov ter oblikovanje podiplomskega študija.

Že v začetku svoje pedagoško-raziskovalne kariere mu je uspelo skupaj s profesorjem dr. Šmarčanom opremiti Tehnološki laboratorij in Laboratorij za tehnološke meritve. S tem je postavil osnovo za uspešno delo s študenti in raziskovalno delo mladih asistentov in mladih raziskovalcev. Sodobno opremljeni laboratorij je danes nosilec nacionalnega etalona enote za dolžino (op. pisca: danes laboratorij vodi prof. B. Ačko, ki je prevzel nasledstvo prof. Šostarja).

Z raziskovalnim delom in uspešnimi rezultati je postal mednarodno priznan strokovnjak in bil kot ekspert za področje koordinatne merilne tehnike povabljen k sodelovanju v različne evropske komisije pri VDI/VDE, CMMA, ISO-TC3 in TC54. Prav tako je bil kot strokovni sodelavec vključen v podjetja KOMEG in Carl Zeiss za področje koordinatne merilne tehnike.

Organiziral je enega prvih večjih strokovno-znanstvenih sestankov strokovnjakov z vsega sveta leta 1989 v Dubrovniku ter več mednarodnih seminarjev s tega področja na Tehniški fakulteti v Mariboru. Kongresi, znanstveni sestanki in seminarji so predstavljali vodilne smernice razvoja proizvodnih tehnologij, obdelovalnih in merilnih strojev.

Zelo rad je delal s študenti. Svoje izkušnje s področja raziskav je prenašal v procese izobraževanja in tako so študentje dodiplomskega in podiplomskega študija spoznavali nove trende in jih upoštevali pri svojih diplomah, magisterijih in doktoratih. Vedno je poudarjal, da bistvo v tehniškem izobraževanju lahko dosežemo le z avtonomnimi procesi razmišljanja. Zgolj s podajanjem tradicionalnega znanja namreč vse bistveno za prihodnost le redko prodira v ospredje.

Vzpodbujal nas je pri raziskovalnem delu in nam pustil veliko svobode pri iskanju rešitev. Pri mnogih problemih, ki smo jih reševali v obliki konkretnih projektov za različna podjetja, nas je s svojimi izkušnjami usmeril, predvsem pa nesebično pomagal tudi takrat, ko je bilo potrebno razumeti čisto osebne stiske. Pod njegovim vodstvom je tako v Sloveniji kot tudi v tujini diplomiralo, magistriralo in doktoriralo veliko kandidatov.

Fakulteta za strojništvo v Mariboru letos praznuje 50-letnico svoje ustanovitve. Brez dvoma je profesor Šostar eden najzaslužnejših, da je postala ena vodilnih in uspešnejših fakultet Univerze v Mariboru na področju znanstveno-raziskovalnega dela, izvajanja projektov za gospodarstvo, znanstvenih objav in kadrovske pre-



Profesor Šostar s sodelavci Laboratorija za tehnološke meritve (z leve: prof. Šostar, g. Milfelner, g. Žiljcov, prof. Ačko)

nove, prepoznavna doma in v tujini. To je tudi rezultat številnih poti, ki jih je moral opraviti v Ljubljano, da je lahko v okviru pomembnih funkcij v dejavnosti skupščin in komisij za šolstvo in raziskovalno dejavnost Republike Slovenije ter različnih ministrstvih zastopal interese stroke, fakultete, univerze, predvsem pa študentov.

Profesor Šostar je intenzivno usmerjal in poglobljajal mednarodno dejavnost. Zelo rad je pomagal mladim sodelavcem pri iskanju stikov in štipendij, ki so omogočali študij v tujini in s tem neposredno uveljavljenost fakultete. Fakulteta je pod njegovim vodstvom razvila vrsto sodobnih študijskih smeri, kreditni sistem študija, ter bila dvakrat mednarodno evalvirana z uspešno oceno.

Pri statusnih spremembah je veliko sodeloval v različnih organih Univerze od sprejetja Zakona o visokem šolstvu v letu 1993 naprej. Potrebno je bilo definirati akte in nova medsebojna razmerja. V to delo je v nekaterih kritičnih trenutkih posegel z modro presojo in rešitvijo problema v korist fakultete, univerze in zaposlenih.

Zaradi svojega ustvarjalnega prispevka k razvoju fakultete in visokega

šolstva v Mariboru uživa profesor Šostar med nekdanjimi in sedanjimi sodelavci velik ugled.

Pomembne funkcije je opravljal tudi v okviru dejavnosti skupščin in komisij za šolstvo in raziskovalno dejavnost Republike Slovenije pri Ministrstvu za šolstvo in šport in Ministrstvu za raziskovalno dejavnost. Sedaj je član Komisije Republike Slovenije za Zoisove nagrade, Slovenskega meroslovnega sveta in Slovenskega inštituta za standardizacijo. Je član vrste strokovnih društev doma in v tujini ter član Slovenske inženirske akademije in Slovenskega društva za tehniko in naravoslovje SATENA. Dobil je vrsto nagrad, med drugim zlati znak Univerze v Mariboru, državno odlikovanje red dela s srebrnim vencem SFRJ, diplome univerz oz. fakultet v Ljubljani, Zagrebu in Gradcu ter priznanja in diplome strokovnih društev.

Na osnovi izjemnih in pomembnih dosežkov profesorja dr. Adolfa Šostarja na področjih visokošolskega izobraževanja, znanstveno-raziskovalne dejavnosti na Univerzi v Mariboru in drugod ter za prenos znanja in prispevek k razvoju gospodarstva in strokovnih združenj mu je Univerza v Mariboru na predlog Fakultete za

strojništvo v letu 2001 podelila naziv zaslužni profesor.

Profesor Šostar je Mariborčan z dušo v pravem pomenu besede, ki mu ni vseeno, kako se ravna z našim gospodarskim in tehničnim prostorom. V svojem življenju je doživljal gospodarske vzpone in padce v Mariboru. Kot dečka so ga zanimali Puchovi avtomobili in motorji, ki so bili pomemben del gospodarske in tehniške zgodovine severovzhodne

Slovenije. Da ne bo ta zgodovina prepuščena času pozabe, je tudi na tem področju opravil zelo pomembno nalogo – zapisal je zgodovino strojništva v Mariboru od njegovih začetkov do današnjih dni.

Sodelavci Inštituta za proizvodno strojništvo, Fakultete za strojništvo in Univerze v Mariboru, nekdanji študentje, njegovi diplomanti, magistranti in doktorandi in vsi, ki smo z njim sodelovali, vemo, da profesor

Šostar ni le velik strokovnjak, znanstvenik in vodja, temveč inženir in predvsem človek, ki je vedno našel čas, da ti je prisluhnil in svetoval.

Ob njegovem visokem jubileju mu želimo še veliko ustvarjalnih, življenjsko polnih let!

*Dr. Darko Lovrec,
Fakulteta za strojništvo,
Univerza v Mariboru*



Fluidna tehnika 2009

7. bienalna konferenca
Drugi poziv avtorjem

17. in 18. september 2009

Maribor, Kongresni center Habakuk



Temeljni namen konference FLUIDNA TEHNIKA 2009 je pospešiti prenos najnovejših raziskovalno-razvojnih dosežkov in spoznanj v vsakodnevno prakso in predstaviti nove proizvode in storitve z vseh področij tehnike, kjer se uporabljata hidravlika in pnevmatika. Še posebej sedaj, ko vlada svetovna recesija, se moramo zavedati, da je imeti prave informacije s strokovnega področja velika strateška prednost podjetja.

Na konferenci FT 2009 bomo namenili osrednjo pozornost aktualnim usmeritvam na področju razvoja komponent in sistemov fluidne tehnike – tako mobilnih kot stacionarnih. Dotaknili se bomo vseh segmentov fluidne tehnike: tehničnih novosti na področju razvoja komponent, hidravličnih tekočin, njihovi negi in nadzoru stanja, številnih konstrukcijskih podrobnosti, ki izboljšajo delovanje in zanesljivost komponent ali sistema, novosti na področju zakonodaje in standardov, premišljenih primerov uporabe in izobraževanja na tem področju.

Na preteklih konferencah smo uspešno prepletali nove tehnološke dosežke s poslovnimi cilji slovenskih podjetij, s predstavitvijo dobrih praks in problemov iz prakse. Zato je tudi letos osrednji moto konference FT 2009: povežimo raziskovalno in podjetniško sfero – tudi v širšem evropskem kontekstu.

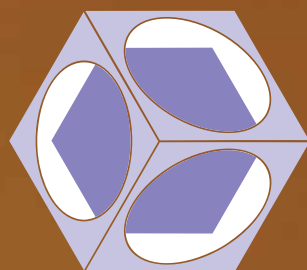
Konferenca Fluidna tehnika 2009 prerašča svoje dosedanje okvire: postaja mednarodna konferenca, prepoznavna med domačimi in tuji strokovnjaki s področja fluidne tehnike.

Vljudno vabljeni k prijavi svojega prispevka kot avtorji, razstavljavci ali pokrovitelji!

Doc. dr. Darko Lovrec,
vodja organizacijskega in programskega odbora konference

Več informacij lahko dobite na elektronskem naslovu: d.lovrec@uni-mb.si
oz. na spletni strani: <http://ft.fs.uni-mb.si/>.

Delo in znanje - vzdrževanje
DRUŠTVO VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE



DVS

KDO SMO?

Smo društvo, ki združuje podjetja in osebe, ki se posredno ali neposredno ukvarjajo z vzdrževalno dejavnostjo.

NAŠA DEJAVNOST

- Izdajamo revijo "Vzdrževalec".
- organiziramo stalna svetovanja in seminarje s področja vzdrževanja.
- vsako leto organiziramo srečanje vzdrževalcev.

KJE NAS NAJDETE

DRUŠTVO VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE in
UREDNIŠTVO REVIJ VZDRŽEVALEC
Stegne 21 c, 1000 Ljubljana
Uradne ure: vsak torek, sredo in četrtek
od 9. do 14. ure v pisarni društva
T: 01 511 30 06
F: 01 511 30 07
M: 041 387 432 (dosegljiv vsak dan)
E: tajnik@drustvo-dvs.si
I: <http://www.drustvo-dvs.si>

Posvet Vitka organizacija

Recesija je pravi čas za vitko spremembo, so sklenili govorniki in udeleženci posveta Vitka organizacija: Kako se prilagoditi novim razmeram?, ki je potekal na GZS 11. 3. 2009.



Udeleženci posveta med predavanjem

Slovenski izdelki so kakovostno na svetovnem nivoju, vendar naši poslovni procesi ustvarijo letno le 30.000 € dodane vrednosti na zaposlenega, kar je polovica avstrijske učinkovitosti, je nagovoril preko 120 udeležencev **Samo Hribar Milič**, direktor Gospodarske zbornice Slovenije. Organizacijske inovacije omogočajo premoščanje te razlike.

Običajno najprej poskušamo spreminjati tako, da se ne bi nič spremenilo. Vendar je kriza realnost in ni le sezonski pojav, je menil **Gregor Golob**, minister za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo. Potrebne so strukturne spremembe tako v gospodarstvu kot v politiki. Marsikatero podjetje in tudi država sta na meji bankrota. Samo manjšanje stroškov in pritiskanje na ljudi oslabi organizacije in destimulira dobre sodelavce, potreben je premik od »delati več« proti »delati bolje«. Organizacijske inovacije so ravno tako pomembne kot inovativnost na področju razvoja izdelkov in tehnologij. Izboljšave so možne povsod, temeljijo pa na znanju, kulturi odnosov in inovativnosti. Intelktualnega

potenciala imamo dovolj. Predstavljeni primeri dobre prakse prikazujejo, kako k izboljšavam pritegniti vse zaposlene, še posebej, ker se recesija v psihološkem smislu že spreminja v depresijo. Vlada želi opraviti svojo vlogo v dialogu z vsemi, ki se aktivno lotevajo uvajanja izboljšav.

Na posvetu so bili prikazani praktični primeri izboljšav v organizacijah **Iskra Mehanizmi, Goodyear, Sava Tires, SB Jesenice, Grammer, Revvoz, Citius, Hidria, Litostroj, Trim, TIA, Polylcom, Henkel, Eti Izlake in Cimos**. Sodelovali so tako praktiki

iz industrije kot **raziskovalci iz mariborske in ljubljanske univerze**. Kot rdeča nit so bili v več prispevkih prikazani naslednji ključni dejavniki uspešnosti uvajanja vitke organizacije in organizacijskih inovacij:

- Prikazane izboljšave prispevajo k pomembnim ekonomskim učinkom. Na primer: v Iskra Mehanizmi so v osmih letih podvojili zaposlenost, povečali prodajo za osemkrat, znižali odpadek za več kot desetkrat, za večkrat znižali stroške izdelkov in za nekajkrat presegli povprečno število inovacij na zaposlenega v primerjalnih industrijah. Danfoss Trata je lani presešel 100.000 € dodane vrednosti na zaposlenega letno in dobil evropsko nagrado. V SB Jesenice so tudi s pomočjo uvedbe klinične poti dosegli pomembno nižje stroške in eno najboljših ocen zadovoljstva pacientov v Sloveniji.
- Predstavljeni primeri so bili večina iz proizvodnje in vodenja podjetij, nekaj tudi iz logistike in medicine. Objavljeni primeri dobre prakse na svetovnem

nivoju kažejo na uporabo v zelo različnih dejavnostih, kot so proizvodnja, razvoj, trgovina, zdravstvo, servisne dejavnosti, vojska in uprava.

- Leta nazaj so še potekale razprave, kaj v podjetju ustvarja vrednost za kupca. Počasi nastaja konsenz. Vrednost ustvarjajo procesi in ljudje, ki se v te procese vključujejo. To ne dokazujejo le uspešne vitke organizacije, kot sta Toyota in Boeing, ampak tudi ISO-organizacijski standardi in pomembna združenja za poslovno odličnost in projektno vodenje.
- Proces v organizacijah so daleč od idealnih. Vsi vsebujejo priložnosti za zmanjšanje nepotrebnih potrat, kot so čakanje, ustvarjanje izdelkov ali informacij na zalogo, ponovne obdelave, nezanesljiva oprema, preobremenjevanje ljudi ali strojev, nepotrebno prevažanje, skladiščenje in preštevanje, pa tudi ignoriranje ustvarjalnega potenciala zaposlenih. Vitka organizacija pomeni, da moramo za učinkovito odpravljanje potrat vpeljati ustrezno merjenje.
- Vitka organizacija je zaveza na dolgi rok. Prve izboljšave in prihranke je možno vpeljati v nekaj mesecih. Vendar traja vsaj nekaj let, da podjetje na vseh nivojih vpelje vitkost in doseže, da boljši načini dela postanejo navada in običajna praksa.
- Koliko to stane? Nič. Prihranki že sproti več kot pokrijejo stroške vloženih naporov. V nekaj letih akumulirana večja učinkovitost omogoči podjetju ostati na spisku živih. Vprašanje, ali si lahko privoščimo vpeljavo vitke organizacije, je zgrešeno. Pravo vprašanje je, ali si lahko privoščimo, da ne vpeljemo vitke organizacije.
- Najbolj pomembna je zavezanost vodstva. Največji učinki se dosežejo, če je vitka organizacija glavni pristop, filozofija in vodstveno orodje vodstva. Kjer je naloga delegirana nekemu, ki ni

član vodstva, so možnosti uspeha zanemarljive.

- Vitka preobrazba stoji in pade na ljudeh. Je sprememba načina dela in kulture odnosov v podjetju. Potrebni so dolgoletni napor, pritegnitev prav vseh v proces izboljševanja. Veliko je izobraževanja in usposabljanja. Dolgoletni odpori so posledica dolgoletnega spreminjanja. Bistvena je potrpežljivost vodstva, ki zna vztrajati. Če vodstvo ne zdrži teh odporov, če nima poslušnosti za delo z vznemirjenimi sodelavci, sprememba zastane. Statistika tukaj ni milostna, veliko vodstev se loti spremembe napol in ne dobijo pravih rezultatov.
- Analize kažejo, da predvsem srednji in nižji menedžment nima dovolj mehkih znanj, veščin in sposobnosti za delo z ljudmi, zato je njihovo usposabljanje še toliko pomembnejše.
- Vitka preobrazba ne prenese manipulativnega pristopa vodstva, ki zahteva rezultate na silo in s tem ponižuje sodelavce na nivo inventarja, ki se po uporabi zavrže. V več letih se vzpostavi kultura sodelovanja in povezane dejavnosti. En sam ignorantski direktor, ki ni zrasel skozi sistem izboljšav in ni njegov soavtor, lahko v nekaj tednih uniči sadove desetletja dela. Večje korporacije na primer zahtevajo nekajletno uspešno prakso vodenja projektov izboljšav za vsa vodstvena imenovanja. Neredko jih za nekaj let dajo v skupino za stalne izboljšave, preden smejo prevzeti kakršnokoli organizacijsko odgovornost.
- Podjetje mora sistem stalnih izboljšav implementirati na sebi lasten način – torej ga mora prilagoditi lastnim potrebam. Kmalu morajo zaposleni postati avtorji, uvajalci, učitelji, izvajalci in uporabniki sistema.
- Na posvetu je bilo največkrat predstavljeno orodje načrtovanje toka dodane vrednosti (angleško: Value Stream Mapping). Glavna moč tega orodja je združevanje sodelavcev z različnih funkcij pri skupnem risanju procesa, predlaganju boljšega pro-

cesa in skupnem planiranju aktivnosti in zadovolžitev za dosego želene ga stanja. Pri- kazani so bi- li primeri iz- boljšav proi- zvodnih pro- cesov od sk- ladišča do- baviteljev do skladišča ku- pca in prime- ri izboljšav p- rocesov vodenja projektov.

- Uvedba vitke organizacije lahko poteka hitreje, z večjo verjetnostjo uspeha in z večjimi prihranki, če pomagajo izkušeni konzultanti. Vendar je to le pomoč, organizacija mora te novosti posvojiti in organizirati izvajanje. Dobra praksa kaže, da podjetja imenujejo za to področje člana vodstva, srednja in večja podjetja pa oblikujejo tudi profesionalno skupino za vodenje projektov izboljšav.
- Recesija ni čas za staromodna varčevanja na načine, ki poslabšajo servis kupcem in oslabijo zmožnosti podjetja. To je čas za pritegnitev zaposlenih k preoblikovanju načina dela.

Po posvetu se je petindvajset udeležencev zbralo na razpravi glede stalne organiziranosti uvajanja vitke organizacije v Sloveniji. Glavni poudarki iz razprave:

- Organizacija rednih letnih posvetov praktikov in raziskovalcev vitke organizacije naj postane stalna praksa.
- Boljšo medsebojno povezanost in izmenjavo dobrih praks želimo omogočiti z različnimi aktivnostmi, kot so spletna stran, forum, povezave z organizacijami, redno obveščanje in izdajanje publikacij.
- Navzven se bomo povezovali s tujino, ministrstvi, gospodarsko in obrtno zbornico, podjetniškimi centri in drugimi zainteresiranimi organizacijami.
- Za uvajanje vitke organizacije v različna podjetja potrebujemo



Minister Gregor Golobič, dr. Peter Metlikovič in Samo Hribar Milič

standardni izobraževalni program, primeren tako za vodstva kot za prakse uvajanja. Organizirali bi tudi ogled najboljših praks v podjetjih doma in po svetu.

- Povezani imamo dovolj izkušenj in kadrovskega potenciala, da pomagamo pri vitkih preobrazbah tudi večjih organizacij in podjetij.
- V dialogu z ministrstvom bomo poskušali najti načine, kako čim več organizacijam omogočiti tovrstni napredek.
- Mala in srednja podjetja najbolj potrebujejo uvajanje vitke organizacije. Kritična točka je pritegniti vodstva podjetij, razviti model informiranja in vpeljave.
- Koncepte in prakse vitkosti želimo širiti z izvajanjem projektov in popularizacijo v šolah vseh stopenj.
- Zainteresirani za sodelovanje naj se obrnejo na naslov: *peter.metlikovic@siol.net*

Dr. Peter Metlikovič

Ptica – zavod, Kranj

Simona Rataj, Gospodarska zbornica Slovenije



Walter Hunger, povojni pionir hidravlike †

4. decembra 2008 je v Lohru na Maini umrl dr. Walter Hunger, eden od znanih nemških povojnih pionirjev pri razvoju hidravlike. Življenje, polno neverjetne ustvarjalnosti, improvizacije, raziskav in razvoja, je končano. Kot inženir po duši in telesu je bil W. Hunger dolga leta v konici napredka hidravlike v Nemčiji, Evropi in svetu. Iz kovaškega vajenca se je razvil v pravega inženirja inovatorja in spoštovanega mednarodnega podjetnika, vodjo Hunger Hydraulik Gruppe.

Rodil se je 4. aprila 1925 v Chemnitzu. Kariero je pričel kot kovinar, ki se je po vrnitvi iz 2. svetovne vojne pričel ukvarjati s samostojnim inženirskim in podjetniškim delom. Iz odpadnega vojaškega materiala je začel izdelovati navadne traktorske prikolice in druge kmetijske priključke. Kmalu je razvil prvi prekucnik s hidravličnim prekucnim mehanizmom in lastnimi hidravličnimi valji in črpalkami. Poslovno uspešen je hitro postal največji privatni podjetnik v takratni Vzhodni Nemčiji, ki je sodeloval z vzhodnimi državami, kot sta Poljska, Romunija, pa tudi z Avstrijo.

Ko so vzhodnonemške oblasti zahtevale prevzem lastništva podjetja, je s svojo družino in najbližjimi



sodelavci ilegalno odšel v Zvezno republiko Nemčijo. V Lohru na Maini je ustanovil novo podjetje Walter Hunger KG. Najprej je razvijal in izdeloval posebne izvedbe hidravličnih valjev in v naslednjih 50 letih postal svetovno znan izdelovalec posebnih izvedb in velikosti hidravličnih valjev, namenjenih zlasti vodogradbenim objektom (izvirna rešitev tudi za vodno elektrarno Železne dveri v takratni Jugoslaviji), jeklarski industriji, pomorstvu, gradnji predorov ipd.

Vzporedno z razvojem in gradnjo valjev se je ukvarjal tudi z razvojem in proizvodnjo posebnih tesnil in vodil za hidravlične valje in druge

sestavine. Zato je že leta 1979 ustanovil tovarno tesnil Hunger Seals za izdelavo mednarodno uveljavljenih patentno zaščitene tesnil in tesnilk. Ustanovil je številna hčerinska podjetja v Indiji, Veliki Britaniji, na Kitajskem in v Združenih državah Amerike ter postal lastnik preko 200 različnih patentov.

Po letu 1991 je spet odprl številna podjetja v nekdanji Vzhodni Nemčiji in postal tudi častni doktor Tehniške univerze v Chemnitzu. 1995. leta je bil nagrajen s posebno nagrado nemške industrije za varstvo okolja, leta 1996 pa ga je dr. A. Merklova nagradila z zveznim križem za posebne zasluge.

Omeniti moramo še njegovo izredno plodno sodelovanje z Ameriško agencijo za vesoljske raziskave (NASA) in prispevek pri reševanju problemov tesnjenja in tesnilk po nesreči raketoplana Challenger.

Ob izgubi izrednega inženirja, podjetnika in vizionarja na področju hidravlike tudi mi izražamo svojcem, prijateljem in vsem nemškim kolegom iskreno sožalje.

*Anton Stušek
Uredništvo revije Ventil*



TEHNOLOŠKI PARK LJUBLJANA

01

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

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

Start:up Slovenija 2009

Letošnje tekmovanje za najboljše Start:up podjetje v Sloveniji je zaključeno. Izmed sedmih finalistov tekmovanja sta dve podjetji redna člana Tehnološkega parka Ljubljana.

Na mednarodni podjetniški konferenci **PODIM** v Mariboru so razglasili najboljše Start:up podjetje 2009. Omenjeno tekmovanje sta organizirali *Tovarna podjetmov* in *Javna agencija za podjetništvo in tuje investicije* v sodelovanju s številnimi regionalnimi partnerji, med njimi je tudi Tehnološki park Ljubljana.

Do predpisanega roka se je na Start:up Slovenija prijavilo 34 podjetij iz celotne Slovenije. Veliko jih prihaja iz podjetniškega podpornega okolja (inkubatorji, univerzitetni inkubatorji in tehnološki parki). Jedrnate povzetke vseh prispelih poslovnih načrtov je pregledala predseleksijska komisija, ki je izbrala 7 finalistov. Finalisti so 19. marca z osebnim zagovorom poskušali prepričati celotno 22-člansko strokovno komisijo tekmovanja, ki je tudi izbrala zmagovalca.

Predseleksijska komisija v sestavi prof. dr. Miroslav Rebernik, mag. Jure Verhovnik, Jure Mikuž, Blaž



Z leve proti desni: Barbara Bregar-Mrzlikar, direktorica CEED Slovenija; mag. Matej Rus, direktor Tovarne podjetmov; predstavniki podjetja G-1 d.o.o.; v.d. direktorja JAPTI Igor Plestenjak; finalisti Start:up, prof. dr. Miroslav Rebernik.

Kos, Darko Butina, Marjana Zagode, Andrej Kos in mag. Matej Rus je na podlagi povzetkov poslovnih načrtov in ob upoštevanju temeljnih pravil tekmovanja Start:up Slovenija izmed 34 prispelih prijav za predstavitev pred celotno strokovno komisijo izbrala 7 finalistov:

1. G-1, d. o. o.,
2. Konstelacija H2, d. o. o.,
3. Lumian, d. o. o., redni član Tehnološkega parka Ljubljana,
4. OBS, d. o. o.,
5. OptiLab, d. o. o., redni član Teh-

- nološkega parka Ljubljana,
6. Uniki, d. o. o.,
7. Versor, d. o. o.

Laskavi naziv je pripadel podjetju G-1, d. o. o., nagrado za najboljši spisan poslovni načrt je prejel redni član Tehnološkega parka Ljubljana *Optilab, d. o. o.*, najboljši spletni start:up pa je postalo podjetje *Spletosfera, d. o. o.*, prav tako redni član Tehnološkega parka Ljubljana.

www.tp-lj.si

O podjetju Optilab, d. o. o.

Optilab, d. o. o., ponuja rešitve, ki združujejo najnaprednejše metode za odkrivanje goljufij in učinkovito podporo postopkom za razreševanje in obvladovanje goljufij in nepravilnosti.

Njihov vodilni izdelek Admiral je napredna računalniška rešitev, ki podjetjem pomaga preprečevati in odkrivati goljufije. Po odkriti goljufiji Admiral poskrbi, da podjetje izbere ustrezne sodne oziroma izvensodne postopke, in ga učinkovito usmerja po zapletenih procesih, ki vodijo v povračilo škode.

O podjetju Spletosfera, d. o. o.

Osrednja kompetenca podjetja je razvoj inovativnih spletnih rešitev, ki jih stranke uporabljajo za promocijo in trženje svojih produktov ter storitev. Strankam pomagajo pri upravljanju spletne predstavitve, spletnem trženju in prodaji ter pri vzpostavitvi spletnih skupnosti.

Izjemno uspešen 3. Nanotehnološki dan



3. nanotehnološki dan na sliki potrjuje izjemno udeležbo, preko 240 udeležencev

3. Nanotehnološki dan je bil eden najuspešnejših doslej. Organiziral ga je odbor za znanost in tehnologijo pri OZS. Soorganizatorja pa sta bila evropska mreža EEN in GR v Ljubljani.

Preko 240 udeležencev in odlična zasedba strokovnjakov in znanstvenikov govorijo o uspešnem dogodku. Nikoli doslej se nista gospodarstvo in znanost tako neposredno srečala. Odlične predstavitve strokovnjakov z različnih fakultet, Instituta Jožef Stefan in Kemijskega inštituta v Ljubljani so podjetnikom približale nanotehnologijo kot znanost, kot vedo naše prihodnosti. Vse prisotne je v imenu ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo Republike Slovenije nagovoril direktor direktorata za tehnologijo pri MVZT **dr. Aleš Mihelič**. Dogodka se je udeležil tudi direktor

direktorata za podjetništvo in konkurenčnost ministrstva za gospodarstvo Republike Slovenije **mag. Miran Pleterski**. V imenu Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije je vse prisotne pozdravil tudi generalni sekretar **dr. Viljem Pšeničnik**.

K pomembnosti dogodka je nedvomno prispeval uvodni govor **prof. dr. Jadrana Lenarčiča**, direktorja Instituta Jožef Stefan, največjega slovenskega znanstvenoraziskovalnega inštituta. Gost dogodka je bil tudi znanstvenik svetovnega formata **prof. dr. Bernard Roth** z Univerze Stanford (ZDA). Področje nanoelektronike v informacijski tehnologiji je predstavil **doc. dr. Iztok Kramberger** s Fakultete za elektrotehniko in računalništvo in informatiko Univerze Maribor. Mikro- in nanostrukture v elektroniki, medicini in kemiji je predstavil **prof. dr. Slavko Amon** s Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani.

Izdelavo nanomaterialov za sončne energetike je predstavil vodja laboratorija za spektroskopijo materialov **prof. dr. Boris Orel** s Kemijskega inštituta v Ljubljani. Manipulacijo mikro- in nanodelcev z električnim in magnetnim poljem za medicinske in druge aplikacije je predstavil **doc. dr. Dejan Križaj** s Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. O nanocevkah MoS₂ in varnosti nanotehnologij je govorila **doc. dr. Maja Remškar** z Instituta Jožef Stefan. Elektronske tekstilije, stanje in razvoj novih tekstilnih materialov je predstavila **doc. dr. Tatjana Rijavec** z Naravoslovnotehniške fakultete, Oddelek za tekstilstvo, Univerza v Ljubljani.

Specifične zahteve za vgradnjo elektronike v tekstil in fleksibilna tiskana vezja, mikrokontrolerje, senzorje, aktuatorje in vire električne energije je predstavil **doc. dr. Marjan Jenko** s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani. Vključevanje malih in mikropodjetji v 7. OP je predstavil **mag. Rajko Sabo** iz MVZT. Primer dobre prakse, kako lahko znanstvenik uspe tudi kot podjetnik v svetovnem merilu, je predstavil direktor podjetja CosyLab **dr. Mark Pleško**. CosyLab je vodilno svetovno podjetje na področju jedrskih pospeševalnikov in radijskih teleskopov. Podjetje deluje v ZDA, Kanadi, Japonski, Avstraliji in seveda v Evropi. 3. Nanotehnološki dan je potrdil dejstvo, da bo naša prihodnost izjemno odvisna tudi od nanotehnologije.

*Janez Škrlec,
predsednik odbora za znanost
in tehnologijo pri OZS*



Dnevi industrijske robotike

Med 30. marcem in 3. aprilom smo študentje 4. in 5. letnika robotike na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani organizirali sedaj že tradicionalni projekt DIR 2009 – Dnevi industrijske robotike 2009.

Namen delavnice je ponuditi našim mlajšim kolegom in ljudem, ki jih to zanima, možnost, da si v tem tednu pridobijo dodatna znanja s področja robotike in spoznajo številna slovenska podjetja, ki imajo potrebe po kadrih s teh področij.



Strežba pijače z robotom Motoman

Delavnica poteka v sodelovanju z Laboratorijem za robotiko in biomedicinsko tehniko in društvom ŠOFE.



Robotski vid podjetja FDS Research (montiran na robota Denso)

Prvi dan je bil namenjen seznanjenju obiskovalcev z osnovno robotsko terminologijo, varnostjo pri delu z roboti, humanoidno robotiko in prodorom robotizacije na nova aplikativna področja, kot sta gradbeništvo in prehrabna industrija.

Sledili so trije dnevi aplikacij z realnimi roboti podjetij Motoman, ABB, Epson, FDS Research, Stäubli in Fanuc. Tako je vsak udeleženec imel možnost izbirati med



Robota ABB v t.i. MultiMove načinu gibanja



Prototipska robotska celica za vlaganje gllecev na paleto (robot Epson)

9 zanimivimi aplikacijami in v praksi preizkusiti zadnje tipe industrijskih robotov ter njim pripadajočo senzoriko.

Zadnji dan je bil namenjen ekskurziji v dve zanimivi podjetji v Sloveniji – Starkom in Palfinger, ki imata robotiziran in avtomatiziran velik del svoje proizvodnje.

*Jalen Štremfelj,
Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana*

VENTIL

REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

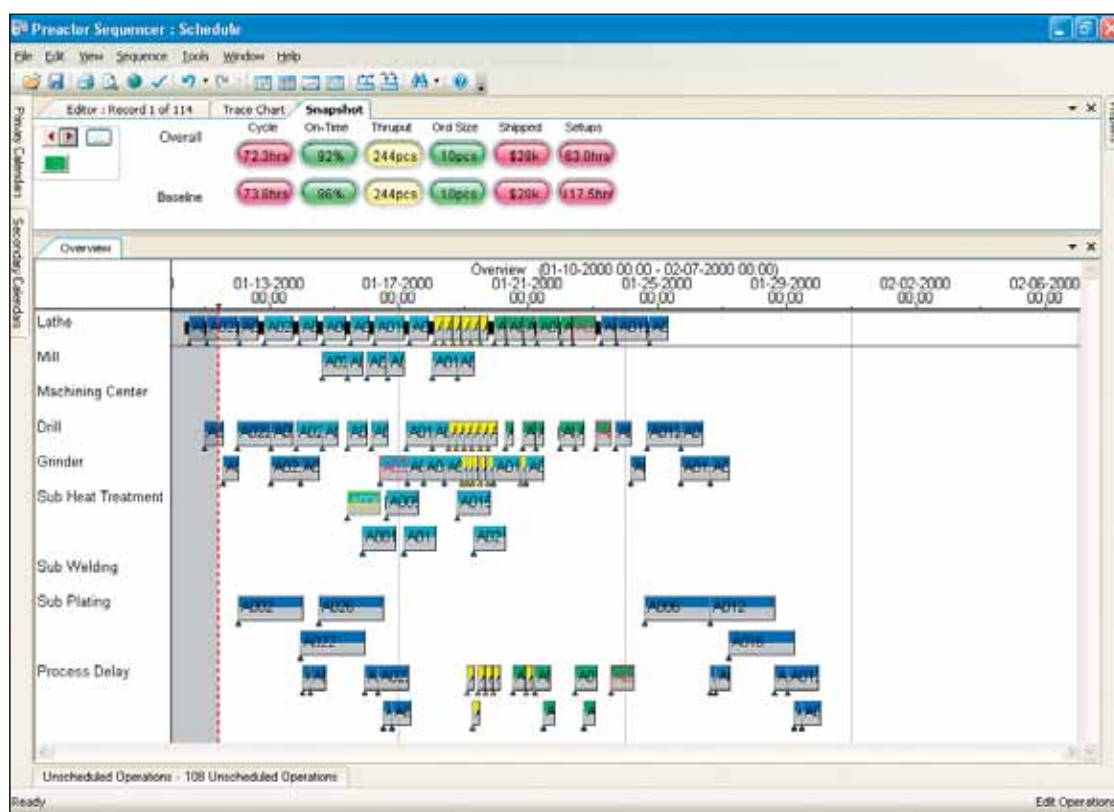
telefon: + (0) 1 4771-704
 telefaks: + (0) 1 4771-761
<http://www.fs.uni-lj.si/ventil/>
 e-mail: ventil@fs.uni-lj.si

Nadaljnja rast v 2008 utrjuje zaupanje v Preactor

Preactor International, vodilna svetovna programerska hiša, specializirana za planiranje in razvrščanje opravil, je napovedala nadaljevanje svoje trajne rasti. V letu 2008 so zabeležili 21-odstotno povečanje prodaje glede na prav tako rekordno leto 2007.

425 podjetij, izkazujejo nekaj prevladujočih skupnih značilnosti izvajanja Preactorjevih rešitev. Prepoznana je hitrost uvedbe v kombinaciji s hitrim učinkom na prihranke pri stroških, kar je najbolj iskana lastnost v trenutni ekonomski klimi. Prav tako se kaže, da bodo proizvodna podjetja čedalje bolj investirala v rešitve, ki so se z rezultati izkazale v okvirih njihove panoge.

In nadaljuje: »Na področju planiranja in razvrščanja opravil imamo skupaj z našo mrežo partnerjev neprimerljiv nivo izkušenj v doseganju rezultatov. O hitrem povratku investicije je lahko govoriti, vendar težje izpolniti. Imamo več kot 100 preverljivih študij primerov uvedbe. Ti so prosto na razpolago na naši spletni strani proof.preactor.com.«



Preactor APS z dodatkom za spremljanje kazalcev ustreznosti trenutne razvrstitve

Skupnost uporabnikov orodij Preactor se je v letu 2008 povečala za 250 podjetij. Med novimi uporabniki so mala in srednja podjetja ter tudi velika globalna podjetja. Po panogah je bila dosežena pomembna rast v živilskopredelovalni industriji, farmaciji in proizvodnji ostalih življenjskih potrebščin. Poleg tega je veliko novih uporabnikov med podjetji iz oskrbnih verig omenjenih panog, na primer iz embalažne industrije.

Povratne informacije iz Preactorjeve globalne partnerske mreže, ki je v letu 2008 tudi znatno zrasla in zdaj šteje

Mike Novels, predsednik in CEO, dodaja: »Proizvodna podjetja ne glede na velikost danes bolj kot kdajkoli potrebujejo hiter in pozitiven vpliv na dobičkonosnost investicij v IT. Poleg tega morajo ohraniti ali celo izboljšati konkurenčnost. To velja tudi za velika večnacionalna podjetja, sestavljena iz lokalnih tovarn različnih velikosti in kompleksnosti. Ta potrebujejo enotno rešitev za celo skupino. Dejstvo, da je mogoče Preactor z lokalnimi strokovnjaki sočasno in hitro uvesti na več lokacijah, prinaša ne samo hitre rezultate v posamezni tovarni, temveč tudi v skupini kot celoti.«

in celotnih oskrbnih verig,« dodaja Mihael Krošl, zadolžen za razvoj poslovanja s Preactorjem v Sloveniji.

Vir: INEA, d. o. o., Stegne 11, 1000 Ljubljana, tel.: 01 513 8100, faks: 01 513 8170, e-mail: info@inea.si, <http://www.inea.si>, g. Mihael Krošl



O podjetju Preactor International

Preactor International je vodilni svetovni proizvajalec programske opreme za planiranje in razvrščanje opravil. Njihove rešitve uporablja širok spekter podjetij. Pogosto v integraciji z rešitvami ERP, MES in SCM uporablja Preactorjevo prodorno tehnologijo več kot 2300 majhnih, srednjih in tudi velikih večnacionalnih podjetij s sedeži v 65 državah.

Preactor je vzpostavil partnerstvo z več kot 400 podjetji po celem svetu za zagotavljanje lokalne podpore izvajanja rešitev. Več kot 1000 akreditiranih strokovnjakov dela v tesnem stiku z uporabniki in na ta način vsakemu podjetju zagotavlja izpolnitev edinstvenih zahtev.

Trenutni trendi zniževanja stroškov v proizvodnji so usmerjeni v zniževanje ravni zalog ob sočasnem ohranjanju zmožnosti odzivanja na krajše roke za zadovoljitev povpraševanja odjemalcev. Preactor ponuja družino orodij za izvajanje informacijske podpore srednje- in dolgoročnega planiranja kapacitet ter podrobnega razvrščanja. Preactor je preveden v 30 svetovnih jezikov.

Orodja Preactor delujejo na standardni strojni opremi, operacijskih sistemih in podatkovnih bazah. Podjetje je že dolgo Microsoft Gold Partner. Svoje izdelke redno potrjuje za uporabo na Microsoftovih

platformah in podatkovnih bazah. Uporablja najnovejše razvojne tehnologije in običajno izda vsaj eno novo verzijo letno.

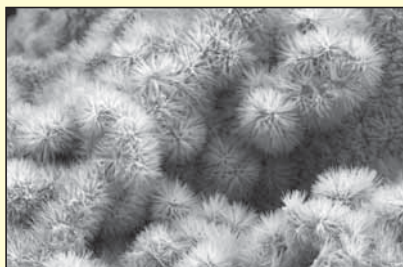
S 15 leti strokovnih izkušenj s tehnologijo planiranja in razvrščanja opravil, 2300 podjetji kot uporabniki, več kot 10.000 nameščenimi licencami in obsežno partnersko mrežo za zagotavljanje lokalnega strokovnega znanja in podpore nudi Preactor International globalnim podjetjem dokazano uspešno rešitev in globalne zmogljivosti za izvedbo večnacionalnih projektov.

Konferenca o naprednih materialih

Cilj konference

Cilj konference je pregledna predstavitev materialov na definiranih področjih, to je v tehniki, zlasti elektrotehniki, elektroniki in mikroelektroniki, polimernih in elastomernih materialov, materialov v gradbeništvu in tekstilni industriji ter kovinskih materialov. Obravnavani materiali so evidentirani v tehnološki platformi NaMaT in drugih tehnoloških platformah ter v razvojni skupini MATERIALI Sveta za konkurenčnost RS.

Odločili smo se za zelo širok izbor materialov zaradi medsebojnih sinergijs-



kih učinkov različnih panog tehnike, ki uporabljajo sodobne materiale ali morajo raziskovati in razvijati nove materiale za svoje potrebe.

Informacije na posvetu bodo potekale v več smereh: informacije o temeljnih in aplikativnih raziskavah od inštitucij znanja proti industrijskim uporabnikom in infor-

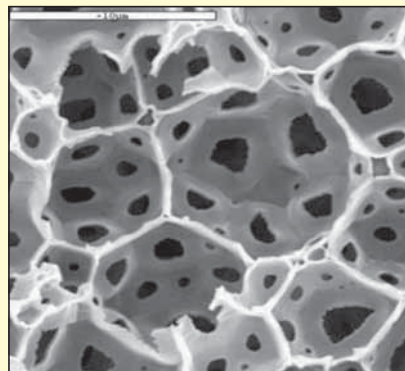


macije o aplikativnih razvojnih problemih in potrebah od podjetij proti inštitucijam znanja, nadalje informacije med različnimi uporabniki materialov v elektroindustriji, gradbeništvu, tekstilni industriji, industriji predelave plastike in druge.

Udeleženci posveta bodo dobili celovit pogled na temeljne in aplikativne raziskave, razvoj materialov kot tudi na potrebe za aplikacije v izdelkih.

Program konference

Sestanek bo organiziran kot niz predstavitev laboratorijev, odsekov in podjetij



na področju materialov in iz različnih industrijskih panog, ki so nekateri zajeti v SRA NaMaT ali v SRA drugih tehnoloških platform. Materiali so razdeljeni v programske skupine. Vsaka programska skupina bo predstavljena s preglednim predavanjem in nizom predstavitev predavanj, katerih cilj je informirati o dosežkih in možnostih aplikacije posameznih skupin materialov.

Predviden datum in kraj konference je 3. in 4. Junij 2009 na Institutu »Jožef Stefan« - velika predavalnica. Sledite informacije na www.zavodtcsemto.si, Jožef Perne, Tehnološki center SEMTO

LEOSS – edini v Sloveniji z najvišjim partnerskim statusom z Zebro

Korporacija Zebra v regiji EMEA že tretje leto zapored izvaja svoj program PartnersFirst®, v okviru katerega organizira svojo prodajno mrežo. Dodeljeni status odraža obseg poslovanja med partnerjem in Zebro, stopnjo podpore in storitev ter znanja in izkušenj z Zebrinimi produkti. Višji status pomeni, da ima določen partner večji obseg poslovanja z Zebro in da je sposoben svojim kupcem poleg standardne kakovosti Zebrinih izdelkov tudi ostale storitve zagotavljati na najvišji ravni. Zebra je v Sloveniji družbi LEOSS kot edini še tretjič zapored podelila najvišji partnerski status PremierPartner, kar jo umešča v ozko skupino skrbno izbranih partnerjev njihove specializirane opreme za označevanje in tiskanje.

Družba za avtomatsko identifikacijo in mobilni zajem podatkov LEOSS, d. o. o., je v preteklih letih izpolnjevala zahtevne pogoje Zebrinega programa PartnersFirst®, zato ohranja najvišji status partnerstva tudi v letu 2009. Tako ostaja LEOSS edino slovensko podjetje, ki mu Zebra Technologies Corporation namenja status PremierPartner. Zebrina odločitev je v enaki meri odvisna od obsega poslovanja med Zebro in LEOSS-om kot tudi od ravni znanja, veščin in tehnične podpore ter ostalih storitev, ki jih svojim kupcem zagotavlja LEOSS.

Program Zebra PartnersFirst® sestavljajo posamezne dejavnosti, katerih cilj je zagotavljanje najvišje možne ravni obogatene podpore partnerjem, ki jo ti nato posredno zagotavljajo končnim uporabnikom. Kakovost in širina programa sta na najvišji možni ravni, kar dokazuje nagrada priznane revije **VARBusiness** (Value Added Resellers Business Magazine), ki je programu PartnerFirst® dodelila najvišjo oceno – 5 zvezdic. Zebra je z izvajanjem programa **PartnersFirst®** v regiji EMEA od jeseni 2006. V okviru



ZebrapremierPartner09

programa gre za organizacijo Zebrine prodajne mreže z namenom dodelitve določenega statusa vsakemu svojemu partnerju, ki odraža obseg poslovnega sodelovanja med tem partnerjem in Zebro. Višji status pomeni, da ima določen partner večji obseg poslovanja z Zebro in da svojim kupcem poleg standardne kakovosti Zebrinih izdelkov lahko tudi ostale storitve zagotavlja na višji ravni. Zebra je za območje Slovenije družbi LEOSS kot edini znova podelila najvišji partnerski status PremierPartner, kar jo umešča v ozko skupino skrbno izbranih partnerjev njihove specializirane opreme za označevanje in tiskanje.

Ohranitev LEOSS-a v ozki skupini družb s statusom PremierPartnerja je pomembno priznanje, s katerim povečuje ugled lastne blagovne znamke, saj je z njo pridobil zaupanje najbolj uveljavljenega svetovnega proizvajalca opreme za označevanje.

Zebra Technologies Corporation orje ledino na področju označevanja s črtno kodo, 2D-kodo in RFID ter omogoča inovativne in zanesljive rešitve za označevanje in tiskanje različnim podjetjem v več kot 100 državah. Nanje se zanaša več kot 90 % podjetij s **Fortunovega seznama 500 najuspešnejših**, ko potrebujejo opremo za označevanje. Glavni razlog več kot 35-letnega delovanja podjetja so inovativne rešitve in izdelki, ki so robustni, odporni in zanesljivi. Podjetja, ki se za-

našajo na Zebro, so v primerjavi s konkurenco pridobila na učinkovitosti, produktivnosti, kakovosti, varnosti, nižjih stroških in boljši podpori strankam, saj jim Zebra pri vsem naštetem zelo pomaga v okviru programa PartnersFirst®. Pomaga pa tudi integrirati tehnologijo črtnih kode in RFID v njihovo dejavnost ali dejavnost njihovih strank. Korporacija Zebra je v svetu prodala že več kot pet milijonov tiskalnikov, med katerimi so tiskalniki, namenjeni mobilnim aplikacijam, kot tudi tisti za tisk kartic in pametnih nalepk (RFID). Poleg tiskalnikov sodi med iskano blago tudi njihova oprema za oblikovanje in tiskanje (ZebraDesigner), repromaterial in odlična podpora uporabnikom (ZebraCare).

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

Učinkovita inventura blaga v trgovini in skladišču

Dober vpogled v stanje nekega blaga v trgovini oz. skladišču je osnova za tekoče poslovanje in služi kot podpora pri načrtovanju nadaljnjega delovanja podjetja. Z inventuro določamo dejansko stanje, zato mora biti ta opravljena hitro in natančno. Tudi v družbi **Peko** so si želeli natančnejšega nadzora nad zalogo in boljšega pregleda nad prodajo s podporo sledljivosti čevljev po barvi.

Na željo družbe Peko, d. d., je **LEOSS** pripravil sistem za učinkovito opravljanje inventure v njihovih prodajalnah. Pri tem je upošteval Pekove želje in zagotovil hitro izvedbo količinske inventure z upoštevanjem, da je vsak par čevljev izdelan v več variantah, ki ima vsaka svojo črtno kodo. Integracija s poslovnoinformacijskim sistemom MS Navision, ki ga uporabljajo v Peku, je bila dokaj preprosta.

Škatle s čevlji označujejo z nalepkami, ki jih tiskajo z industrijskim tiskalnikom Zebra S4M ob podpori programske opreme za oblikovanje in tiskanje etiket NiceLabel Suite. Podatki o številu parov čevljev in njihovih variantah v skladišču oz. trgovinah morajo biti na voljo v vsakem trenutku.

Hiter mobilni zajem podatkov v črtni kodi omogočajo ročni računalniki Denso BHT-300 s tehnologijo Bluetooth™. Pri inventuri je bilo potrebno



Industrijski tiskalnik Zebra S4M med označevanjem v skladišču

vse informacije prevesti na interno šifro, saj ima Peko za vsak model čevljev, za vsako barvo svojo črtno kodo. Z uporabo internih črtnih kod,



Mobilni zajem podatkov z ročnim računalnikom Denso BHT-300

ki vsebujejo varianto artikla, vpišemo še vse tisto, kar se običajno ne vpisuje v te podatke. Rešitev je podobna tisti v Labodu, kjer so že v kodo 128 zapisali nekaj dodatnih podatkov.

Uporabljena oprema:

- označevanje: industrijski tiskalnik Zebra S4M,
- mobilno računalništvo: Denso BHT-300 Bluetooth™ s podnožjem za polnjenje,
- programska oprema: za urejeno skladišče Regal, za oblikovanje in tiskanje etiket NiceLabel Suite.

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

DAN ODPRTIH VRAT PODJETJA OLMA, D. D.

Podjetje Olma, d. d., vabi na Dan odprtih vrat, ki bo **5. junija 2009** od 7. do 15. ure. V tem času si bo mogoče ogledati proizvodne prostore in laboratorije.

Zaradi lažje organizacije prosimo za predhodne prijave. Prijavo lahko opravite na naslednje načine:

- pošljite SMS-sporočilo s ključno besedo OLMA DOV na 3131,
- na e-poštni naslov: komericiala@olma.si,
- na telefaks: 01 54 63 200.



Vljudno vabljeni!

Exelon® Pro – enota za pripravo zraka

Norgren je pri pripravi zraka postavil prenovljene standarde. Serija Exelon® Pro predstavlja večji izbor izdelkov. Nov in inovativen sistem povezovanja posameznih komponent omogoča prilagodljiv, nov in hiter način povezovanja posameznih komponent enote prvič brez orodja, kar pomeni prihranek časa, prostora in denarja.

Posamezne komponente, ki so pripravljene za vgradnjo, je mogoče hitro sestaviti v enoto za pripravo zraka, ki je prilagojena vsakokratnim zahtevam. Zaradi kakovostnih plastičnih materialov ima zgrajena enota majhno maso in visoko trdnost.

Enota za pripravo zraka Exelon® Pro je izjemno ozka in pri optimalni izbiri neposredno vgrajenih priključkov prav gotovo ena najboljših. Stroške pri montaži zmanjšujejo tudi vgrajeni manometer, kotnik za pritrditev ter prilagodljiv princip natikanja pri-

trdilne plošče na bazni del enote.

Enota Exelon® Pro je poleg na trgu že uspešnih Olympian 64 in 68 kakor tudi Exelon 72, 73 in 74 z ergonomskim sklopnim sistemom inovativen izdelek in predstavlja noviteto. Za porabnike ima številne prednosti: inovativna tehnologija, prihranek pri denarju, času in prostoru.

Norgreen je vodilni ponudnik pnevmatičnih komponent in sistemov v svetu. Razvoj, konstrukcija in izdelava potekajo v štirih proizvodnih programih: pogoni, ventili, priprava zraka in dodatna oprema. Kupci dobijo za svoje potrebe optimalne rešitve od



enostavnih komponent do kompleksnih sistemov. Prisotni so v 70 državah po svetu in tako s svojimi izkušnjami razvijajo uspešne mednarodne projekte in nudijo globalni servis za svoje komponente in sisteme.

*Po O+P 1–2/2009, str. 42
pripravila dr. Dragica Noe*

RATOS je prodal podjetje HÄGGLUNDS DRIVES podjetju BOSCH REXROTH

»Osnovo za pozitiven razvoj podjetja HÄGGLUNDS DRIVES smo v zadnjih letih dosegli s prizadevanji za pospeševanje rasti z investicijami v prodajo in trženje, z novimi trgi in segmenti, z razširjenimi poprodajnimi dejavnostmi in obsežnim razvojem izdelkov,« je povedal izvršilni direktor Ratosa Arne Karlsson.

»V skupini BOSCH REXROTH se bomo lahko še dalje osredotočali

na ponudbo celotnih hidravličnih sistemov v več obstoječih segmentih. Prav tako bomo lahko ponujali svoje pošiljke celotnih hidravličnih sistemov novim zanimivim segmentom, kot je npr. proizvodnja obnovljive energije. V kombinaciji z močnim položajem skupine BOSCH REXROTH na tistih trgih, kjer se mi danes še ne pojavljamo, imamo obetajoče možnosti za nadaljnji močen razvoj,« pravi Per Nordgren, izvršilni direktor podjetja HÄG-

GLUNDS DRIVES.

»Pripojitev podjetja HÄGGLUNDS DRIVES širi naš industrijski hidravlični portfelj in opazno krepi naš položaj na rastočih trgih, kot so obnovljive energije, rudarstvo in metalurgija,« razlaga dr. Albert Hieronimus, predsednik izvršnega odbora BOSCH REXROTH AG.

www.la-co.si

industrijski
forum IRT
www.forum-irt.si

Vir **ZNANJA** in
IZKUŠENJ za stroko

ISL Online VSE V ENEM



Predstavitev ISL Online na CeBIT-u

XLAB, d. o. o., razvojno podjetje, redni član Tehnološkega parka Ljubljana, v svetu znano predvsem po poslovnih rešitvah za podporo strankam na daljavo, dostopanje do oddaljenih računalnikov, spletne sestanke in takojšnje pogovore v živo – združene v paketu **ISL Online VSE V ENEM**, je že peto leto zapored razstavljalo

na največjem svetovnem sejmu informacijske tehnologije – CeBIT-u, Hannover, Nemčija. Vsi izdelki ISL Online so bili predstavljeni od 3.–8. marca 2009 na stojnici v dvorani 3. Obiskovalci stojnice ISL Online so bili povabljeni k sodelovanju pri video snemanju svojih pričevanj o iz-

kušnjah z izdelki ISL Online VSE V ENEM v studiju, za kar so bili tudi nagajeni. Ker so spletne rešitve ISL Online primerne za podjetja vseh velikosti, je podjetje v zadnjih letih pričalo visokemu porastu števila uporabnikov. S številkami, ki sedaj znašajo več kot

60.000 uporabnikov in več kot 4 milijone sej na leto, predstavlja XLAB enega najpomembnejših ponudnikov tovrstnih spletnih rešitev na daljavo.

V ospredju letošnje XLAB-ove predstavitve na CeBIT-u je ena najboljših prodajnih ponudb ISL Online – paket VSE V ENEM. Trenutno se ISL Online pojavlja na tržišču z enkratnim paketom VSE V ENEM, ki vsebuje vse štiri izdelke ISL Online. Ob aktiviranju enega računa ISL Online je možno uporabljati podporo strankam na daljavo z ISL Light, dostop do oddaljenega računalnika z ISL AlwaysOn, pogovor z obiskovalci spletne strani z ISL Pronto ali pa spletni sestanek z ISL Groop.

Peta predstavitev ISL Online na CeBIT-u uvaja multimedijско interaktivno povezovanje med XLAB-ovimi predstavniki in končnimi uporabniki. Več informacij na spletni strani www.islonline.com

www.tp-lj.si

LEOSS
moč podatkov

VENTIL
REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

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

»Z inteligentnimi sistemi do strateške prednosti«

V Portorožu
 je med 15. in 17. aprilom
 potekala že 16. konferenca

Dnevi slovenske informatike.

Več informacij s konference na voljo
 v naslednji številki revije
Ventil

Prireditelj konference

slovensko društvo informatika

www.drustvo-informatika.si

Organizator konference

ipmit

www.ipmit.si

... svetujemo in pomagamo pri reševanju vaših izzivov s področja informacijskih tehnologij in managementa ...

Nordhydraulic v skupini HYDAC

HYDAC je prevzel podjetje Nordhydraulic AB s sedežem v Kramforsu na Švedskem, kjer ok. 150 strokovnjakov za ventile razvija in izdeluje ventilsko tehniko predvsem za mobilne aplikacije. Del Nordhydraulica je tudi livarna Oy Nordhydraulic AB v Vasi na Finskem.



Paleta izdelkov Nordhydraulica obsega potne ventile drsniškega tipa v monoblokih ali sendvič sistemu vgradnje. V programu so še pripadajoči opcijski ventili (preklopni, tlačni in tokovni) ter naprave za upravljanje (mehansko, hidravlično, pnevmatično predkrmiljenje in daljinsko upravljanje preko kabla ali radijskih frekvenc). Ti potni ventili so primerni

za tokove od 70 l/min. do 160 l/min. pri tlakih do 350 bar in so tako po karakteristikah nad HYDAC-ovim programom krmilnih blokov, tako da odlično dopolnjujejo HYDAC-ov program za mobilne delovne stroje. Najpomembnejši primeri uporabe so pri dvigalih na tovornih in delovnih vozilih in nakladalnikih pri traktorjih.

Nordhydraulic je na svetovnem nivoju samostojen oddelek za potne ventile. Seveda bo Nordhydraulic pri razvoju in izdelavi tesno sodeloval s HYDAC-ovi oddelki, ki se ukvarjajo z ventili in mobilno hidravliko.

Dopolnitev HYDAC-ovega programa z izdelki Nordhydraulica je pomemben mejnik za še boljšo ponudbo izdelovalcem mobilnih delovnih strojev, saj lahko HYDAC svojim globalnim partnerjem preko svojih predstavništev po celem svetu ponudi najprimernejše sistemske rešitve na kraju samem.

Vir: Hydac, d. o. o., Zagrebška 20, 2000 Maribor, tel.: +386 2 460 15 20, faks: +386 2 460 15 22, info@hydac.si, www.hydac.com



HYDAC d.o.o.
Zagrebška c. 20
2000 Maribor

Tel.: + 386 2 460 15 20
Fax: + 386 2 460 15 22
Email: info@hydac.si

www.hydac.com

FLUIDNA TEHNIKA HIDRAVLIKA - ELEKTRONIKA

Predstavljamo vam novosti:

- spletni portal www.hydac.si
(od 1.5.2009)
- pregledni prospekt v slovenskem jeziku



Izkoristite prednosti naših, uporabnikom prijaznih in učinkovitih,

programskih paketov za dimenzioniranje, izbiro in simulacijo delovanja

ter elektronske kataloge za:

- hidravlične akumulatorje
- oljne in vodne filtre
- filtrirne sisteme
- nadzor stanja sistemov (Condition Monitoring)
- kompaktno hidravliko
- elektroniko
- hladilnike
- pribor ...



Omarica za priklop in nadzor serij fotovoltaičnih panelov SM-10, SM-10E ter SM-20E

Pri fotovoltaičnih elektrarnah večjih moči je potrebno posamezne fotovoltaične panele povezati najprej v serijo (s tujko: string), da dobimo dovolj visoko napetost, nato pa te serije povežemo še paralelno, da se zagotovi zelena moč.

Te paralelne povezave je najbolje izvesti čim bližje samim panelom. V ta namen se običajno uporabljajo omarice, ki pa ne služijo le paralelnemu povezovanju posameznih serij, ampak tudi zaščiti in kontroli njihovega delovanja. Temu so namenjene tudi omarice za priklop in nadzor serij fotovoltaičnih panelov (String Monitor Box) SM-10, SM-10E ter SM-20E podjetja Robotina, d. o. o., ki omogočajo:

- priklop 10 ali 20 serij panelov (največ 14 A na serijo, največ 1000 V),
- zaščito posamezne serije pred prevelikim reverznim tokom (v primeru okvare) s pomočjo DC-varovalk, katerih stanje je nadzirano,



- prenapetostno zaščito, katere stanje je nadzirano,
- ločitev od ostalih naprav s pomočjo DC-odklopnega stikala,
- meritev tokov v negativni in/ali pozitivni veji za lažje odkrivanje nepravilnosti v delovanju,
- meritev napetosti,
- meritev temperature v omarici,
- priklop zunanjih senzorjev (referenčna celica, temperatura, protivlomni kontakt, ...),
- vklop največ dveh naprav s pomočjo relejnih izhodov (signalizacija, ...),
- hitro odkrivanje mesta napake na posameznih vejah s pomočjo vgrajenih LED-svetilk.

Omarica je izdelana iz plastike (siv polikarbonat), ima prozoren pokrov v zaščiti IP65 in dimenzije 600 x 400 x 210 mm. Možno pa je naročiti tudi izvedbo v INOX kovinski omarici.

Vsi podatki o delovanju omarice za priklop se preko komunikacije prenašajo v centralno procesno enoto

za nadzor SPSS-CP1, izdelek podjetja Robotina, d. o. o.

Na centralno procesno enoto je možno povezati največ 30 omaric, do 100 SPSS-CP1 enot pa je možno povezati med sabo tako, da je število omaric za priklop, ki jih lahko povežemo v sistem, praktično neomejeno.

Enota SPSS-CP1 ponuja centraliziran nadzor nad fotovoltaično elektrarno, saj nanjo lahko priključimo vse ostale naprave, ki sestavljajo tako elektrarno. Tako ima vsaka enota SPSS-CP1 poleg komunikacijskega priključka za priklop omaric za nadzor še serijski priključek, preko katerega se lahko prenašajo informacije iz inverterja, veliko število digitalnih ter analognih vhodov in izhodov (tudi hitroštevni vhod) za priklop signalov iz ostalih naprav (merilno mesto, ločilno mesto, transformator, ...) ter ethernet priključek, preko katerega lahko dostopamo do informacij.

Delovanje fotovoltaične elektrarne tako lahko spremljamo lokalno s pomočjo naprav, ki so direktno priključene na SPSS-CP1 (PC z nadzor-nim programom, posluževalni panel, ...), ali pa daljinsko s pomočjo ethernetne povezave (remote SCADA, web browser, secure connection, ...).

Vir: ROBOTINA, d. o. o., OIC Hrpelje 38, 6250 Kozina, tel.: 05 689 20 20, faks: 05 689 20 39, info@robotina.si, g. Ivan Morano

CONTROL TECHNIQUES
www.controltechniques.com

Frekvenčni regulator Commander SK

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

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

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

Izvajamo:

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

Dobavljamo:

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

ELGO ELECTRIC

Prikazovalnik pozicije Z-58

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

Katedra za optodinamiko in lasersko tehniko

Katedra za optodinamiko in lasersko tehniko (KOLT) je bila ustanovljena leta 1995. Raziskovalno in razvojno delo na tem področju pa neprekinjeno teče v okviru Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani že skoraj trideset let. V raziskovalno skupino Laboratorija KOLT je poleg vodje, rednega profesorja dr. Janeza Možine, vključenih še 16 raziskovalcev, od tega 11 doktorjev znanosti.



Slika 1. Člani Katedre za optodinamiko in lasersko tehniko

Področja, na katerih pedagoško, raziskovalno in razvojno deluje Katedra za optodinamiko in lasersko tehniko, so: optodinamika (lasersko inducirano gibanje snovi), bliskovni laserski obdelovalni procesi (označevanje in graviranje, vrtanje, ablacija, čiščenje, rezanje in varjenje, upogibanje in oblikovanje, ...), laserski merilni sistemi in optomehatronski sistemi.

Predmeti, ki jih vodijo ali pri njih sodelujejo člani KOLT na dodiplomskem študiju, so Fizika in Laserski sistemi na univerzitetnem programu in Tehniška fizika na visokošolskem programu, na podiplomskem študiju pa predmet Laserska tehnika.

Razen pri diplomah, magisterijih in študentskih Prešernovih nagradah je bil prof. dr. Janez Možina do sedaj mentor pri 12 doktoratih, izr. prof. dr. Janez Diaci pa pri dveh. Trenutno

pripravlja svoje doktorske disertacije 11 kandidatov.

Raziskave v Laboratoriju katedre za optodinamiko in lasersko tehniko potekajo v tesnem sodelovanju z organizacijami in podjetji Fotona, LPKF, Optotek, Robotec, Alpina, Bolnišnica Golnik, Cimos, TPV, Veyance Technologies Europe itd.

Raziskovalna skupina je vključena v raziskovalni program Proizvodni sistemi, laserske tehnologije in spajanje materialov. Poglavitni del raziskav poteka v okviru projektov, katerih nosilci so člani raziskovalne skupine:

- Medicinske inovacije z lasersko triangulacijo – MILT,
- Laserski triangulacijski sistem za 3D-prepoznavanje obraza – LASTRID,
- Novi nanostrukturni materiali z

ogromnim elektromehanskim odzivom,

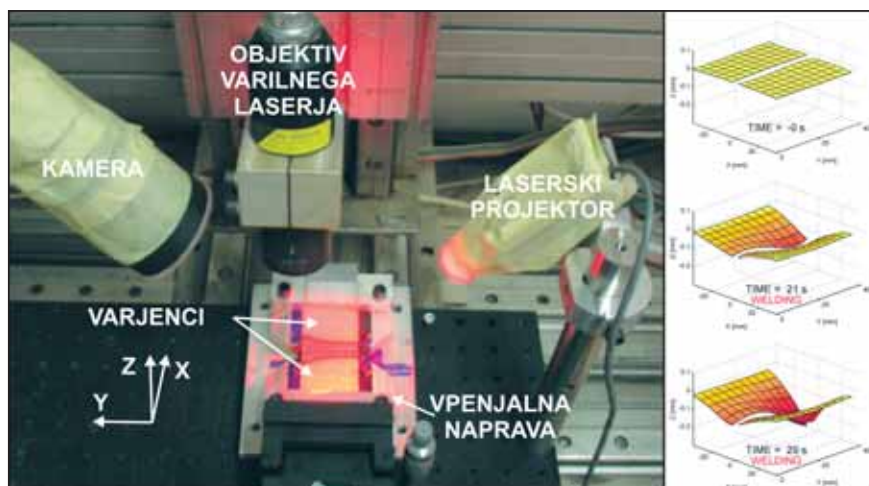
- Vlakenski laser,
- Študija možnosti razvoja bliskovnih vlakenskih laserjev,
- Optodinamska karakterizacija in nadzor laserskih procesov v industriji in medicini,
- Razvoj multifunkcionalnih, prenosnih, integriranih bioanalitskih sistemov in metod za hitro detekcijo nevarnih agensov v vodi in hrani,
- Univerzalna medicinska naprava XD-3,
- mednarodni projekt Leonardo da Vinci Laser Technology Educational Network – LASTED,
- bilateralni projekt Optodinamski vidiki lasersko inducirane preboja v tekočini.

V nadaljevanju so opisane nekatere od raziskav na omenjenih področjih.

Lasersko merjenje oblike teles. Razvit je bil sistem za tridimenzionalno merjenje oblike površine tankih pločevinastih varjencev med bliskovnim laserskim varjenjem. Merilni sistem v grobem vsebuje večlinijski laserski projektor, ki na varjenca projicira svetlobni vzorec, ter digitalno kamero, ki zajema sliko tega vzorca na



**Katedra za
Optodinamiko in
Lasersko
Tehniko**



Slika 2. Merjenje krivljenja varjencev med laserskim varjenjem

varjencih. Iz zajete slike laserskih črt računalnik izračuna tridimenzionalno obliko površine varjencev v realnem času. Podatki o časovnem razvoju krivljenja varjencev omogočajo optimizacijo varilnih parametrov.

Potreba po razvoju merilnika oblike stopal je prišla iz obutvene industrije, natančneje iz podjetja Alpina, d. d. Cilj podjetja je namreč izdelava obutve z najvišjim nivojem udobja. V ta namen želijo svoje prodajalne opremiti z napravami za tridimenzionalno izmero stopal. Tako si bo lahko kupec pred nakupom najprej izmeril obliko stopal, sistem pa mu bo predlagal modele ter velikost, ki se najbolje prilegajo njegovim stopalom.

Na slikah 3 in 4 sta predstavljena dva modela merilnikov oblike stopal, razvita na Katedri za optodinamiko in lasersko tehniko v sodelovanju z Alpino, d. d. Temeljita na principu laserske triangulacije in sta inovativna v svetovnem merilu. Prvi model je zasnovan tako, da ne vsebuje premikajočih se delov. Stopalo izmeri istočasno s štirih zornih kotov z uporabo štirih merilnih modulov, ki vsebujejo vsak po eno kamero in laserski večlinijski projektor. Bistvena odlika te tehnike je zmožnost merjenja oblike telesa med gibanjem – opravi namreč 25 meritev na sekundo. Drugi model temelji na enolinijskem osvetljevanju. Merilni modul je sestavljen iz laserskega projektorja in dveh kamer. Modul med meritvijo zakroži okrog obeh stopal in ju v desetih sekundah sočasno izmeri. Bistveni

odliki tega modela sta enostavnost uporabe – izmeri obe stopali sočasno – in nizka proizvodna cena. Oba merilnika imata natančnost pod en milimeter in sta neobčutljiva na okoliško svetlobo. Njun namen uporabe je predvsem pomoč kupcem pri izbiri najustrežnejših modelov obutve glede velikosti in volumna ter zbiranje in analiza podatkov o obliki stopal v populaciji, kar v nadaljevanju služi pri razvoju novih modelov obutve.

Medicinske aplikacije. V okviru projekta MILT poteka v sodelovanju z Bolnišnico Golnik razvoj laserskega sistema za spremljanje tridimenzionalne oblike prsnega koša med dihanjem. Neinvazivno merjenje pljučne mehanike namreč predstavlja izziv in novost v fiziologiji dihanja, saj tako spirometri kot druge naprave potrebujejo sodelovanje bolnika pri dihanju. Predvsem otroška populacija do starosti petih let in starejši



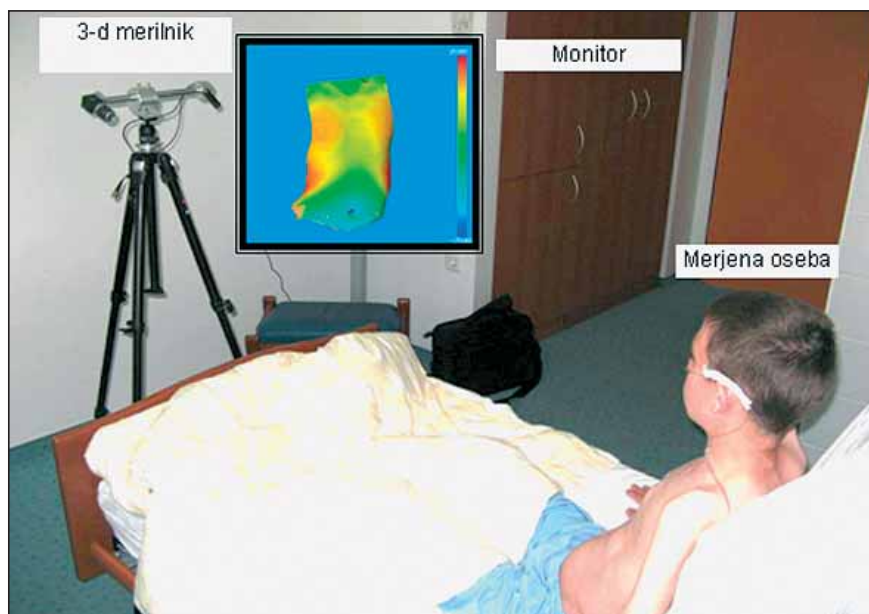
Slika 3. Zgoraj: Prva generacija laserskih merilnikov stopal, razvitih v KOLT-u. Spodaj: Primer meritve oblike stopala med sonožnim poskokom. Časovni interval med dvema zaporednima izmerkoma znaša 1/25 sekunde.

bolniki so taki, da jim ne moremo izmeriti klasičnih parametrov pljučne funkcije s spirometri, zato je omenjena metodologija potencialno bolj primerna za spremljanje frekvence in globine dihanja.

Dosedanji rezultati so zelo obetavni. Z metodo smo uspeli slediti spremembam gibanja prsnega koša in s



Slika 4. a) Druga generacija laserskih merilnikov stopal, razvitih v KOLT-u. b) Primer meritve oblike stopala. Sočasna meritev obeh stopal traja 10 sekund.



Slika 5. Laserski večlinijski triangulacijski sistem za hitro merjenje 3D oblike prsnega koša med dihanjem. Sistem bo pacientu omogočil učenje pravilnega dihanja preko opazovanja.

pomočjo računalniškega algoritma prikazati omenjene spremembe z barvno lestvico, ki vizualno opisuje prispevke različnih delov prsnega koša pri gibanju in opazovanje načina dihanja teh bolnikov. Pričakujemo, da bo sistem uporaben pri fizioterapevtskem delu – učenju pravilnega dihanja s feed-back metodo – in pri bolnikih, ki ne sodelujejo pri klasični preiskavi pljučne funkcije. Sistem bo v naslednji fazi omogočal testiranje tudi v klinični uporabi.

Lasersko 3D označevanje. Standardni 2D označevalni sistem za razliko od 3D ne omogoča označevanja obdelovancev, ki imajo razlike v globini označevanja večje od fokusne globine laserskega žarka (do ok. 2

mm). Problem pri 3D označevanju je definirati obliko in natančno pozicijo obdelovancev. Nadgradili smo obstoječi sistem za 3D lasersko označevanje tako, da smo mu dodali 3D kamero. Z dodano kamero in osvetljevanjem z obstoječim laserskim sistemom pred označevanjem izmerimo obliko in pozicijo obdelovanca. Iz izmerjenih 3D podatkov izračunamo iz 2D označbe 3D označbo, s katero potem obdelovance tudi označimo. Novo razviti sistem tako omogoča 3D lasersko označevanje obdelovancev, katerih oblika in pozicija nista vnaprej znani.

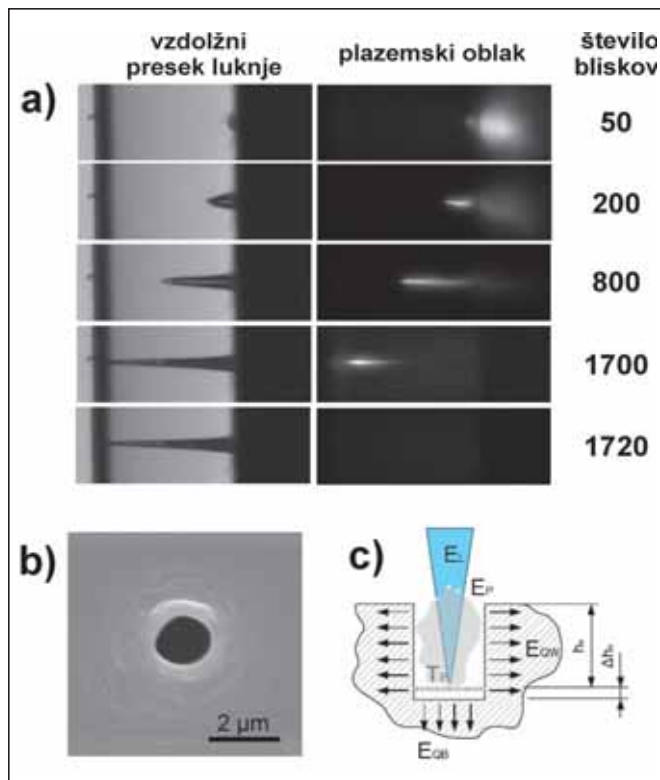
Lasersko mikrovrtanje je proces, pri katerem s pomočjo kratkih

laserskih bliskov velike vršne moči odstranjujemo material. Odvisen je od mnogih parametrov, zato je za zagotovitev želenih rezultatov nujno potreben sprotni nadzor. V ta namen smo v laboratoriju razvili metodo in sestavili nadzorni sistem, temelječ na optodinamskem spremljanju procesa, katerega rezultat je zmožnost vrtnja lukenj ponovljivih dimenzij. Metoda temelji na detekciji udarnih valov, ki nastanejo kot posledica interakcije laserskih bliskov z vzorcem.

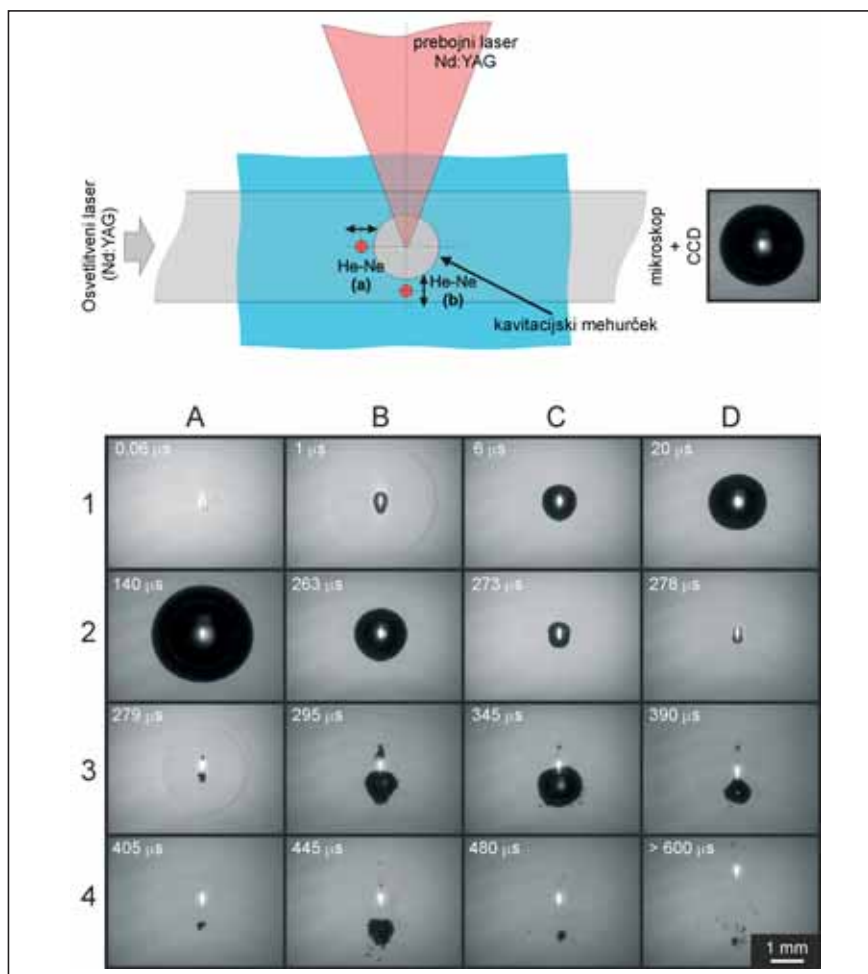
Glavna prednost laserskega mikrovrtanja je možnost izdelave izvrtin pod skoraj poljubnim kotom glede na površino vzorca. Prav tako je možno izdelati drobne cilindrične izvrtine z velikim razmerjem med dolžino in premerom (npr: 5 mm/30 μ m) ali pa rahlo konične izvrtine z izredno majhnim izhodnim premerom (pod 2 μ m). Nobenih težav ne predstavlja vrtnje v izredno trde materiale, kot so steklo, rubin ali safir. Za farmacevtsko industrijo je postopek zanimiv s stališča izdelave testnih steklenih ampul za zdravila. Za testira-



Slika 6. Primer tridimenzionalne označbe



Slika 7. Primer nastajanja izvrtine med laserskim mikrovrtanjem (a). Leva stran predstavlja rastočo izvrtino, desna pa plazemski oblak, izvor udarnih valov, ki služijo za nadzor vrtnja. Prikazan je tudi primer izhodne luknje (b) in shematični prikaz energijske bilance (c).



Slika 8. Postavitev eksperimenta (zgoraj): Blisk laserja Nd: YAG povzroči optični preboj v vodi. Optodinamske pojave smo simultano opazovali z lasersko odklonsko sondo (He-Ne) v vodoravni (a) in navpični (b) smeri ter s hitro fotografijo. Pri hitri fotografiji smo za osvetlitev uporabili bliskovni laser Nd:YAG. Spodnja slika prikazuje zaporedje fotografij oscilacij kavitacijskega mehurčka. Na posnetkih 1B in 3A je opazen tudi udarni val.

Oscilacije se nekajkrat ponovijo, pri vsakem širjenju pa se izseva udarni val, ki odnese del mehanske energije mehurčka. Opazovani pojavi predstavljajo značilen optodinamski proces, pri katerem se optična energija laserskega bliska pretvori v mehansko energijo okoliške tekočine. Raziskovanje omenjenih pojavov je pomembno za optimizacijo laserskih medicinskih posegov v oftalmologiji, kjer se nanosekundni bliskovni laserji običajno uporabljajo za uparitev tkiva pri procesu, kot je npr. odstranjevanje očesne mreže. Kavitacijski mehurčki so zanimivi tudi s stališča biomedicine, kjer se uporabljajo za mikromanipulacijo posameznih celic.

Uporabljena eksperimentalna postavitev omogoča sočasno merjenje z lasersko odklonsko sondo (LOS) in senčno fotografijo. Meritve z LOS temeljijo na odklonu merilnega žarka. Ko mehurček ali udarni val prečkata merilni žarek, se ta odkloni zaradi gradienta lomnega količnika, kar zaznamo kot signal na hitri kvadrantni fotodiodi. Pri senčni fotografiji omogočajo opazovanje hitrih pojavov kratki osvetlitveni časi – pojave osvetljujemo z bliskovnim laserjem z dolžino bliska 7 ns.

Vlakenski laser. Na pobudo in s pomočjo slovenskih podjetij (LPKF, Fo-

nje tesnosti (puščanja) namreč uporabljajo testne naprave, ki merijo električno prevodnost napolnjenih ampul. Slabe ampule izločajo na osnovi vnaprej določenega praga prevodnosti. Za umerjanje testnih naprav pa potrebujejo testne ampule z dobro definiranimi izredno drobnimi luknjami (premer nekaj μm), ki jih je najlažje izdelati s pomočjo laserskega mikrovrtanja.

Lasersko induciran preboj. Laserski blisk z visoko intenziteto povzroči optični preboj v tekočini, ki mu sledita udarni val in kavitacijski mehurček. Mehurček se širi okoli mesta preboja, dokler ne doseže končnega polmera. Tedaj tlak okoliške tekočine povzroči njegov kolaps, ki se zaključi s ponovno ekspanzijo mehurčka.



Slika 9. Laboratorijska izvedba kontinuirnega vlakenskega laserja med delovanjem

tona, Optotek), ki izdelujejo laserske sisteme za industrijo in medicino, je bil v okviru Laboratorija za optodinamiko in lasersko tehniko opremljen čisti prostor za raziskave in razvoj na področju vlakenskih laserjev. V okviru teh raziskav je bil izdelan prvi kontinuirni in bliskovni vlakenski laser v Sloveniji. Glavna prednost vlakenskih laserjev je možnost integracije optičnih komponent v vlakno, kar omogoča izgradnjo mehansko in termično izredno stabilnih laserjev, ki jih odlikujejo velika kvaliteta žarka,

robustnost in dolga življenjska doba. Tako zaradi velike kvalitete žarka kot še posebej zaradi izjemnega izkoristka potrebujejo za svoje delovanje precej manj energije v primerjavi s klasičnimi trdninskimi laserji in jih zaradi teh izjemnih lastnosti hitro izpodrivajo.

Raziskave in razvoj potekajo v tesnem sodelovanju s strokovnjaki iz omenjenih domačih podjetij kakor tudi v sodelovanju s priznanimi evropskimi institucijami, ki delujejo na razvoju

nove generacije vlakenskih laserjev za procesiranje substratov za sončne celice. Tako se je skupina uspešno priključila konzorciju 14 evropskih partnerjev v okviru projekta Advanced lasers for photovoltaic industrial processing enhancement – ALPINE (7. okvirni program), ki je v zaključni fazi pogajanj in bo predvidoma pričel z delom poleti 2009.

*Dr. Darja Horvat
UL, Fakulteta za strojništvo*

VABILO

članom **SDFT** in ljubiteljem fluidne tehnike
na redni volilni Občni zbor SDFT v petek, 08. maja 2009,
s pričetkom ob 11. uri na HE Fala



Program: vodeni ogled Tehničnega muzeja, vključno s predstavitevijo stare in nove HE Fala ter Občni zbor z volitvami predsednika in članov v organe SDFT.

Prosimo, da se udeležite zbora SDFT in pošljete informativno prijavo do 30. aprila 2009 na e-mail: marjana@nevija.si ali fax: 02/ 234 85 51.

*Dragan Grgić
predsednik IO SDFT*

NATEČAJ ZA IZBOR NAJBOLJŠIH DIPLOMSKIH DEL S PODROČJA FLUIDNE TEHNIKE »ZLATA DIPLOMA FLUIDNE TEHNIKE«

Slovensko društvo za fluidno tehniko – SDFT – razpisuje natečaj za izbor najboljših diplomskih del s področja fluidne tehnike. Namen natečaja je vzpodbuditi študente, ki so opravili diplomsko delo s področja fluidne tehnike, da slovenski in širši strokovni javnosti s tega področja predstavijo svoja diplomska dela, nove ideje oz. dosežke ter na ta način pripomorejo k povečanju zanimanja za študij vsebin predmetov, ki se navezujejo na področje fluidne tehnike kot tudi tehnike nasploh.

Slovensko društvo za fluidno tehniko bo podelilo zlato diplomo fluidne tehnike na strokovni konferenci Fluidna tehnika, ki bo v septembru 2009 v Mariboru.

Na natečaj se lahko prijavijo vsi diplomanti, ki so zaključili svoj študij na univerzitetnem, visokošolskem ali višješolskem programu na eni od slovenskih izobraževalnih ustanov v obdobju od junija 2007 do izteka roka za vložitev prijave.

Tematika diplomskega dela se mora nanašati na strokovno področje hidravlike, pnevmatike oz. na področje konstruiranja, vzdrževanja, vodenja in nadzora sistemov fluidne tehnike, strege in montaže.

Kandidati, ki želijo sodelovati na natečaju, naj pošljejo tri (3) izvode diplomske naloge v tiskani obliki v lahki vezavi (npr. vezane s spiralo). Nalogi naj bo dodano pisno dovoljenje avtorja diplomskega dela in mentorja diplomanta, da se diplomsko delo lahko pregleda, oceni in predstavi (javno ali v medijih). Dopisu morajo biti priloženi osnovni podatki: naslov diplomskega dela, kratak povzetek (do največ 500 besed), ime in priimek ter naslov avtorja, strokovni naziv avtorja, ime in priimek mentorja in somentorja, naziv predmeta, v okviru katerega je delo nastalo, naziv ustanove, na kateri je diplomant opravil zagovor svoje diplomske naloge, in datum zagovora.

Diplomska dela, ki sodelujejo na natečaju, je potrebno poslati na naslov SDFT do 30. maja 2009. Poslani izvodi diplomskih nalog postanejo last društva.

*Dragan Grgić,
predsednik IO SDFT*



Industrijski forum Inovacije, razvoj, tehnologije **2009**

Snovalci revije IRT3000 so po številnih pobudah in predlogih predstavnikov iz industrije, strokovnih krogov in bralcev revije IRT3000 odločili, da **8. in 9. junija v Portorožu** pripravijo Industrijski forum IRT 2009. Odločitvi je botrovalo dejstvo, da so vsi podobni dogodki ozko specializirani, omenjeni forum pa bo **namenjen industriji v širšem smislu**, saj bodo na njem našli odgovore na svoja vprašanja predstavniki številnih industrij.

PROGRAM INDUSTRIJSKEGA FORUMA IRT 2009

Prvi dan, ponedeljek, 8. junij

Prvi dan je namenjen plenarnim predstavitvam vabljenih strokovnih prispevkov, ki jih bodo pripravili ugledni strokovnjaki iz industrije. Prispevki bodo uravnoteženo predstavili stanje v industriji ne vseh tematskih področjih foruma in izpostavili njihove glavne izzive. Ponudili bodo dobro podlago za razprave, ki jih bo tematsko zaokrožila okrogla miza. Na njej bodo ugledni gosti iz industrije povabljeni, da povedo svoja mnenja in sodelujejo v razpravi z udeleženci foruma, ki bo poskušala oblikovati zaključke s predlogi za naprej.

8.30 - 9.45	Registracija udeležencev
9.45 - 10.00	Odprtje konference / Tomaž Perme, Darko Švetak
10.00 - 10.30	Prestrukturiranje v času gospodarske krize Gorazd Vrbica, AlixPartners, GmbH
10.30 - 11.00	Napredni materiali Janez Navodnik, Navodnik, d. o. o. in Grozd Plastehnika GIZ
11.00 - 11.30	Trendi in izzivi v segmentu izdelave orodij za injekcijsko brizganje termoplastov / Blaž Florjanič, iMold, d. o. o.
11.30 - 12.00	Odmor
12.00 - 12.30	Razvoj in končna kontrola motorja za radarske sisteme v avtomobilu Primož Egart, Iskra Mehanizmi, d. d. / Janko Slavič, Miha Boltežar, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
12.30 - 13.00	Organic Card BlackJack – Skrita zgodba Mirko Klanjšček, Elektronček, d. d.
13.00 - 13.30	G-1, zmagovalac Start:up Slovenija 2009 - Od ideje do trga Simon Štrancar, Ante Moscatelli, Nedeljko Tkalec, Dejan Hočevar, G-1, d. o. o.

13.30 - 15.00	Kosilo
15.00 - 15.30	Danfoss Trata in vitka proizvodnja Klemen Kindlhofer, Danfoss Trata, d. o. o.
15.30 - 16.00	Informatizacija proizvodnje – Primer iz Cimos Robi Flego, Cimos, d. d.
16.00 - 16.30	Livarna za precizijsko litje titana in titanovih zlitin Boštjan Juriševič, Silvia Gaiani, Marko Adamič, Igor Akrapovič, Akrapovič, d. d.
16.30 - 17.00	Odmor
17.00 - 18.30	Okrogla miza: Viri inovacij, razvoja in tehnologij za rast povezovanja, sodelovanja in uspešnega prestrukturiranja. Povezovalka: Vida Petrovič Sodelujoči: Uveljavljeni menedžerji iz industrije in gospodarstva
18.30 - 19.30	Druženje s koktajlom
19.30 - 22.00	Večerja z druženjem

Drugi dan, torek, 9. junij

Drugi dan je namenjen predstavitvam strokovnih prispevkov v več vzporednih sekcijah. Prispevki bodo združeni v sklope glede na glavne tematike foruma tako, da bodo udeleženci foruma lahko spremljali predstavitve in sodelovali v razpravah o temah, ki jih strokovno najbolj zanimajo. Drugi dan dogodka bo predstavljenih **več kot 40 prispevkov**.

Portorož, 8. in 9. junij 2009

Partnerji iz industrije: ACRONI, d. o. o. / AKRAPOVIČ, d. d. / Cimos, d. d. / Danfoss Trata, d. o. o. / Domel, d. d. / Iskra Avtoelektrika, d. d. / Iskra Avtoelektrika Avto deli, d. o. o., Bovec / Iskra Mehanizmi, d. d. / Isokon, d. o. o. / ITW Metalflex, d. o. o. / KLS LJUBNO, d. d. / Kovinoplastika Lož, d. d. / LAMA Avtomatizacija, d. o. o. / Litosroj Power, d. o. o. / SIBO G, d. o. o. / TCG Unitech Lth-ol, d. o. o. / TPV, d. d. / Trimo, d. d. / Unior, d. d., Program Strojna oprema | **Partnerji znanja:** Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo / Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo / Univerza na Primorskem, Fakulteta za management Koper / Institut Jožef Stefan / Institut za inovativnost in tehnologijo / Tehnološki park Ljubljana | **Partner dogodka:** Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije | **Organizatorja dogodka:** PROFIDTP, d. o. o. / ECETERA, d. o. o. | **Marketing dogodka:** b.ekspres, Barbara Kodrun s. p. | **Partner registracij:** LEOSS, d. o. o.

Dodatne informacije in prijave na dogodek: Industrijski forum IRT 2009, Zasavska cesta 95, 1231 Ljubljana - Črnuče | tel.: 01/600 1000 | faks: 01/600 3001 | e-pošta: info@forum-irt.si | www.forum-irt.si

Innovations in Pump Design – What are Future Directions?

Monika IVANTYSYNOVA

Abstract: Displacement-controlled actuators, advanced continuously variable transmissions and hydraulic hybrid power trains represent new technologies for mobile hydraulic machines, off road and on road vehicles. These new technologies allow major fuel savings and reduced emissions, but they change the performance requirements of positive displacement pumps and motors. Additionally, the market demand for positive displacement machines will increase. This paper briefly discusses these technology trends and the impact on existing pump and motor designs. The three major challenges are efficiency improvements, noise reduction and advancements in pump and motor control. Examples from the author's research team documenting the progress in computer modeling of piston pumps and motors will be given.

Key words: Displacement controlled actuators, pump design, pump efficiency, pump model

■ Introduction

High power density is one of the greatest strengths of fluid power technology. This makes fluid power especially advantageous for mobile applications where part of the consumed energy is required to move the installed actuators and transmissions. Fluid power is the best choice for actuators and drives in agricultural, mining and construction machinery as well as other automotive and aerospace applications. However, the efficiency of fluid power systems is relatively low compared to electromechanical actuators and transmissions. This fact is becoming distressing due to rising fuel prices and stringent emissions requirements. The current use of metering valves (hydraulic resistances) in nearly all hydraulically powered actuation systems is one of the main reasons for low overall system efficiency. Another problem is the relatively low efficiency of

most of the currently used pumps and motors. This paper will briefly discuss the potential of displacement controlled systems and other major trends in mobile machines like power split drive and hydraulic hybrids. These new technologies allow major fuel savings and reduced emissions, but they change the performance requirements of positive displacement pumps and motors. Furthermore, the market demand for positive displacement machines will increase.

■ Trends in mobile hydraulics

Displacement control for working hydraulics

Displacement controlled actuators avoid throttling losses and allow energy recovery. Berbuer [1] studied the performance of displacement controlled actuation introducing a hydraulic transformer 20 years ago. Since then many others have contributed to new circuit solutions for displacement controlled actuators. An overview

of early pump controlled actuation concepts can be found in Ivantysynova [2]. Figure 1 shows the circuit solution proposed by Rahmfeld and Ivantysynova [3] for displacement controlled linear actuators with single rod cylinder. Several advantages make this concept attractive:

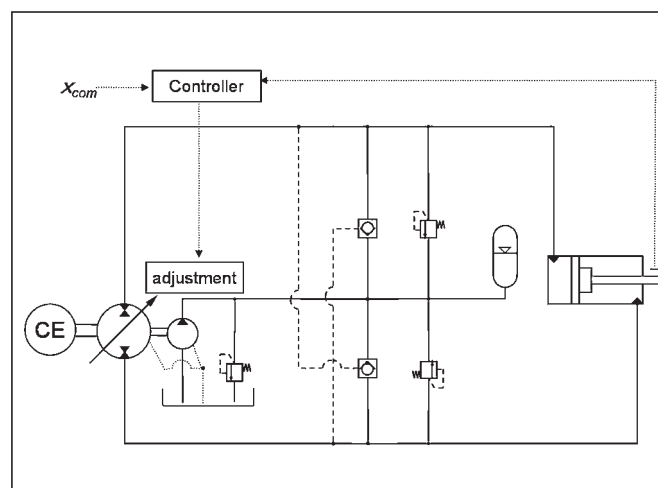


Figure 1. Displacement controlled actuator with single rod cylinder

Prof. Dr. Monika Ivantysynova,
Department of Agricultural and
Biological Engineering, College
of Engineering Purdue University,
USA

- Throttling losses are eliminated
- Relief and check valves can be integrated into the pump case, thereby reducing the number of discrete components and fluid connectors
- Multiple cylinders can share a single low pressure line
- Recovery of potential and kinetic energy is possible since the pump automatically runs in motoring mode when the cylinder is driven by an aiding load

A similar solution has been studied by Lawrence et al [4]. An open circuit solution for displacement controlled actuators has been introduced by Haybroek, Larsson and Palmberg [5].

Although much research effort has been spent over the last 20 years and impressive fuel savings have been reported displacement controlled actuators are still not on the market[10]. The author's research group continues its effort on introducing displacement controlled actuators to mobile machinery. *Figure 2* shows a simplified circuit for an excavator with displacement controlled actuators for all functions. Detailed dynamic models of the standard LS excavator system and the proposed displacement controlled system were constructed, and a trench digging cycle was simulated for both. The displacement controlled excavator consumed 29% less total energy than the LS excavator for the simulated operation, more details can be found in [6]. In displacement controlled actuators the pump becomes the main source of losses. In addition, more pumps need to be installed in each machine. Therefore the pump efficiency will determine the achievable energy savings. The impact of pump efficiency on total power consumption has been studied by the author's research group [7].

Figure 3 shows a simulated working cycle for a skid-steer loader with displacement controlled boom and bucket functions, where two different pumps were used. Pump A had a maximum efficiency of 87% and pump B 90%. Although the difference in maximum efficiency is just 3% the system using type B pumps consumed

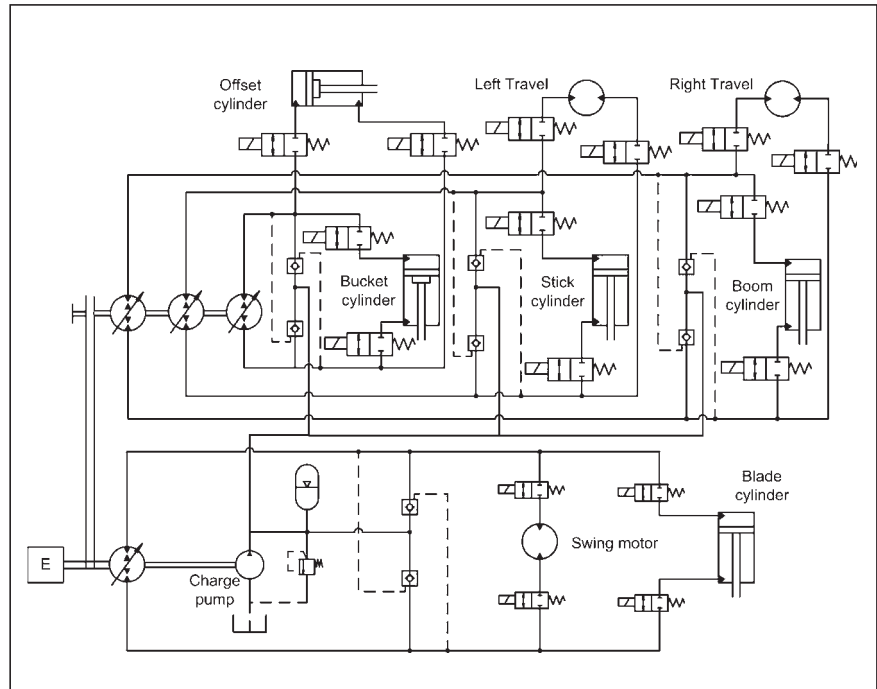


Figure 2. Simplified hydraulic circuit of a displacement controlled excavator

16% less energy for the same cycle. Thus improving efficiency in the entire range of operating parameters is very important for displacement controlled actuation.

Power Split & Hybrid Power Trains

The power train technology will also undergo major changes. Among the continuously variable transmission concepts (CVT) the power split tran-

smisson principle is the most efficient. It allows very effective engine management and can be used for a wide range of applications. Besides the current tractor applications power split and hydraulic hybrids will be introduced in different off road and on road vehicles [8],[9]. The transmission efficiency and ratio are strongly dependent on the efficiency of the pump and motor.

Closed loop control & Automation

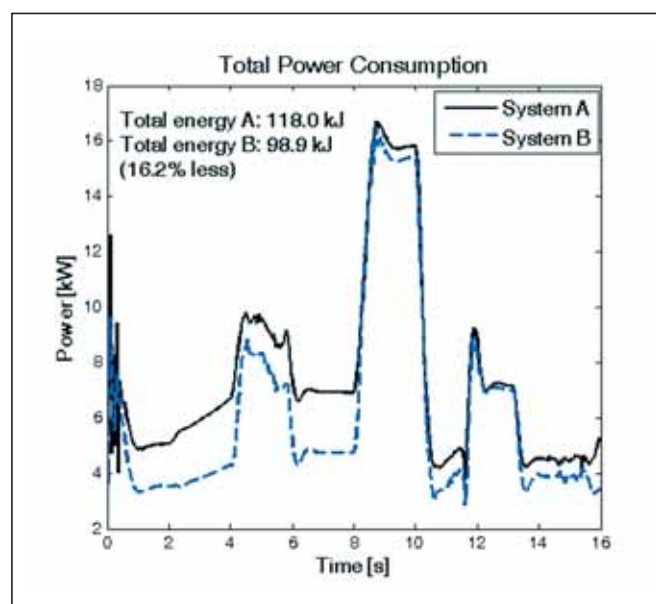


Figure 3. Total power consumption of displacement controlled skid steer loader

A third clear trend is the introduction of more automatic functions and the development of small and large heavy-duty mobile robots or robot like machines. The replacement of human control by closed loop control will allow faster operation. The installation of necessary sensors to measure cylinder and pump displacement, system

pressure, speed and machine acceleration will allow the use of the installed actuator power for additional functions like active vibration damping [10].

Pump and motor requirements

The described new system technologies require major changes in pump and motor design. Highly efficient electrohydraulically controllable overcenter pumps are requested for the realization of displacement controlled linear and rotary actuators. The power split and hydraulic hybrid technology requires overcenter pumps and variable motors of the highest efficiency. The closed loop control of actuators and drives will require variable displacement pumps with installed sensors to measure the pump displacement. The integration of microcontrollers into the pump or motor will allow implementing many different control concepts and customer features by software, i.e. the design of smart pumps. Pumps for displacement controlled actuators usually require higher bandwidth of the pump controlled system. In addition pump noise will become a major challenge for mobile equipment when installing multiple pumps and motors in machines with quieter engines. The replacement of valve controlled systems by displacement control will increase the demand for smaller pumps. The future direction for pump and motor design need to address the following objectives:

- reduction of pump and motor power losses in the entire range of operating parameters
- increase of bandwidth of pump control
- reduction of pump and motor noise
- high operating pressures
- compact design and high power density

Innovations in pump design

The first question to be answered is; do we need to invent new pump principles to fulfill the above listed requirements? With gear, vane, screw and piston pumps and many different existing designs for each type the

number of designs to choose from seems to be large enough. The current designs are usually much simpler than those developed 50 years ago [11]. The market share of variable units has continuously increased over the last 30 years and this trend will continue. That's why this paper focuses on trends in the area of variable displacement machines and will not include gear and screw pumps. Among the variable positive displacement machines only piston machines are applicable for high pressures, i.e. vane pumps are not suitable for the discussed new technologies. In mobile hydraulics radial piston pumps have not been used very often, except radial piston motors for high torque and low speed applications. Radial piston pumps with outer piston support are very similar to swash plate type axial piston pumps, thus both design allow high pressures, high efficiencies and comparable power density. However due to the radial piston arrangement the radial piston pump with outer piston support is much shorter than the swash plate type axial piston pump. This could be an advantage for the displacement controlled systems requiring the installation of a larger number of pumps in a single machine like the excavator shown in Figure 2. One of the disadvantages of variable radial piston pump with outer piston support is the higher movable mass compared to swash plate type, thus for applications with high bandwidth of the pump control system the swash plate type is clearly the best solution. There are only two types of axial piston machines - bent axis axial piston and swash plate axial piston machines. The main difference between these two different designs is the generation of torque. In swash plate axial pi-

ston machines the torque generation takes place at the cylinder block. Therefore the piston is heavily loaded by a large radial pressure dependent force. This large force does not allow using piston rings to seal the displacement chamber better. The piston-cylinder pair requires a very good design to fulfill its double function (sealing and bearing). In bent axis axial piston machines the torque is generated on the driving flange. The lateral piston force is very small and therefore piston rings can be used to seal the displacement chamber. Consequently this principle allows achieving higher efficiencies than all other known designs. High starting torque and higher speed limit due to lighter pistons and the possibility to have very large tilt angles (45° and more) are further advantages of the bent axis principle. The main disadvantages are higher production costs, lower bandwidth and more complex design, which does not allow a through shaft in case of larger tilt angles. The swash plate type axial piston machine represents the simplest design. Unfortunately swash plate machines have a higher number of sealing and bearing gaps, which create a real challenge in achieving comparable high efficiencies. Computer based design offers certain opportunities as will be discussed later in this paper. Another drawback of the swash plate unit is the limitation of maximum swash plate angle due to the high radial force

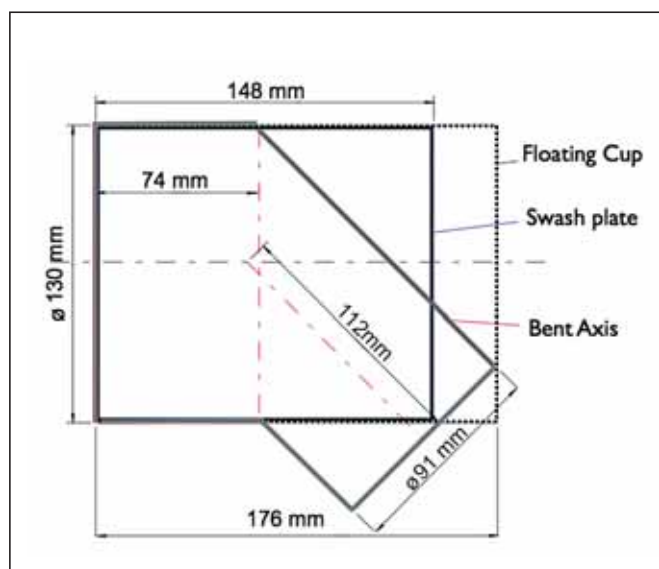


Figure 4. Comparison of main dimensions of rotating group of different piston machines

Table 1. Rotating group power density comparison of 125 cm³ positive displacement units

Design	MAX. SPEED [RPM]	Max. Δp [bar]	MAX. POWER [KW]	Vol. [cm ³]	Power Density	
					[kW/cm ³]	[%]
Floating Cup	3000	400	250	2336	0.11	100
Swash Plate	3500	450	328	1964	0.17	156
Bent Axis	3500	450	375	1711	0.22	205

exerted on the piston. This limits the power density of this design. Figure 4 shows a comparison of size of rotating group of different axial piston machines with different tilt angles, floating cup 10°, swash plate 18°, bent axis 45°. The dimensions shown are the main dimensions of the rotating group of a 125 cm³ unit.

The floating cup design proposed by INNAS [12] is a bent axis machine with a limited tilting angle of 10° due to geometrical constraints [13]. The unit has 24 pistons and requires two valve plates and two cylinder blocks, i. e. the resulting number of parts of the rotating group is with 83 much higher compared to a 9 piston bent axis machine requiring 23 parts. Table 1 shows a comparison of power density of the three different designs. The swash plate unit and the bent axis have both 9 pistons. The high number of pistons (24) of the floating cup design allows reducing flow pulsation, but requires 50 gaps to be sealed. Compared to that, a bent axis with 9 pistons has only 19 gaps. Thus shows innovations in pump and motor design should rather focus on continuous improvement of well-known and well-understood principles, like bent axis, swash plate and radial piston units. Although decades of research many effects taking place in our current machines are not completely understood and models are still not accurate enough to reflect the complex nature of physical effects taking place in these machines. Sealing of the displacement chamber is the biggest challenge when designing a positives displacement machine for high pressure application. Therefore

the design of the sealing and bearing gaps in the area of piston machines will offer many opportunities for innovations necessary to improve efficiency in the entire range of operating conditions. Surface shaping, surface texturing,

the application of new materials and coatings together with new manufacturing technologies will form the basis for further innovations to meet the described challenges.

Figure 5 shows measured power loss and overall efficiency of a 75 cm³ variable swash plate unit for four different displacements and two operating pressures when running at 2000rpm. The power loss at lower swash plate angles is too high to keep the efficiency curve flat. In addition to that keeping the efficiency high also for lower pressures is very important for displacement controlled actuation and transmissions. Thus a further reduction of losses occurring at lower pressures is another challenge for the design of high pressure pumps and motors.

The program CASPAR allows supporting pump design and optimization based on modeling non-isothermal gap flow in all three connected gaps of swash plate axial piston machines [12]. The model has been extended to consider fluid structure interaction, i.e. the hydrodynamic effects due to elastic surface deformation [15]. The CASPAR model considers micro-motion of all movable parts of the rotating group to determine the varying gap heights between highly loaded sealing and bearing surfaces over one shaft revolution. Based on the final gap heights the load carrying ability of the gap and all other resulting parameters like viscous friction and leakage can be predicted. The program was used to optimize the piston shape for pumping and motoring conditions [16]. Recently the impact of a shaped valve plate has been studied [17]. Figure 6 shows the gap height between cylinder block and valve plate for the rotating angle = 0°, i.e. the piston at the outer dead center. Changing external forces exerted on the cylinder block lead to a micro-motion of the cylinder block which causes varying gap height over one haft revolution while running the pump under steady state conditions. Figure 7 shows the impact of shaping on the fluid film thickness. The average maximum and minimum gap heights between valve plate and

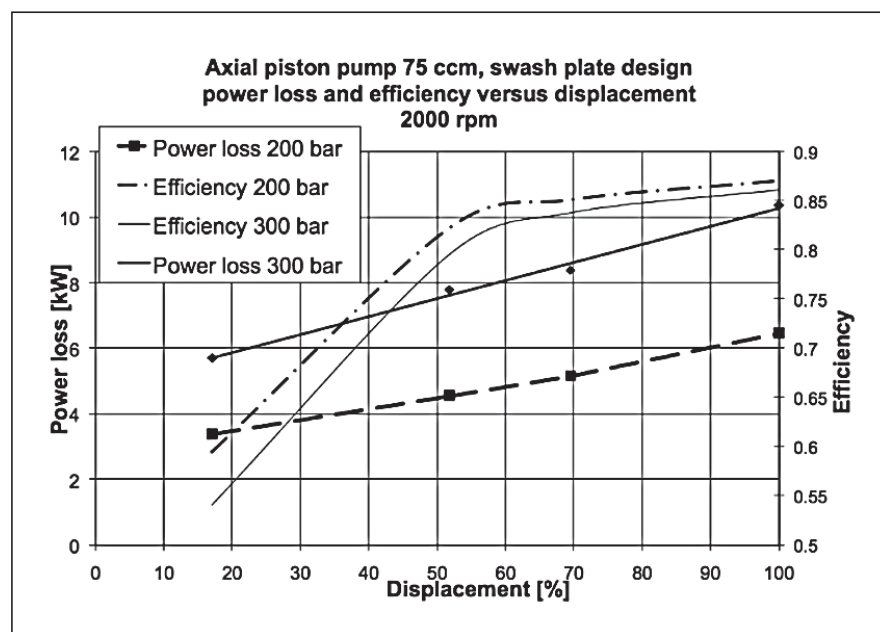


Figure 5. Measured power loss and overall efficiency of a 75 cm³ unit for different swash plate angles

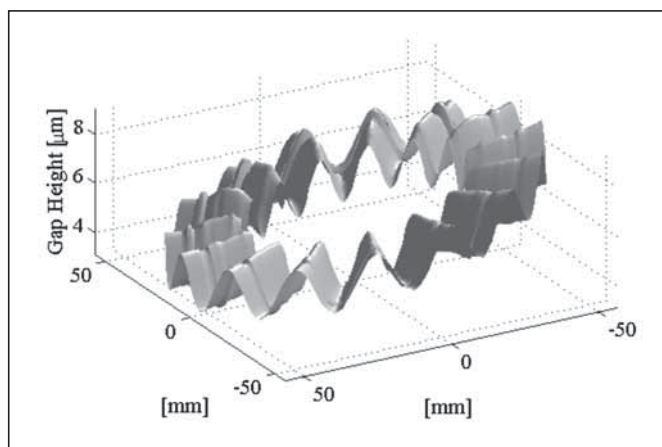


Figure 6. Gap height between valve plate and cylinder block using a shaped valve plate surface

cylinder block are shown for different operating conditions (two speed settings, two different operating pressures and 100% and 20% swash plate angle). The gap heights for the standard design are shown in light gray and the gap heights obtained for the shaped surface in black. The investigated surface shape contributes to an increase of gap heights at lower operating pressures and lower displacements.

The change in gap height leads to change in fluid flow conditions and consequently to a change of friction and leakage. Viscous friction and leakage determine the power losses generated in by the gap in case of full fluid film conditions. For all simulated eight operating conditions a sufficient

thickness of the fluid film has been obtained. The shaped valve plate surface reduces the power loss by more than 60% for lower operating pressures and low displacement. In case of high operating pressures the impact of the investigated shape is negligible.

Recently there has been an increasing trend of research on fast switching valves. The idea of creating a virtually variable displacement pump has been proposed and studied by different teams [18],[19]. Lumkes and Batdorff [19] investigated the losses associated with the use of fast switching valves, but did not consider that the fixed displacement pump will have in addition considerable losses. Fast electro-hydraulically operated switching valves could be used to reduce losses due to compressibility when integrating them in piston machines to connect each displacement

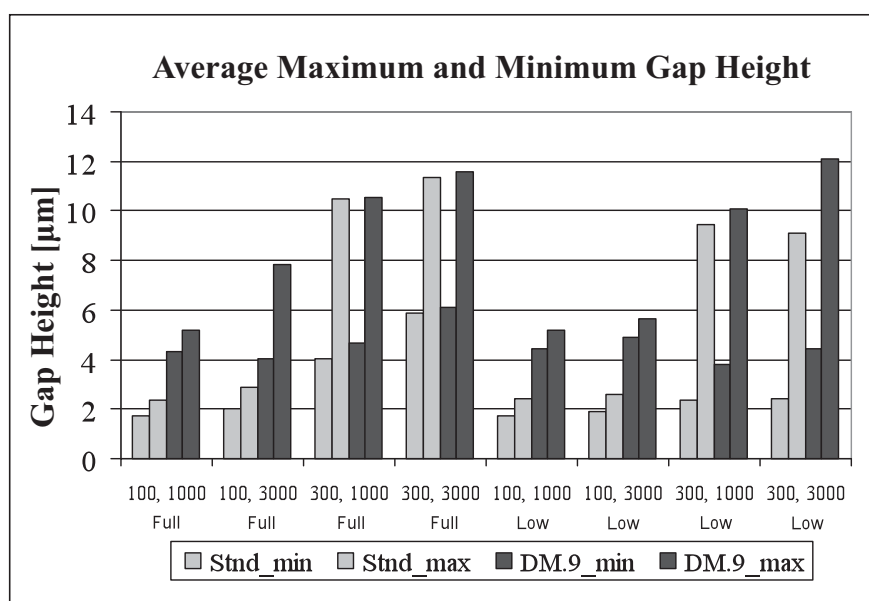


Figure 7. Maximum and minimum gap height between valve plate and cylinder block

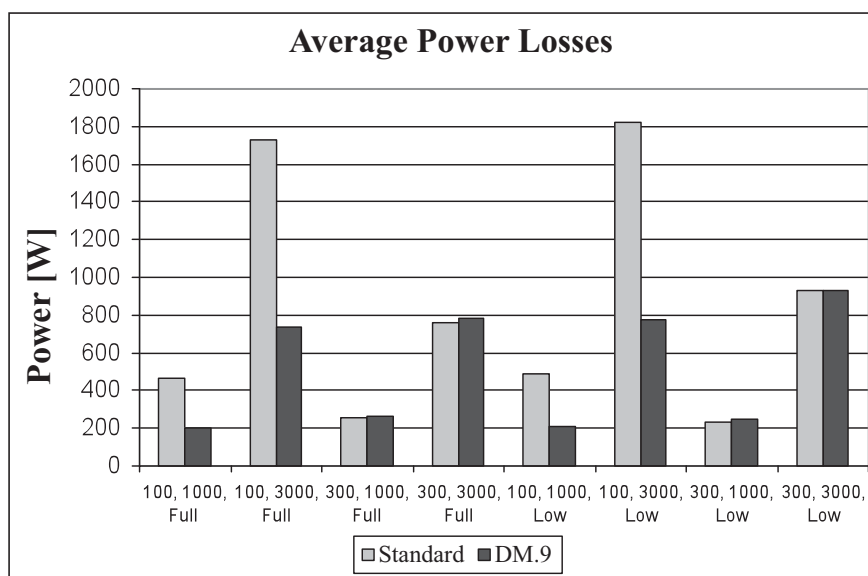


Figure 8. Average power loss of the gap between valve plate and cylinder block (standard & shaped valve plate)

chamber with the high pressure and low pressure port respectively. Figure 9 shows an example for a swash plate axial piston pump with rotating swash plate. By keeping the displacement chamber connected to suction during discharge for the required time the compression of the volume expressed by the second term in Eq. (1) will be avoided. Assuming that the switching valves are fast enough, for a 75 cm³ pump running at 3000 rpm, 300 bar pressure and 20% displacement the theoretical increase in discharge flow rate is 1.34 l/min.

$$V_0 = V_D + R \cdot A(\tan\beta_{\max} + \tan\beta) \quad (1)$$

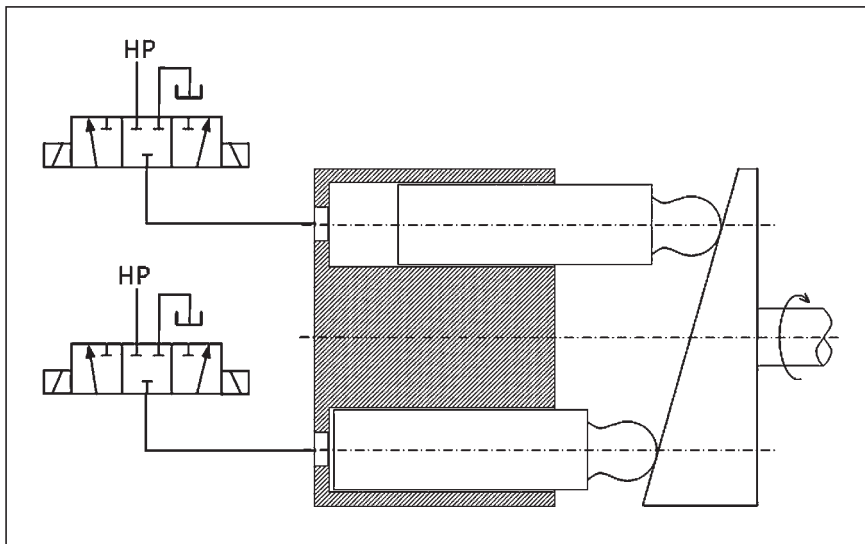


Figure 9. Swash plate axial piston pump with fast switching valves for individual chamber porting

Conclusion

Displacement controlled actuators, power trains based on power split transmission and hydraulic hybrids are the main emerging technologies, which can significantly reduce fuel consumption and emissions. These technologies require electrohydraulically controllable variable displacement pumps with four-quadrant operation. Major challenges are high efficiency in the entire range of operating parameters; low noise and advancements in pump control. Surface shaping and texturing, the application of new materials and coatings together with new manufacturing technologies will form the basis for further innovations in pump and motor design. Due to the limited length of this paper only few examples for new directions in pump design are presented and the referenced work is very limited and does not reflect the amount of research accomplished in this field worldwide.

References

- [1] Berbuer, J., Neuartige Servoantrieb mit primärer Verdrängersteuerung. PhD thesis RWTH Aachen, 1998.
- [2] Ivantysynova, M., Pump Controlled Actuator - a Realistic Alternative for Heavy Duty Manipulators and Robots. Develop-

- ments in Fluid Power Control of Machinery and Manipulators, Fluid Power Net Publication (2000), chapter 5, pp. 101 – 123.
- [3] Rahmfeld, R. and Ivantysynova, M. 1998. Energy saving hydraulic actuators for mobile machines. Proc. 1st. Bratislavian Fluid Power Symposium, Casta-Pila, Slovakia, pp. 47 - 57.
- [4] Lawrence, P.D.; Salcudean, S.E.; Sepehri, N.; Chan, D.; Bachmann, S.; Parker, N.; Zhu, M. and Frenette, R., Coordinated and Force-Feedback Control of Hydraulic Excavators. 4th Intern. Symposium on Experimental Robotics, Stanford, USA, 1995.
- [5] Heybroek, K.; Larsson, J. and Palmberg, J.O., Open Circuit Solution for Pump Controlled Actuators. Proc. 4th FPNI PhD Symposium, pp. 27-40. Sarasota, Florida, USA, 2006.
- [6] Williamson, C., Zimmerman, J., Ivantysynova, M., Efficiency Study of an Excavator Hydraulic System Based on Displacement-Controlled Actuators. Bath/ASME Symposium on Fluid Power and Motion Control. Bath, UK, 2008.
- [7] Williamson, C. and Ivantysynova, M., The Effect of Pump Efficiency on Displacement Controlled Actuator Systems. Proceedings 10th SICFP '07, Tam-

- pere, Finland, Vol. 2, pp. 301-326, 2007.
- [8] Carl, B., Williams, K. and Ivantysynova, M., Comparison of Operational Characteristics in Power Split Continuously Variable Transmissions. SAE ComVec, Chicago, IL, USA, SAE Technical Paper 2006-01-3468, 2006.
- [9] Kumar, R., Ivantysynova, M. and Williams, K., Study of Energetic Characteristics in Power Split Drives for on Highway Trucks and Wheel Loaders. SAE ComVec, Chicago, IL, USA, SAE Technical Paper 2007-01-4193, 2007.
- [10] Eggers, B., Rahmfeld, R. and Ivantysynova, M., An energetic comparison between valveless and valve controlled active vibration damping for off-road vehicles. 6th JFPS International Symposium on Fluid Power. Tsukuba, Japan. pp. 275-283, 2005.
- [11] Ivantysyn, J. and Ivantysynova, M., Hydrostatic pumps and motors, Akademia books international, New Delhi, 2001.
- [12] Achten, P. A. J., Power density of the floating cup axial piston principle. Proc. 2004 ASME ImechE Congress and Expo, IMECE 2004-59006 Anaheim, California, 2004.
- [13] Peter Achten et al., Movement of the cups on the barrel plate of a floating cup axial piston machine. International Journal of Fluid Power 5 (2004) No. 2 pp. 25-33, 2004.
- [14] Wiecezorek, U. and Ivantysynova, M., Computer Aided Optimization of Bearing and Sealing Gaps in Hydrostatic Machines - The Simulation Tool CASPAR. International Journal of Fluid Power, Vol. 3 (2002), No.1, pp. 7-20, 2002.
- [15] Huang, C. and Ivantysynova, M., A new approach to predict the load carrying ability of the gap between valve plate and cylinder block. PTMC 2003, Bath, UK, pp. 225 – 239, 2003.
- [16] Ivantysynova, M. and Lasaar, R., An investigation into Micro- and macro geometric design

of piston/cylinder assembly of swash plate machines. International Journal of Fluid Power, Vol. 5 (2004), No.1, pp. 23- 36, 2004.

[17] Baker, J. and Ivantysynova, M., Investigation of power losses in the lubricating gap between cylinder block and valve plate of axial piston machines. Proc.

of 5thFPNI PhD Symposium, Cracow, Poland 2008.

[18] Haink, C.T., Rannow, M., Van de Van, J. Wang, M., Li, P., Chase, T., High speed rotary pulse width modulated on/off valve. Proc. of ASME-IMECE'07, Seattle, USA, IMECE 2007-42559, 2007.

[19] Batdorff, M., Lumkes, J., Virtually variable displacement hydraulic pump including compressibility and switching losses. Proc. of ASME-IMECE'06, Chicago, USA, IMECE 2006-14838, 2006.

Nomenclature

A	: piston area
R	: pitch radius
Δp	: differential pressure
V_o	: volume of displacement chamber at ODC
V_D	: dead volume
β^D	: swash plate angle
ΔV	: volume to be compressed

The article was originally published on 7th JFPS International Symposium on Fluid Power, TOYAMA 2008, Japan

Novosti v snovanju črpalk – kakšne so smernice za prihodnost?

Razširjeni povzetek

Kot navaja avtorica, podaja članek le del od številnih in obsežnih raziskav novih tehnologij in snovanj v pogonsko-krmilni hidravliki, predvsem za področje mobilnih strojev s poudarkom na izvršilnih sestavinah, še posebno hidravličnih motorjih ter krmiljenih črpalkah, ki lahko delujejo kot črpalke ali kot motorji. Predvideva povečano povpraševanje trga po takšnih sestavinah in pogonih, katerih bistvo sta manjša poraba goriva in zmanjšanje emisij. Velika gostota moči pogonsko-krmilne hidravlike je ena njenih največjih prednosti, njena slabost – v primerjavi z elektromehanskimi aktuatorji in pogoni – pa je razmeroma slab izkoristek. Ta pa postaja vse pomembnejši zaradi zviševanja cen pogonskih goriv. Za odpravo teh slabosti so trendi v mobilni hidravliki odprava izgub zaradi dušenj, izkoriščanje oziroma vračanje kinetične in potencialne energije ter izboljšanje izkoristka predvsem hidrostatičnih enot. V zadnjih letih so bila na znanstveno-strokovnih srečanjih in v tovrstni literaturi predstavljena številna nova krmilja, ki vsebujejo tovrstne rešitve. Nekaj tega s konkretnimi številčnimi vrednostmi je predstavljeno tudi v tem članku. Z vidika sedanjih in bodočih zahtev in smernic avtorica vrednoti tudi različne konstrukcijske izvedbe črpalk, tudi nekaj zelo novih izvedb, ki pa, kljub inovativnosti, ne izpolnjujejo sedanjih in prihodnjih zahtev. Avtorica napoveduje predvsem intenziven nadaljnji razvoj batnih črpalk, ki omogočajo dobra krmiljenja tlakov in iztisin, kar je bistveno za zahteve mobilnih strojev. Številne in obsežne raziskave potekajo tudi na področju drsnih kontaktnih površin, protiobrabnih prevlek, mikrooblikovanja površin in zniževanja višine rež znotraj hidrostatičnih enot. Smernice za bodoča snovanja črpalk in hidravličnih motorjev (hidrostatičnih enot) so: zmanjšanje hrupa in izgube moči oziroma izboljšanje izkoristka v celotnem območju delovnih parametrov, razširitev območja krmiljenja hidrostatičnih enot, zvišanje delovnih tlakov ter kompaktnejše konstrukcijske izvedbe in povečana gostota moči.

Ključne besede: izvršilne sestavine (aktuatorji) s krmiljenjem iztislne, snovanje črpalk, izkoristek črpalk, modeliranje črpalk,



Podjetje **ABC maziva**, d. o. o., je s 1. 3. 2009 postalo ekskluzivni distributer za industrijska olja in maziva blagovnih znamk **Aral**, **BP** in **Castrol** za Slovenijo in ostale države jugovzhodne regije. Svojim kupcem ponujajo visokokvalitetna industrijska olja in maziva za vse vrste proizvodnje, ki so jih odobrili in preizkusili vsi največji svetovni proizvajalci opreme. Proizvodi izpolnjujejo in presegajo najstrožje ekološke in varnostne standarde. S kvalitetnim tehničnim servisom in brezplačnim odvozom odpadnih olj in emulzij znižujejo stroške v proizvodnji. Pokličite jih in se prepričajte o kvaliteti njihovih proizvodov. **Informacije:** miran.babnik@abcmaziva.com.



Visokokvalitetna industrijska olja in maziva za vse vrste proizvodnje, ki so odobrena in preizkušena s strani vseh največjih svetovnih proizvajalcev opreme. Izpolnjujejo in presegajo najstrožje ekološke in varnostne standarde. S kvalitetnim tehničnim servisom in brezplačnim odvozom odpadnih olj in emulzij znižamo vaše stroške v proizvodnji. Kakovost, ki se obrestuje!



Ekskluzivni prodajalec industrijskih olj in maziv Aral, BP in Castrol.

ABC maziva d.o.o.
Bravničarjeva 13
1000 Ljubljana

tel: 01/5136 242
fax: 01/5136 248

web: www.abcmaziva.com
e-mail: info@abcmaziva.com

Mode Switching and Energy Recuperation in Open-Circuit Pump Control

Kim HEYBROEK, Jonas LARSSON and Jan-Ove PALMBERG

Abstract: Today's mobile machines most often contain hydraulic valve controlled drives in an open loop circuit. For the purpose of saving energy, the constant pressure pumps have in the past frequently been replaced by load-sensing pumps and load-sensing valves. However, considering applications where the load is helped by the gravitational force, even these hydraulic systems often suffer from poor efficiency. In this article, a novel pump-controlled hydraulic system is studied where energy recuperation from lowering motions is possible. The pumps are fully displaceable in both directions, working as motors when lowering loads. The amount of recuperated energy is highly dependent on the chosen control strategy, the hydromechanical properties as well as the target application. Furthermore, the article describes how valve design becomes an important feature in an attempt to reach high efficiency and machine operability.

Key words: pump control, open circuit, energy efficiency, energy recuperation

■ 1 Introduction

In mobile applications load-sensing solutions have significantly reduced energy consumption. However, in applications with unequal drive pressure levels the load sensing systems still result in energy losses, referred to as metering losses. In addition to these losses, most hydraulic systems today do not include the possibility to recuperate the potential energy stored in elevated loads, when these are lowered. Previously, several authors have shown that so called pump control or displacement control is a strong competitor in the energy efficiency debate because of

its comparatively few loss elements and versatility in control [1–4]. However, in few of these articles is the utilization of energy recuperation not examined to any great extent, if even mentioned.

The main purpose of this study is to describe how well the open-circuit solution, previously presented by the author [5], can recuperate energy in lowering motions, depending on the chosen control strategy, and how the recuperated energy can be utilized by the application in hand. Furthermore, a theoretical linear analysis and non-linear simulations demonstrate the challenges in an energy efficient load lowering mode, referred to as the differential mode.

■ 2 Open-Circuit Solution

In this paper the author has studied a hydraulic system configuration where each actuator/supply system comprises a variable displacement

pump/motor working in an open-circuit together with four separate valves, see *Figure 1*. The four valves render a concept versatile in control, as the cylinder chambers can be connected to pump and/or tank as well as be closed at any time. The concept effectively eliminates the metering losses; it has the potential of energy recuperation and enables a four quadrant load actuation.

In either operation quadrant the load speed is controlled directly by the relative pump displacement. The pump controller is capable of switching between displacement control and pressure control in case of excessive pressures. The valve configuration allows loads to be lowered in several different ways. Similar to conventional load-sensing systems, flow-control via the meter out orifice to tank (A-T) is possible. This manner of lowering a load is what we try to avoid in this study, as all potential load energy will be converted to heat

Kim Heybroek, PhD-student, Jonas Larsson, PhD, Prof. Jan-Ove Palmberg, all Division of Fluid and Mechanical Engineering Systems, Department of Management and Engineering, Linköping University, Sweden

in the orifice, thus accounted for as an energy loss. In contrast to this, the author of this study looks upon the advantages of letting lowering flow go through the pump (A-P), controlling the load speed by adjusting the relative pump/motor displacement. This can be achieved either by letting all flow from the piston chamber go to the pump, referred to as “normal lowering”; alternatively, the flow can be divided into one part going to the pump and the other to the piston rod chamber (P-B). This approach is referred to as “differential lowering” and can be seen as a pressure-flow transformation resulting in a decreased amount of pump flow needed to achieve the same piston speed. Since a pump/motor has a limited flow capability at a certain engine speed, the differential mode will make it possible to lower loads faster without increasing the pump size. On the other hand, the pressure level will increase at the same rate, making the load capability lower. An apparent advantage of the differential mode is that the cavitation issue in “normal lowering” is intrinsically solved as flow is taken directly from the piston chamber.

2.1 Valve Configuration

For good functionality of the open circuit solution the valves that are used for mode switching in the change of operation quadrant, must meet certain requirements. They must have

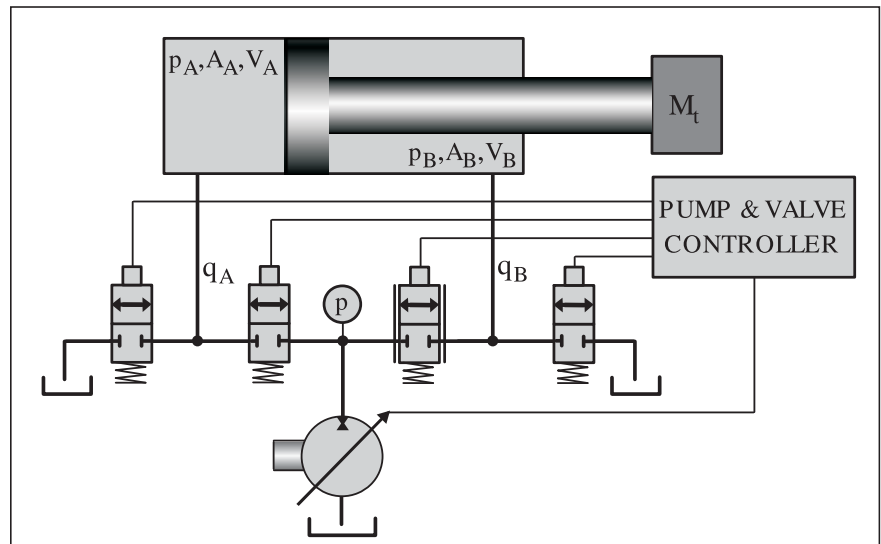


Figure 1. Pump controlled open-circuit solution

a relatively high bandwidth, provide a “soft closing” in addition to producing low pressure losses at high flows. The valve configuration must also incorporate anti-cavitation capabilities for the load side. To meet these demands, four seat valves of the valvistor type have been chosen for each working cylinder. The valvistor is shown in Figure 2(a). In the main poppet there is an inner orifice that consists of a small rectangular slot with a total area that equals the pilot valve maximum orifice area. When the pilot valve opens, x_{pilot} , the pressure, p_c , will decrease and the poppet force equilibrium yields a poppet displacement upwards, x_{pop} , until the slot orifice area equals the pilot orifice area. Hence, the valvistor

is a follower servo. More details on the functionality of the valvistor are presented by Eriksson, B. [6]. In this study the standard valvistor, originally presented by Andersson, B. [7], has been modified to allow flow control in both directions, see Figure 2(b). This modification is necessary to achieve the desired recuperative lowering motions, when flow from the load cylinder is taken back via the pump/motor.

There are several reasons why the valvistor has been chosen for this concept. First, the dynamics of a valvistor is generally described as a first order system, which in this case brings out the advantageous property of soft valve closing which is good as the valve

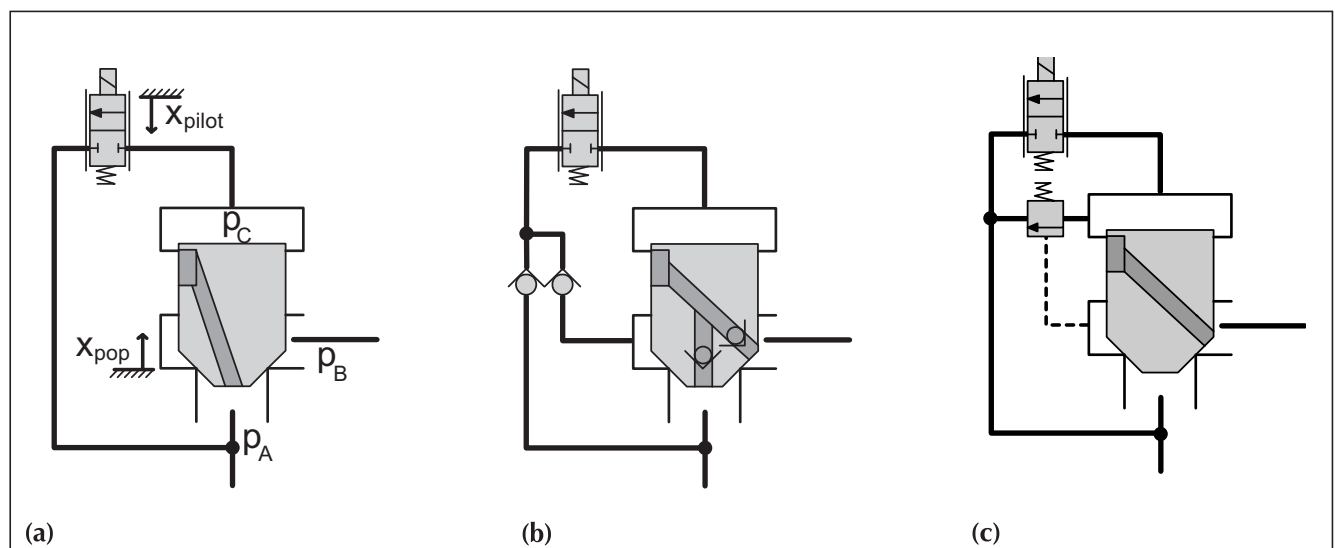


Figure 2. Different valvistor configurations: (a) A-type Valvistor, (b) Bi-directional valvistor, (c) Pressure limited valvistor

2.2 Energy Management

In the following fictive example the open-circuit solution is implemented in a wheel loader. Concerning the hydraulics, the lowering power generated by the load could be used

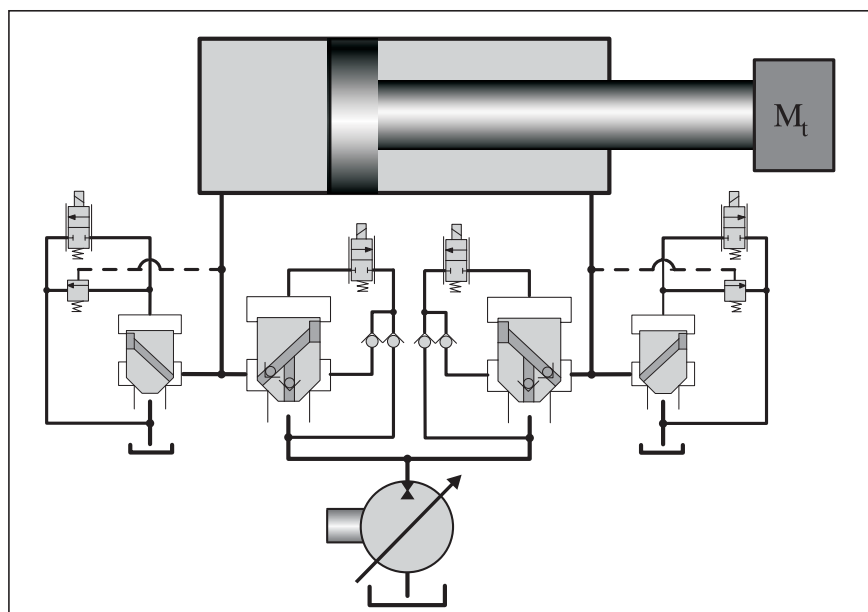


Figure 3. Open-circuit solution with four valvistsors implemented

One must note that the most energy efficient operator driving character-

ristics for a conventional hydraulic system are not the same as for the system presented here. In the open-circuit solution, the operator can affect the energy efficiency, to a much greater extent, for example by letting the load lowering drive the vehicle backwards when reversing out from a truck. *Figure 5* illustrates the potential load energy versus the required energy while lowering a load in a typical loading cycle of a wheel loader with load-sensing hydraulics. The black area in *Figures 5(a)* and *5(b)* represents the sum of the energy required by the steering, propulsion and cooling for the lifting and tilting functions respectively. The grey area is the ideally

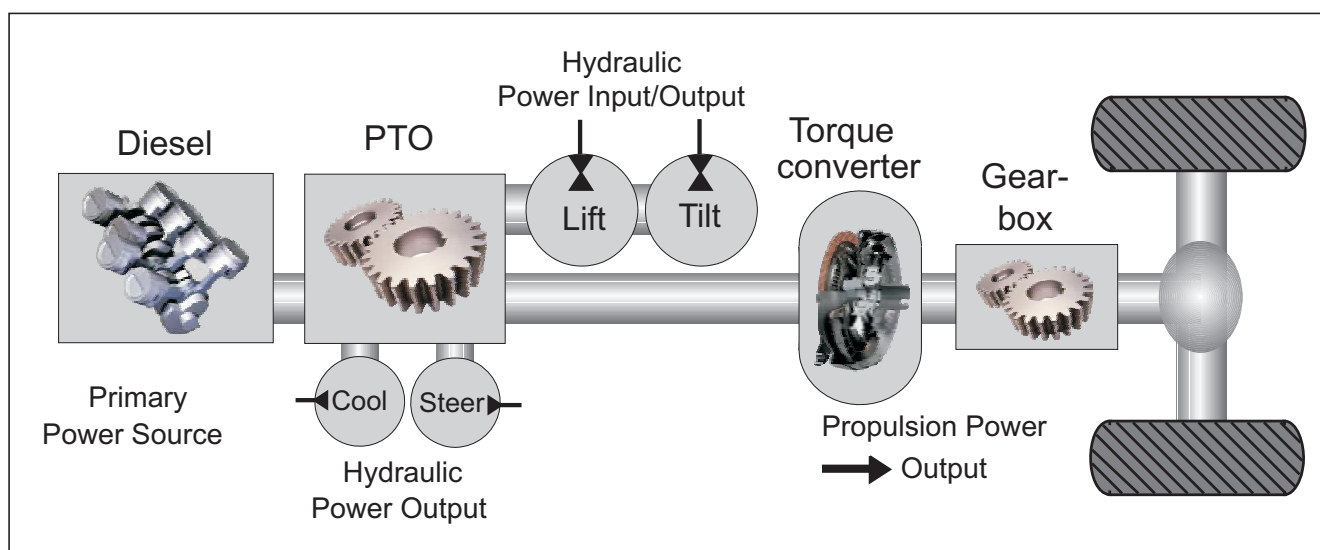


Figure 4. Energy distribution of recuperated energy in a wheel loader application

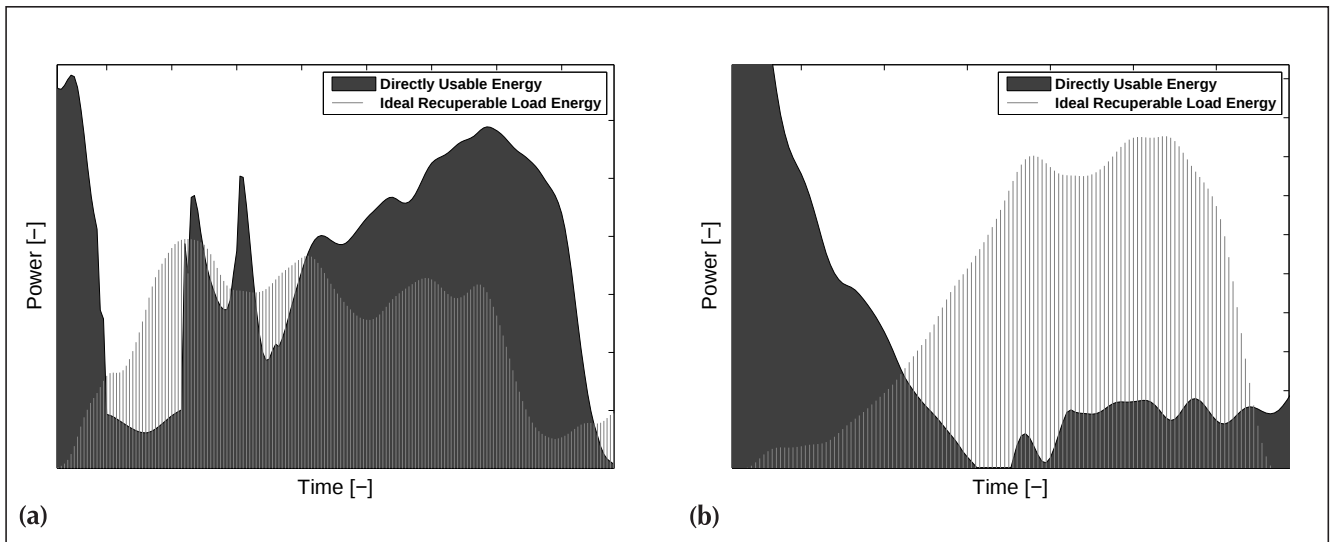


Figure 5. Recuperable energy in a typical loading cycle of a wheel loader: (a) Recuperation potential in lift function, (b) Recuperation potential in tilt

recuperable energy for each function. While lowering the bucket, cooling is a relatively small energy consumer compared to the energy required for vehicle propulsion backwards as well as for steering. When the bucket is tilted out, there is not much other activity to consume the potential load energy; this operation consequently requires either a change in control strategy or increased engine rpm. However, in using the potentially recuperable energy in the present solution the total hydraulic energy consumption for this loading cycle will be reduced by 5-10%. In a future solution the surplus power can be transferred to a hydraulic or electric buffer, which would save approximately another 5%.

To choose the most energy optimal control strategy for the working hydraulics, the system controller must be capable of estimating the total available power online as well as the total required energy. One way to implement this is to supervise the diesel engine, and compute what power it generates. Also, the total power take out must be estimated online. In practice these actions often require extra transducers installed on certain components. In case of recuperative motions, the control system must also define where recuperated power can be consumed, i.e. by other working hydraulic functions or by the powertrain.

3 Recuperation Efficiency

Figure 6 illustrates the working range for various lowering modes. The axis pointing upward is the recuperation efficiency, η . Here a cylinder area ratio, $\kappa=2/3$, is used together with a pump of typical size for a medium sized construction machine. For simplicity the desired maximum lowering speed is set to three times the maximum lifting speed. As seen in Figure 6(a) full energy recuperation can only be achieved up to a third of the desired lowering speed because of the limited pump capacity. In Figure 6(b) the cylinder area ratio makes it possible to lower at the desired speed, but because of the pressure increase, only a third of the desired

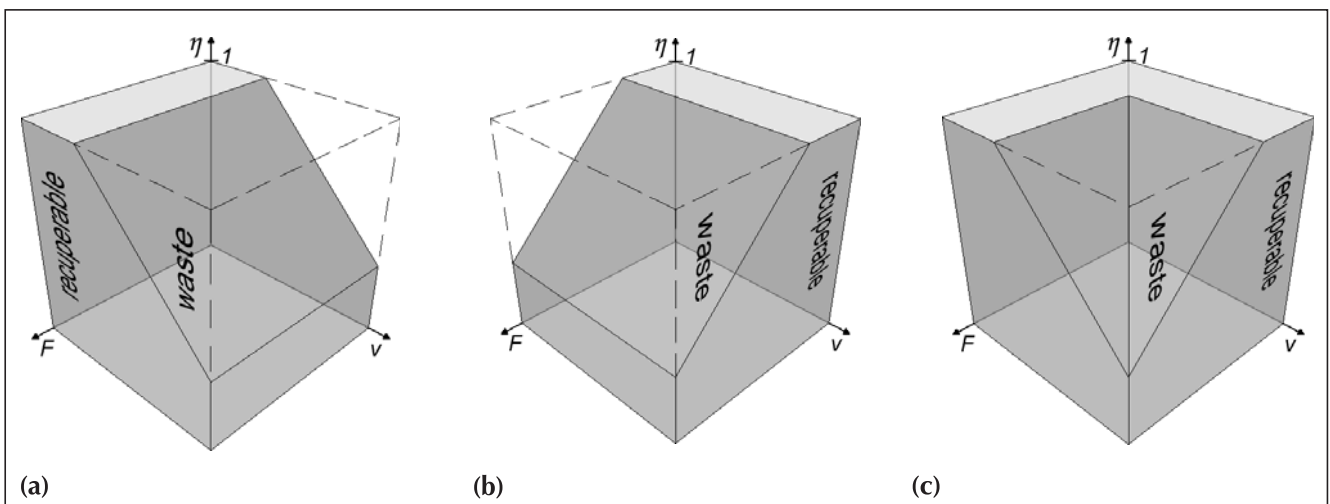


Figure 6. Ideal efficiency regarding maximum system pressure and pump flow: (a) Normal lowering mode, (b) Differential lowering mode, (c) Differential/normal

loading capability can be obtained. The figures show that the overall potential in energy recuperation is the same in both cases, but depending on the most common point of operation one of the solutions is better than the other. In applications where lowering with high speeds and low loads is the most common, the differential mode is the most advantageous. When it is more common to lower heavy loads at low speeds, the normal mode is to be preferred. For example, if the application is a wheel loader loading gravel, the bucket is usually lowered empty at high speed; hence would the differential mode be more appropriate. However, where switching between these two modes is possible, higher recuperation efficiency could be obtained over a greater working range, illustrated in Figure 6(c).

In order to realize the normal lowering over the whole working range one must control flow to tank over an orifice to reach speeds exceeding the maximum pump capacity, thus decreasing the recuperation efficiency. In the differential case, one must instead restrict "the degree of" differential mode at higher loads to avoid the maximum pressure level. In practice, this can be achieved by

using a valve, that senses the pressure level in the piston chamber, which for a given maximum pressure level, starts closing the connection between the cylinder chambers (Figure 7(a) in Section 3.1), converting all power related to the pressure exceeding the pre-defined maximum level to heat. If this valve closes completely, normal mode is achieved, and flow to the piston-rod chamber must instead be taken from tank (T-B). See Section 3.1-3.3 for further analysis in this subject. However, the most obvious difference between these two solutions is that the differential mode requires pressure control of an orifice while the normal mode requires flow control over an orifice. The most energy efficient strategy is determined according to the application and under what working conditions the machine usually operates. Given that point of operation, one can decide which solutions is the most suitable. In case a mode switching solution is selected there are of course important changes in system properties to consider. For example in case of going from normal mode to differential mode not only the pressure level will change but also the dynamic load properties, such as hydraulic damping and natural frequency.

3.1 Static Calculations

To demonstrate the basic functionality of the system, operating in the differential mode, a static model was constructed on the basis of the system shown in Figure 7(a). Here the control valve, which is a normally open pressure limiter, is mounted directly in the main circuit to simplify the calculations. The flow through the valve is given by the orifice equation, Eq. 1.

$$q_B = K_s \cdot (x_{\max} - x_v) \cdot \sqrt{p_A - p_B} \quad (1)$$

where K_s is the orifice coefficient and x_v is the valve closure. The static force equilibrium is given by Eq. 2.

$$-p_A \cdot A_{\text{red}} + k_s \cdot l_s + k_s \cdot x_v = 0 \quad (2)$$

In this model the fluid compressibility and the valve dynamics have been ignored. Neither has cavitation effects been taken into account. This yields a piston speed, v_p , directly proportional to the pump flow, independent of the valve closure.

$$v_p = \frac{q_p}{A_A} \cdot \frac{1}{1 - \kappa} \quad (3)$$

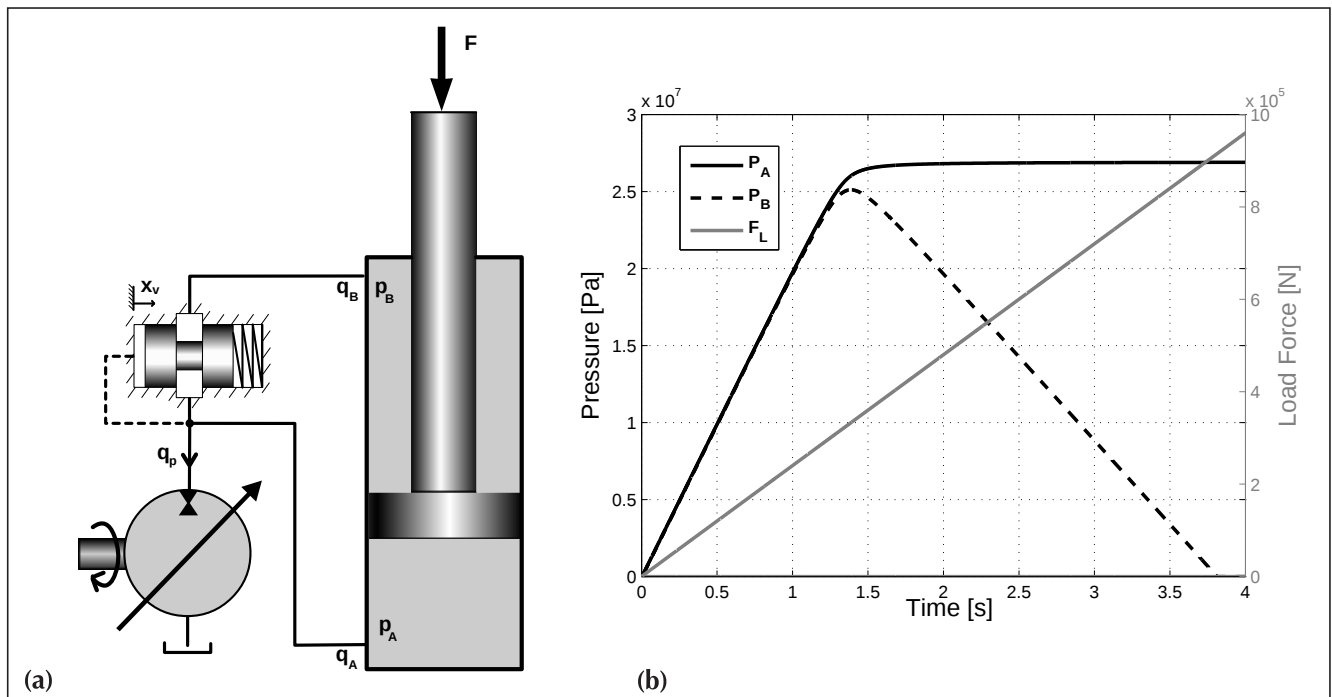


Figure 7. Static behavior of system pressure limiter: (a) Simplified system, base for static calculations, (b) Static pressure response to applied load pressure

The input variables to the calculation are pump flow, q_p , and load force, F_L . In Figure 7(b) the pump flow is kept constant and the load force is ramped up from zero (right axis). When the pressure level (left axis) has reached the pre-defined cracking pressure (25 MPa in the figure), the pressure in the piston chamber, p_A , is kept at a fairly constant level and the other pressure, p_B , is closing up to zero as the load force increases further.

3.2 Linearized Model

The static calculations in Section 3.1 are good to describe the conceptual idea of the pressure limiter, but to get a better understanding of the dynamic system behavior a linearized model is derived. A realistic linear model can be conceived from the physical equations described in Section 3.1 along with equations for the load dynamics. After linearization and Laplace transformation of these equations, Eq. 4–9 are obtained.

$$\Delta Q_A = \Delta A_B \quad (4)$$

$$\Delta Q_B = K_q \cdot \Delta X_v + K_c \cdot (\Delta P_A - \Delta P_B) \quad (5)$$

$$\Delta P_A = (-\Delta Q_A + s \cdot \Delta X_p \cdot A_A) \cdot \frac{\beta_e}{V_A \cdot s} \quad (6)$$

$$\Delta P_B = (\Delta Q_B - s \cdot \Delta X_p \cdot A_B) \cdot \frac{\beta_e}{V_B \cdot s} \quad (7)$$

$$\Delta X_p = \frac{\Delta P_B \cdot A_B - \Delta P_A \cdot A_A + \Delta F_L}{M_t \cdot s^2 + B_p \cdot s} \quad (8)$$

To further consider the valve dynamics, the pressure limiting valve is looked upon according to Figure 8. After linearization and Laplace transformation the valve closure ΔX_v is given by Eq. 9.

$$\Delta X_v = -\Delta P_A \cdot \frac{C}{1 + T_r \cdot s} \quad (9)$$

, where the constant C is related to

the spring coefficient, k_s , and pressurized area, A_{red} , within the valve pressure-sense port.

$$C = \frac{A_{sen}}{k_s} \quad (10)$$

and T_r is a time constant, determined by properties related to the spring as well as the sense-channel volume and orifice.

$$T_r = \frac{k_s \cdot V_{sen} + \beta_e \cdot A_{sen}^2}{k_s \cdot \beta_e \cdot K_{c,sen}} \quad (11)$$

Interesting for further analysis is the transfer function from external load disturbance, ΔF_L , to the change of pressure in the piston chamber, Δp_A . The algebraic solution to this closed loop circuit, computed in a typical operating condition for a construction machine, yields a fourth order transfer function.

$$G_{sys} = \frac{\Delta P_A}{\Delta F_L} = \frac{(s + \omega_1)(s + \omega_2)}{(s + \omega_3)(s + \omega_4) \left(\frac{s^2}{\omega_5^2} + \frac{2\delta_h s}{\omega_5} + 1 \right)} \quad (12)$$

$$x_{max} = (p_{max} - p_{crack}) \cdot \frac{A_{red}}{k_s} \quad (13)$$

which along with Eq. 10 yields the C -value

$$C = \frac{x_{max}}{p_{max} - p_{crack}} \quad (14)$$

Furthermore, there are physical restrictions on the valve properties, such as the choice of a realistic spring coefficient as well as size of the pressurized area in the sense port, see Eq. 10. Also the minimum diameter of the valve orifice is critical as cavitation on the piston rod chamber must not occur at full lowering speed. For example, in a 350 bar system the cracking pressure is set to, say 250 bar, then at 350 bar the valve should be completely closed. In this case $C = 1 \cdot 10^{-9}$ is a suitable value in order to get an appropriate valve size and closure.

If the cracking pressure is set closer to the maximum this yields a higher C -value. Looking at the poles of the transfer function in Eq. 12, an increase in C -value eventually leads to system instability. How the other

system parameters, such as cylinder area ratio, working volumes and inertia load affects the limit for instability is rather complex. However, for a given application, these properties are known, only leaving out the properties of the pressure limiting

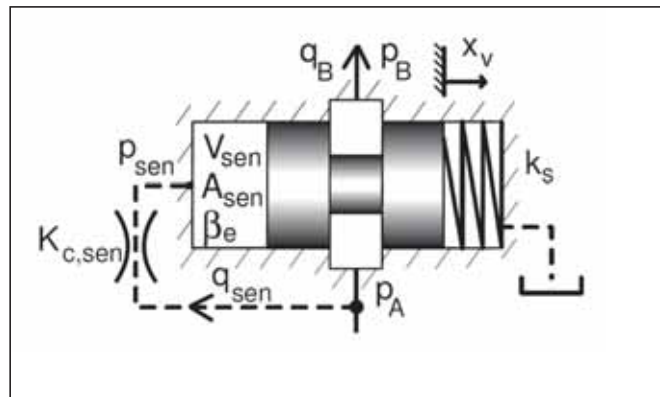


Figure 8. Assumed valve functionality

3.3 Stability of the Linear Model

The C -value is determined by what pressure level, p_{max} , beyond the cracking pressure level, p_{crack} , is acceptable before the pressure limiter should be completely closed.

Except for the C -value, the adjustable parameters are; the valve time constant, T_r , described by Eq. 11 and the geometric characteristics of the valve, described within K_q and K_c in Eq. 5. In practice, an increased value of T_r corresponds to a slower valve

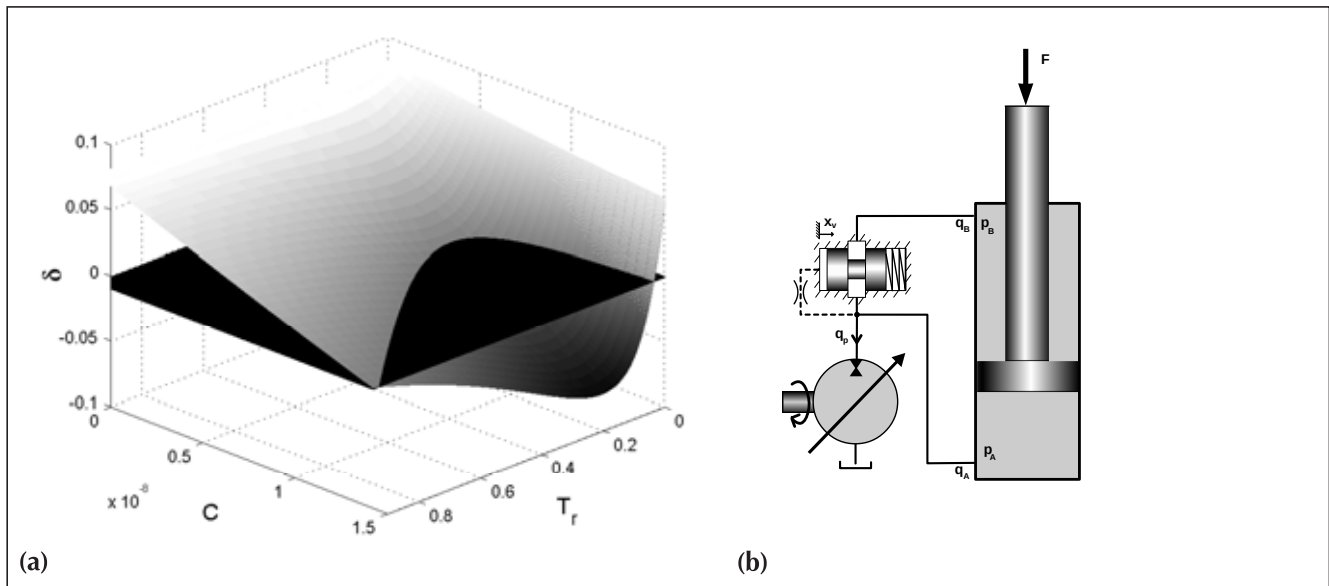


Figure 9. System damping and stability when linearizing at valve cracking pressure: (a) Hydraulic damping in respect to T_r and C , (b) Stable region in respect to T_r and C

response to pressure increase. This would intuitively mitigate the risk of instability as the dynamic pressure build-up, will not be as remarkable as the valve will react slowly, adopting its closure only to static changes in pressure. In Figure 9 the system damping is shown for a set of realistic C and T_r values, linearized close to the valve cracking pressure.

The black plane illustrates where the system damping is zero, thus marginally stable. Seen in Figure 9(b) high C -values can be chosen either by using a very fast valve or quite a slow valve. Note that without the pressure limiting valve, the system

damping is zero as this is an ideal pump controlled system. This stable region will be greater in case further system damping is introduced, such as friction and leakage. However, as G_{sys} in Eq. 12 will change with a different point of linearization, the stability region will also change. Figure 10(b) illustrates the stability region when the valve opening is chosen closer to zero. The stable region is now substantially smaller and will become even smaller as the valve closes further. Here, it still helps to use a higher value in T_r but eventually no realistic value is good enough to maintain stability.

3.4 Non-linear Model

To proceed with the analysis and to get a better understanding of the instability issue, described in Section 3.3, the system was modelled in Modelica. Complementing the static system of equations, in Section 3.1, with the missing dynamic equations for the load and the valve, a dynamic and non-linear model is conceived. Moreover, the main orifice and the sense-channel orifice are both modelled as turbulent restrictors, seen in Figure 11.

The load case parameters are the same as for the linearized model in previous

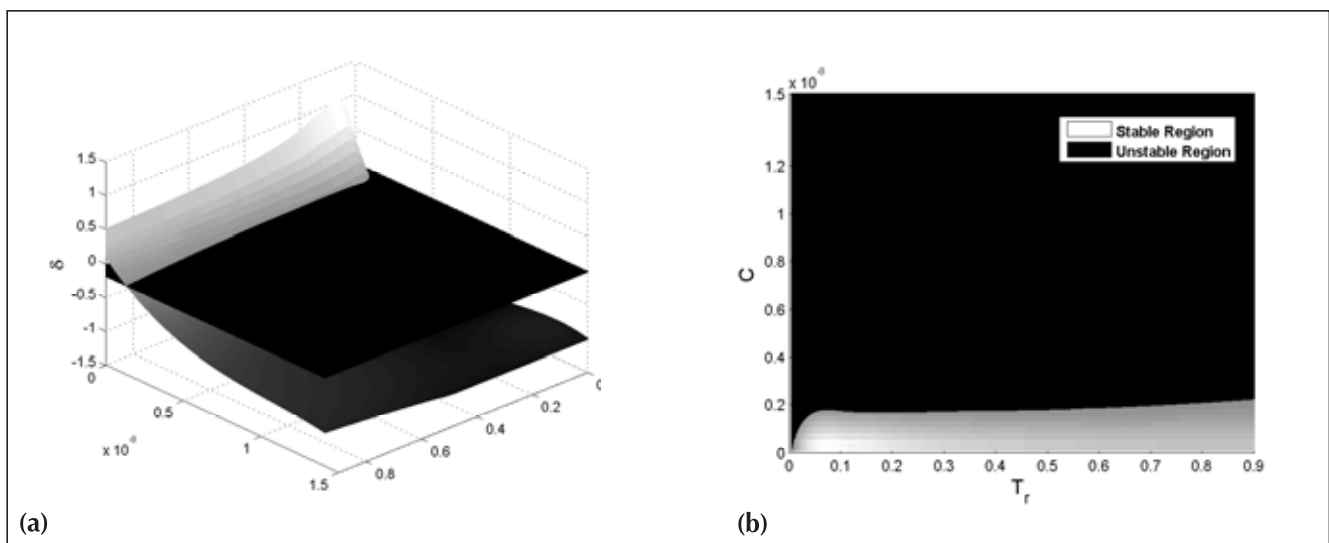


Figure 10. System damping and stability region when linearizing close to zero: (a) Hydraulic damping in respect to T_r and C , (b) Stable region in respect to T_r and C

section. The C -value is still described by Eq. 10, but T_r is now determined by the properties of the sense-channel turbulent restrictor and will hence vary with valve closure. However, making the restrictor area smaller will of course still increase the T_r -value, given the same pressure level. Furthermore, a higher T_r value will dynamically increase the cracking pressure which is statically given only by the C -value. In Figure 12(a) the instability issue is obvious. In this figure, a very fast valve has been used, low T_r -value. In Figure 12(b) a higher T_r -value is used, thus a more stable behavior is shown even though instability is a fact as the valve opening approaches zero.

4 Future Work

The open-circuit solution will be implemented in a full scale wheel loader, where it will be evaluated in respect to energy efficiency and operability. Different ways of recuperating energy from the lowering motions will be evaluated, especially the strengths and weaknesses of the differential mode. The hydraulic solution of the differential mode presented in this article, will be further investigated. This solution and its instability issues are familiar from previous investigations on the dynamic properties of the over-center valve, by Persson, T. [9]. His work will be an inspiration for further research. An alternative solution to the differential mode is to accommodate electro-hydraulic pressure control of

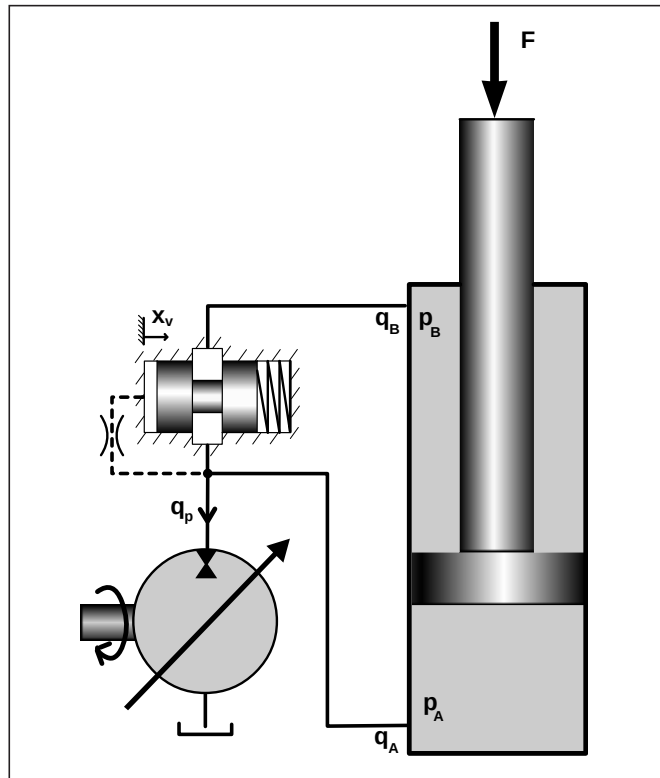


Figure 11. Base for non-linear model

an orifice, thus making the control strategy more flexible. Concerning implementation, the pressure limiting valve will be implemented in the valvistor valve configuration.

5 Conclusions

The chosen valve configuration for the open-circuit carries out a flexible solution that allows the working hydraulics to lift and lower loads in several different modes of operation. In a wheel loader application the energy recupe-

rated from load lowering can in many cases be used immediately by for instance vehicle propulsion and/or other hydraulic functions. Furthermore, the advantages with normal lowering mode versus differential lowering mode have been investigated. Which mode is the most suitable depends on what the operator is trying to do. To achieve an energy efficient load lowering the choice of mode depends on the

requested speed, the magnitude of the load as well as pump/motor efficiency at that given operating condition. Moreover the possibility to switch between normal mode and differential mode is an interesting aspect regarding increased efficiency. In this study a hydraulic solution to the differential mode is suggested and analyzed. The suggested pressure limiting valve demonstrates an unstable behavior when its valve closure approached zero. This behavior is explained by the dynamic pressure build-up, present

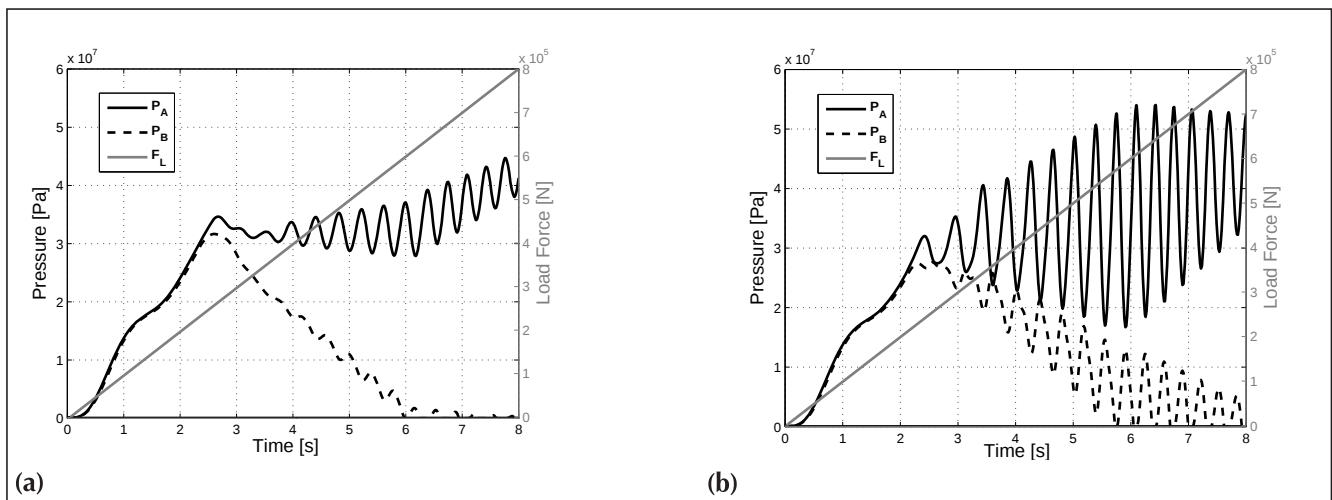


Figure 12. Non-linear, dynamic pressure response of system pressure limiter: (a) Dynamic pressure response to applied load pressure, Low T_r value, (b) Dynamic pressure response to applied load pressure, High T_r value

in the up-stream volume due to the increased valve closure, amplifying the load pressure which further closes the valve.

Sources

- [1] S. Habibi and G. Singh. Derivation of design requirements of optimization of a high performance hydrostatic actuation system. *International Journal of Fluid Power*, 1(2):11–23, 2000.
- [2] R. Rahmfeld and M. Ivantysynova. Displacement controlled linear actuator with differential cylinder - a way to save primary energy in mobile machines. 5th International Conference on Fluid Power Transmission and Control (ICFP'2001), pages 296–301, 2001.
- [3] Dantlgraber D. Spath O. Wilke Feuser, A. Servopumpenantriebe für differentialzylinder. *Ölhydraulik und Pneumatik* 39 Nr. 7, pages 540–544, 2002. Mainz, Germany.
- [4] G. Wendel. Hydraulic system configurations for improved efficiency. *Proceedings of the 49th National Conference on Fluid Power*, pages 567–573, March 2002.
- [5] K. Heybroek, J-O. Palmberg, and J. Larsson. Open circuit solution for pump controlled actuators. *Proceedings of the 4th FPNI-PhD Symposium*, 2006. Sarasota, Florida, USA.
- [6] B. Eriksson, B.R. Andersson, and J-O. Palmberg. The dynamic properties of a poppet type hydraulic flow amplifier. *The Tenth Scandinavian International Conference on Fluid Power, SICFP'07*, 2007. Tampere, Finland.
- [7] Bo R. Andersson. On the Valvistor, a proportionally controlled seat valve. PhD thesis, LiTH, 1984. ISBN 91-7372-748-2.
- [8] R. Filla. Operator and Machine Models for Dynamic Simulation of Construction Machinery. IKP Linköpings Universitet, 1 edition, April 22 2005. ISBN 91-85457-14-0.
- [9] T. Persson, P. Krus, and J-O. Palmberg. The dynamic properties of over-center valves in mobile systems. *Second International Conference in Fluid Power Transmission and Control*, 1989.

Načini vključevanja in vračanja energije v odprtih tokokrogih s krmiljenimi črpalkami

Razširjeni povzetek

Prispevek predstavlja na novo razvita hidravlična krmilna vezja, ki omogočajo vračanja energije predvsem v sistemih, ki upravljajo dviganje in spuščanje bremen. Raziskava je usmerjena na uporabo v mobilnih strojih. Dosele kar dobro znani sistemi z zaznavalom obremenitve (*load-sensing*) so z vidika varčevanja z energijo že dokaj uspešni. Njihova že znana pomanjkljivost je slabši izkoristek moči ob sočasnem delovanju dveh ali več izvršilnih sestavin, delujočih na precej različnih nivojih tlaka. Poleg tega ti sistemi tudi niso sposobni izkoristiti potencialne energije bremen. Izkoriščanje te energije pa omogočajo hidravlični sistemi odprtih tokokrogov, predstavljeni v tem prispevku.

Na *sliki 1* je shematsko prikazan najenostavnejši sistem, ki je rezultat te raziskave. Kot je navedeno v besedilu, krmiljena črpalka lahko deluje tudi kot hidravlični motor (*kar pa žal iz sheme ni razvidno; je pa skladno s tem podan simbol črpalke na slikah 7 in 11*). Z vključevanjem ustreznih 2/2-ventilov lahko izberemo, da teče ves hidravlični tok s strani bata hidravličnega valja v črpalko (ta tedaj deluje kot hidravlični motor), ali pa del v črpalko, del pa v hidravlični valj na stran batnice. S tem upravljamo hitrost delovanja in stopnjo vračanja oziroma izkoriščanja potencialne energije bremena hidravličnega valja.

Sliki 2 in 3 prikazujeta možnosti vgradnje in različne izvedbe ventilov valvistor v sistemu, ki je zasnovan predvsem za vračanje energije – pretvarjanje potencialne v tlačno energijo hidravlične tekočine. Naštete so prednosti uporabe ventilov tipa valvistor.

V podpoglavju 2.2 je poudarjeno, da mora biti »pridobljena« energija istočasno oziroma sproti porabljena, ker v sistemu ni hidravličnih akumulatorjev ali drugih sestavin za shranjevanje energije. V tekstu in na slikah 4 in 5 so za kolesni mobilni nakladalni stroj opisani primeri izkoriščanja pridobljene potencialne energije. Slika 5 podaja učinke grafično z diagrami.

V poglavju 3 so obravnavani načini delovanja mobilnega stroja – nakladalnika gramoza; obravnavani so izkoristki za različne režime dela stroja, ali je breme večje pri dviganju ali spuščanju, hitrosti delovanja v posameznih fazah ipd. Podani so matematični modeli za stacionarno delovanje in linearizirani in nelinearizirani model za dinamično obnašanje hidravličnega sistema in njegovih sestavin.

Avtorji obetajo nadaljnje raziskave na tem področju za hidravlične sisteme mobilnih strojev. Na stopnjo vračanja energije bo vplival operator stroja z izbiro načina dela ob upoštevanju hitrosti delovanja, velikosti bremena, smeri gibanj bremena ipd.

Ključne besede: krmiljenje črpalke, odprti tokokrog, stopnja izkoristka energije, vračanje energije

Spremni komentar: Uporaba tu predstavljenih tokokrogov pogonsko-krmilne hidravlike in novih krmilij ter sestavin v teh sistemih bo velik izziv za službe, ki bodo to vzdrževale, tako kurativno kot preventivno. Uporabljena so namreč nova, dandanes še neobičajna krmilna vezja in sestavine. V teh raziskavah uporabljen ventil tipa *valvistor* je, kot je nekoliko razvidno že iz shem krmilij, v osnovi hidrološki ventil posebnih izvedb (*hidrološki ventil: ang.: slip-in cartridge valve; nem: 2-Wege Einbauventil; s tremi funkcionalnimi ploskvami krmilnega bata sedežnega tipa*). V krmilju je uporabljenih nekaj specifičnih neobičajnih izvedb, ki vplivajo na prenosne funkcije ventilov. Za uspešno vzdrževanje takšnih sistemov pogonsko-krmilne hidravlike bodo potrebna specializirana dodatna izobraževanja in usposabljanja. Ker so avtorji raziskave Švedi, najbrž takšna krmilja v prihodnosti lahko pričakujemo v mobilnih strojih podjetja *Volvo*.

The article was originally published in SICFP 07, Tampere, Finland.

List of Notations

Quantity	Description	Unity
$A_{A'} A_B$	Effective area, piston chamber, piston rod chamber	m^2
A_{red}	Pressurized area in pressure limiter sense port	m^2
B_p	Viscous cylinder friction coefficient	Ns/m^2
C	Valve closure coefficient,	m^3/N
F_L	Load disturbance force	N
G_{sys}	Transfer function from ΔF_L to ΔP_A	$1/m^2$
β_e	Bulk modulus	Pa
κ	Cylinder area ratio	-
δ_h	Hydraulic damping at the hydraulic resonance frequency	-
ΔF_L	Linearized load disturbance force	N
$\Delta P_{A'} \Delta P_B$	Linearized pressure acting on $A_{A'} A_B$	Pa
$\Delta Q_{A'} \Delta Q_B$	Linearized flow from/to the cylinder chambers	m^3/s
ΔX_p	Linearized piston displacement (stroke)	m
ΔX_v	Linearized valve displacement	m
ω_i	Resonance frequency for the i :th pole of G_{sys}	rad/s
K_c	Flow-pressure coefficient	m^3/sPa
k_s	Spring coefficient	N/m
K_s	Valve coefficient,	$s / m \cdot \sqrt{N}$
K_q	Flow gain coefficient	m^2/s
l_s	Spring pre-contraction	m
M_t	Inertia mass load	kg
$p_{A'} p_B$	Pressure acting on $A_{A'} A_B$	Pa
p_c	Pressure in volume between valvistor poppet and pilot	Pa
p_{crack}	Pressure when pressure limiting valve starts to close	Pa
p_{max}	Maximum allowable system pressure	Pa
$q_{A'} q_B$	Flow from/to the cylinder chambers	m^3/s
q_p	Flow to/from pump	m^3/s
s	Laplace operator	-
T_r	Time constant of pressure limiting valve	s
$V_{A'} V_B$	Volume of piston chamber, piston rod chamber	m^3
V_p	Piston velocity	m/s
x_v	Valve displacement	m
x_{max}	Maximum valve displacement	m
x_{pilot}	Valvistor pilot valve displacement	m
x_{pop}	Valvistor main poppet displacement	m

E-učenje in vodenje sistemov ob uporabi virtualnega in oddaljenega laboratorija

Maja ATANASIJEVIĆ-KUNC, Vito LOGAR, Rihard KARBA, Marko PAPIČ, Janez BEŠTER

Izvleček: Hiter tehnološki napredek in učinkovito povezovanje držav, ki se odraža tudi v številnih novih študijskih programih ter možnostih sodelovanja oddaljenih institucij, ne nazadnje pa tudi vse izrazitejše vrednotenje znanja, ki postaja tudi pomembna tržna niša, so nas stimulirali k proučevanju možnosti uvajanja tako imenovanega e-učenja na področje vodenja sistemov. Idejo smo realizirali na način, ki omogoča postopen prehod od klasičnih metod poučevanja ali pa tudi kombinacijo z njimi. Na tej osnovi smo zaenkrat predvsem odprli nove možnosti v načinu dela, nismo pa izgubili nekaterih uveljavljenih oblik dela s študenti. Idejo smo realizirali ob uporabi programa E-CHO, ki je bil razvit na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani prav za namene podpore aktivnostim e-učenja, programa Matlab in pilotne računalniško vodene laboratorijske naprave pri predmetu Multivariabilni sistemi na smeri Avtomatika. Razviti koncept omogoča razširitev možnosti v minulih letih vpeljanega projektne-ga dela in proučevanje problematike vodenja multivariabilnih sistemov, testiranje znanja v obliki računalniške igre ter tekmovanje v načrtovanju vodenja realnega procesa. Spodbudne ugotovitve na osnovi dvoletne uporabe sistema že kažejo številne možnosti nadaljnjega razvoja pri tem in tudi pri sorodnih predmetih.

Ključne besede: načrtovanje vodenja, multivariabilni sistemi, e-učenje, virtualni laboratorij, oddaljeni laboratorij

■ 1 Uvod

Čeprav je elektronsko učenje ali kratko e-učenje, kot ga običajno imenujemo, postalo zelo popularno praktično po vsem svetu, pa ni nobene splošno sprejete in uveljavljene definicije, ki bi kazala na to, kako je potrebno organizirati učni proces, kakšna orodja naj bi uporabljali pri učenju, da bi ga lahko imenovali e-učenje. Predstavimo nekaj poskusov tovrstnih definicij [1]:

Izr. prof. dr. Maja Atanasijević-Kunc, univ. dipl. inž., Vito Logar, univ. dipl. inž., prof. dr. Rihard Karba, mag. Marko Papič, univ. dipl. inž., prof. dr. Janez Bešter, univ. dipl. inž., vsi Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko

- V prvih letih tega tisočletja, ko je e-učenje pričelo pridobivati na pomembnosti, se je izraz nanašal na katerokoli elektronsko podprto učenje, najpogosteje z računalnikom in internetom.
- To so aktivnosti učenja, ki temeljijo na kateremkoli elektronskem formatu.
- To je proces, ki olajša izobraževanje z uporabo omrežja (internet, LAN ali WAN).
- To je oblika izobrazbe, ki je ponujena z elektronsko dostavljivimi mediji, kot so CD-ROM-i, videokonference, spletne strani in elektronska pošta.
- E-učenje je proces učenja, kjer učitelj in učenci komunicirajo ob uporabi digitalnih medijev, preko katerih učenci prejmejo tudi materiale in pomoč.

Tako je v literaturi (glej npr. [2]–[7]) moč zaslediti zelo različne predloge, in sicer tako glede uporabljene strukture kot tudi glede uporabe orodij in organizacije učnega procesa.

Na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani so v zadnjih letih potekale intenzivne priprave na uvedbo bolonjskega študija, ki zahteva vpeljavo sodobnejših načinov poučevanja, kamor zagotovo lahko uvrstimo tudi različne oblike e-učenja. Tovrstna oblika poučevanja pa ni pomembna le za študente z oddaljenih lokacij oziroma dežel. Nov zagon lahko ponudi tudi različnim oblikam podiplomskega in izrednega študija ter vseživljenjskega učenja, ki tudi v Sloveniji postaja pomemben gospodarski dejavnik. Pri tem pa se moramo zavedati, da je za zaposlene dodatno

šolanje pogosto izredno zahtevna naloga, saj se delovni čas podaljšuje v pozne popoldanske in celo večerne ure. Če poleg tega upoštevamo tudi zaostrene gospodarske razmere in izrazito staranje prebivalstva, je odpiranje novih priložnosti poučevanja, ki jih je moč izvajati s poljubne lokacije in praktično ob vsaki uri dneva, izrednega pomena.

Omeniti moramo še en problem, ki je specifičen za tehnična področja. Zanimanje za tovrstne študije je manjše, in to kljub dejstvu, da zaposlovanje ne predstavlja (vsaj zaenkrat) nobene problema.

Ti razlogi so nas spodbudili k študiju možnosti vpeljave oddaljenega poučevanja na področju avtomatike ob uporabi sodobnih informacijskih in komunikacijskih tehnologij. Ker so izkušnje pri tem zelo pomembne in ker uveljavljenih oblik ne gre zavreči, smo se odločili, da bomo idejo realizirali postopoma in skušali izkoristiti relativne prednosti posameznih pristopov. Poleg tega smo upoštevali dejstvo, da so študentje ob koncu študija že bolj samostojni in samozavestni in posedujejo že dovolj znanja, da jih je mogoče spodbuditi k projektному delu, ki lahko predstavlja tudi uvod oz. priprave na izdelavo diplome.

Predstavljene ideje smo prvič vpeljali v šolskem letu 2007/08 v Laboratoriju za modeliranje, simulacijo in vodenje (LMSV) na Katedri za sisteme, avtomatiko in kibernetiko na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, ponovitev pa smo izvedli v šolskem letu 2008/09. Realizirali smo jih v sodelovanju z Laboratorijem za telekomunikacije (LTFE) na isti fakulteti, kjer se že dlje časa ukvarjajo z razvojem rešitev elektronskega učenja. Za realizacijo smo namreč uporabili njihov program E-CHO, ki se že uporablja na različnih akademskih področjih in v poslovnih okoljih.

Idejo e-učenja smo zasnovali v obliki računalniške igre, ki jo študentje "igrajo" v okviru laboratorijskih vaj, vendar pa moramo poudariti, da vsebuje vse bistvene tehnične elemente, ki omogočajo enostavno razširitev

na vse dejavnosti tega predmeta, pa tudi na različne tečaje, poletne šole in druge oblike, ki jih srečujemo na primer pri vseživljenjskem učenju in problematiki, povezani z vodenjem, modeliranjem in simuliranjem dinamičnih sistemov, pri čemer je med eksperimente mogoče vključiti tudi rabo virtualnih ali oddaljenih laboratorijskih poskusov. Za izvedbo te aplikacije je bilo potrebno intenzivno interdisciplinarno sodelovanje, saj na tržišču ne obstaja odprta programska oprema, ki bi direktno omogočala izvedbo vseh omenjenih idej. Tako smo za realizacijo uporabili E-CHO sistem za elektronsko učenje [8, 9], ki so ga razvili v LTFE, medtem ko smo vse potrebne izračune pri vodenju in simulaciji izvedli s pomočjo Matlab in pripadajočih orodij [10–13]. Na ta način smo omogočili tudi direkten prenos teoretičnih znanj v prakso.

Prispevek je urejen na naslednji način. V poglavju 2 je predstavljen koncept pedagoškega procesa, ki smo ga zasnovali pri predmetu Multivariabilni sistemi. V poglavju 3 so na kratko opisane nekatere pomembnejše značilnosti programa E-CHO. Sledi poglavje, v katerem je podrobneje orisan tekmovalni projekt, s pomočjo katerega smo realizirali oddaljeno učenje. Prispevek je zaokrožen s sklepnimi ugotovitvami in izkušnjami uporabe razvitega okolja v času dveh šolskih let ter z idejami, ki jih bomo skušali realizirati v prihodnje.

■ 2 Organizacija pedagoškega procesa

Standardni pristop pri organizaciji učnega procesa na univerzah [14, 15] je sestavljen iz predavanj, avditornih in laboratorijskih vaj ter pisnega in/ali ustnega dela izpita. Takšen pristop uporabljamo tudi pri večini predmetov na naši fakulteti, zato seveda ni presenetljivo, da smo se odločili za izboljšave znotraj uveljavljenih možnosti.

S predmetom Multivariabilni sistemi se študenti na naši fakulteti srečajo v petem letniku (deveti semester) na smeri Avtomatika. Predmet vključuje štiri ure predavanj, dve uri avditornih in eno uro laboratorijskih

vaj na teden. Število študentov se je v minulih letih gibalo med 8 in 30, saj ga poslušajo samo študenti dveh izbirnih modulov. Da bi ure izkoristili kar najbolj učinkovito, običajno pričenjamo s predavanji, ki jih približno po enem mesecu prično dopolnjevati avditorne vaje, medtem ko laboratorijske, kjer je zahtevano zelo aktivno sodelovanje študentov, izvedemo strnjeno, ob koncu semestra v ciklih po 3 do 4 ure, delo pa dopolnjujejo tudi domače naloge.

V preteklih nekaj letih smo vpeljali projektno delo [14], ki smo ga realizirali zlasti med laboratorijskimi vajami. Z omenjenimi projekti smo skušali:

- spodbuditi oz. izboljšati kreativnost študentov in samozaupanje v doseženo znanje,
- razvijati sposobnosti skupinskega dela,
- spodbuditi motiviranost za sproten in čim bolj uspešen študij,
- dopolniti možnosti pri izvedbi izpitov in
- nakazati nadaljnje možnosti raziskav, ki lahko omogočijo sodelovanje študentov pri različnih oblikah tekmovanj, pa tudi pri pripravi diplomskega dela.

Ker je bila takšna oblika dela med študenti zelo dobro sprejeta in smo z njim dosegli večino zastavljenih ciljev, nas je to spodbudilo k vpeljavi dodatnih izboljšav, kjer smo se osredotočili predvsem na:

- preučevanje različnih možnosti vpeljave e-učenja na področje multivariabilnega vodenja
- in na realizacijo izbranega projekta v tekmovalni obliki, ki naj bi bil (vsaj delno) realiziran kot računalniška igra. Vse to naj bi študentom olajšalo reševanje zastavljene naloge.

Kljub želji po vpeljavi e-učenja smo hoteli ohraniti določeno število ur, ki bi omogočale osebne stike in razpravo med učnim osebjem in študenti, kar ocenjujemo kot zelo pomembno.

Naloge projektne dela smo organizirali v štiri nivoje, ki smo jih nakazali tudi v pripravljenih materialih [16]. Ti nivoji so naslednji:

- obvezni del, ki je predviden za reševanje med laboratorijskimi vajami,
- del, ki omogoča obremenitev, s pomočjo katere je mogoče nadomestiti klasično obliko pisnega dela izpita,
- del, ki lahko nadomesti klasično obliko ustnega dela izpita, in
- del, ki omogoča nadaljevanje v smislu raziskave za študentsko objavo, udeležbo na študentskem tekmovanju ali celo realizacijo diplomske naloge.

Z reševanjem obveznega dela študentje ponovijo nekatere pomembnejše splošne vidike sistemske teorije, seveda pa je pri tem poseben poudarek na multivariabilnih procesih, ki jih vpeljemo in predstavimo na predavanjih, delno pa pomembnejše poudarke ponovimo tudi na avditornih vajah.

V okviru avditornih vaj predstavimo tudi orodje za analizo sistemov [17, 18], ki smo ga v okviru programa Matlab razvili prav za namene izobraževanja. Sestavljeno je iz večjega števila funkcij, ki predstavljajo razširitev in dopolnitev možnosti, kot so na voljo v Matlabu [10], Simulinku [11], Orodju za analizo in načrtovanje (Control System Toolbox [12]) in Orodju za multivariabilne sisteme (Multivariable Frequency Domain Toolbox [13]). Uporabljamo jih lahko na klasičen način – kot vse funkcije Matlaba. Ker pa so organizirane tudi v grafičnih oknih, lahko opravljamo ustrezne izračune tudi s pritiskom na gumba grafičnega vmesnika, kar zelo poenostavi in pohitri delo. Vse funkcije ponudijo tudi ustrezna pojasnila, kjer je to smiselno, pa tudi grafično interpretacijo rezultatov. Nivo razlage in pomoči pri izračunih je mogoče prilagajati z definicijo ustreznega komunikacijskega vektorja.

Kar zadeva izvedbo pisnih in ustnih izpitov, moramo poudariti, da jih študentje lahko opravljajo tudi na klasičen način. V nasprotnem primeru pa lahko nadaljujejo z reševanjem kompleksnejših delov problema in opišejo svoje rešitve tudi v pisnem poročilu. Če pa se

odločijo poiskati odgovore na vsa zastavljena vprašanja, ki vključujejo tudi načrtovanje vodenja ob uporabi kompleksnejših načrtovalnih postopkov, ter svoje reševanje prikazati v pisnem poročilu in s primerno računalniško predstavitvijo, lahko opravijo na takšen način tudi ustni del izpita.

Pred pričetkom projektnega dela najprej definiramo ekipe, ki so sestavljene iz dveh do treh študentov. Nato vsaka ekipa izžreba svoj projekt iz množice pripravljenih možnosti. Pri reševanju projekta mora ekipa ustrezno sodelovati, sodelovanje pa morajo prikazati tudi pri končni predstavitvi svojega dela. Ta je javna, kar pomeni, da so na predstavitvi poleg kandidatov in učnega osebja prisotni tudi njihovi kolegi, ki z dodatnimi vprašanji in komentarji prispevajo k boljšemu razumevanju obravnavane problematike. Takšno sodelovanje, ki so ga študentje dobro sprejeli, pa ni dragoceno samo za člane ekipe, ampak tudi za njihove kolege in učno osebje. Študentje se na takšen način pripravljajo tudi na predstavitev diplomske naloge, ki poteka na skoraj identičen način, učno osebje pa dobi dragoceno povratno informacijo o učinkovitosti pedagoškega procesa in o morebitnih šibkih točkah, ki bi jih veljalo izboljšati.

Čeprav so pripravljene projektne naloge relativno kompleksne in zaokrožene celote, pa je delo mogoče tudi nadaljevati. V materialih so nakazane nekatere od možnosti, ki so pretežno odvisne od tega, ali gre za model pilotne naprave, ki jo imamo tudi v laboratoriju, ali pa je problem definiran samo na osnovi matematičnega modela (oz. več matematičnih modelov). V prvem primeru je teža nadaljnjega dela naravnana na izvajanje ustreznih eksperimentov na realnem sistemu, kar je zelo pomembno, saj imajo študentje pri delu na voljo tako programsko kot strojno opremo, ki omogoča direktno računalniško izvedbo načrtanega vodenja, poleg tega pa tudi prehod na uporabo industrijskih regulatorjev in programirljivih logičnih krmilnikov. S tem je seveda zagotovljen sistematičen prehod od teoretične obravnave

načrtovanja kompleksnih multivariabilnih sistemov k praktični realizaciji, ki lahko vključuje tudi različne v industriji uporabljane konfiguracije. V primerih, ko sloni problem samo na enem ali več matematičnih predstavitev, pa je pozornost usmerjena na teoretično obravnavo in simulacijsko eksperimentiranje, ki pogosto vključuje tudi uporabo različnih načrtovalnih in optimizacijskih postopkov.

Ker so bile opisane projektne naloge med študenti zelo dobro sprejete in ob upoštevanju tehnološkega razvoja, ki omogoča tudi izvedbo e-učenja, smo se odločili za transformacijo enega od projektov v t. i. tekmovalno igro, ki se je ekipa, če želi, lahko aktivno udeleži. Ta izbira je prostovoljna. Realizacija takšnega tekmovanja, ki naj bi še dodatno stimuliralo kreativno, učinkovito in sprotno delo, seveda zahteva, da se vsi udeleženci pomerijo pri reševanju iste naloge. Pri tem smo realizacijo projekta oz. tekmovanja zasnovali tako, da ga je v celoti mogoče realizirati z oddaljene lokacije (npr. od doma in ob poljubni uri), vključno z eksperimenti na navideznem in na realnem sistemu. Da bi ohranili določeno stopnjo osebnega kontakta s študenti, pa smo zaključek tekmovanja pripravili v laboratoriju na koncu semestra, kjer smo skupaj s študenti pregledali in prediskutirali reševanje in ovrednotili kvaliteto rešitev, ki je predstavljala kriterij za uvrstitev na tekmovanje.

■ 3 E-CHO sistem

Programska platforma E-CHO (*slika 1*) je rezultat izkušenj pri izvedbi tečajev e-učenja, obširnih analiz in uporabe s tem povezanih produktov članov Laboratorija za telekomunikacije na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani [8, 9]. Združuje številne funkcije, potrebne pri realizaciji e-učenja, mogoče pa jo je integrirati tudi v druge mrežne aplikacije. E-CHO sistem je torej internetna platforma (upoštevata standarda SCORM in QTI), ki omogoča:

- upravljanje s sistemom za e-učenje,
- urejanje vsebin posameznih tečajev,



Slika 1. Vstopna stran sistema E-CHO

- prenos informacij v obliki datotek, elektronske pošte in forumov,
- sledenje aktivnosti učitelja in učencev,
- izvajanje testiranja,
- anketiranje,
- večjezičnost.

rakov v predpisanem vrstnem redu. Najprej vsaka sodelujoča ekipa prejme svoje geslo, s pomočjo katerega lahko vstopi v sistem (slika 2). Delo lahko izvajajo bodisi na svojih domačih računalnikih, dostop do interneta pa imajo na voljo tudi v

Funkcionalnost sistema omogoča tudi upoštevanje dejstva, da nastopajo uporabniki v različnih vlogah, kar vpliva na nivo pravic, ki so uporabniku dodeljene. Določeni vmesniki pa omogočajo tudi osebno obravnavo vsakega posameznika.

Pri razvoju obravnavanih idej e-učenja pri predmetu Multivariabilni sistemi je opisana funkcionalnost sistema E-CHO odigrala zelo pomembno vlogo, saj smo se pri izvedbi lahko osredotočili predvsem na organizacijo same vsebine predmeta, kajti za ostale spremljajoče aktivnosti je bilo v okviru uporabljene platforme že poskrbljeno.

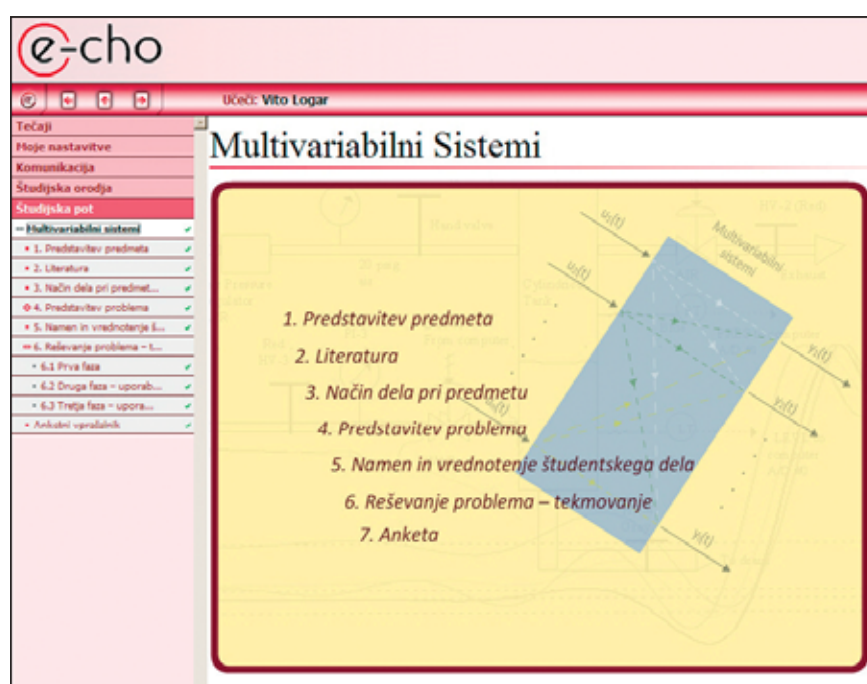
■ 4 Tekmovalni projekt

Sodelovanje pri tekmovalnem projektu zahteva realizacijo zaporedja ko-

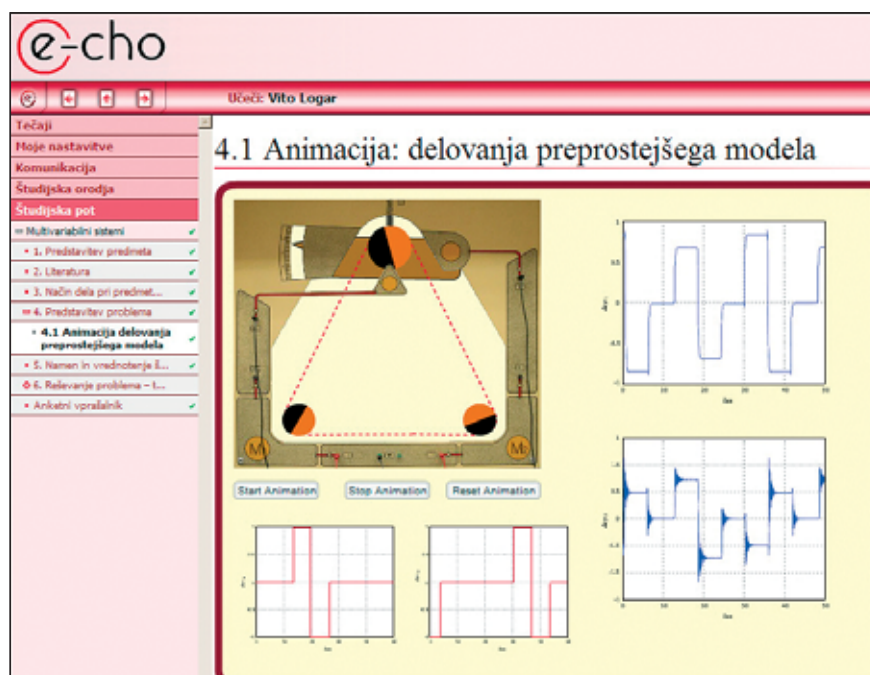
laboratoriju in v drugih fakultetnih prostorih.

Tu so pripravljene natančne informacije o samem predmetu (1. Predstavitev predmeta), priporočeni literaturi (2. Literatura) (osnovna je na voljo v slovenskem jeziku, nadaljnje možnosti pa v angleškem [19–23]). Nato se študentje seznani s cilji in načinom dela (3. Način dela pri predmetu). Sledi predstavitev problema (4. Predstavitev problema). V preteklih dveh letih smo uporabljali laboratorijsko modelno napravo navijanje (Coupled Drive Apparatus TQ-CE108 [23]), kot je prikazana na sliki 3.

Navijanje je multivariabilni sistem, ki posnema procese, kjer pride do navijanja in obdelave materiala. Tovrstne sisteme pogosto srečujemo v papirni in tekstilni industriji pa tudi drugje. Pri delovanju je potrebno zagotoviti ustrezen nateg materiala, tako da ne pride do gubanja ali trganja in hkrati tudi primerno hitrost potovanja materiala preko delovnega mesta. Pri uporabljeni modelni napravi sta vhodna signala napetostna signala, s pomočjo katerih vzbujamo dva električna motorja, da bi na "obdelovalnem mestu" dosegli primerno hitrost vrtenja in ustrezen nateg elastične traku, ki ju lahko merimo.



Slika 2. Izhodiščno okno predmeta Multivariabilni sistemi



Slika 3. Prikaz delovanja modelne naprave z animacijo

Izbira primerne modelne naprave je zelo pomembna, saj mora biti po eni strani dovolj kompleksna, da omogoča prikaz multivariabilnega vodenja, ustrezno hitra, da zaradi časovne omejenosti trajanja laboratorijskih vaj eksperimenti niso neustrezno dolgi, omogočati pa mora tudi vizualno spremljanje obratovanja, kar še dodatno pripomore k atraktivnosti in izboljšuje dobro predstavo in razumevanje lastnosti.

Poleg opisa delovanja izbranega sistema imajo študenti na voljo informacijo o določenih delovnih pogojih in dovoljenem obsegu regularnih signalov in 2 linearizirana modela (enostavnejši in kompleksnejši). Nekaj dodatnih izhodiščnih informacij pa študentje lahko pridobijo z opazovanjem animacije obravnavane modelne naprave (slika 3).

Ko študenti proučijo vse potrebne informacije, lahko pričnejo z izvajanjem računalniške igre (6. Reševanje problema – tekmovalstvo). Ta korak je sestavljen iz treh nivojev oz. faz, kjer vsaka faza predstavlja določen nivo igre.

Na prvem nivoju morajo pravilno odgovoriti na tri skupine po pet naključno generiranih vprašanj (skupaj torej na 15 vprašanj), ki zadevajo splošno

teorijo multivariabilnih sistemov pa tudi lastnosti preprostejšega in kompleksnejšega modela opazovanega procesa, pri čemer morajo biti seveda pozorni na razlike, pomembne za načrtovanje vodenja.

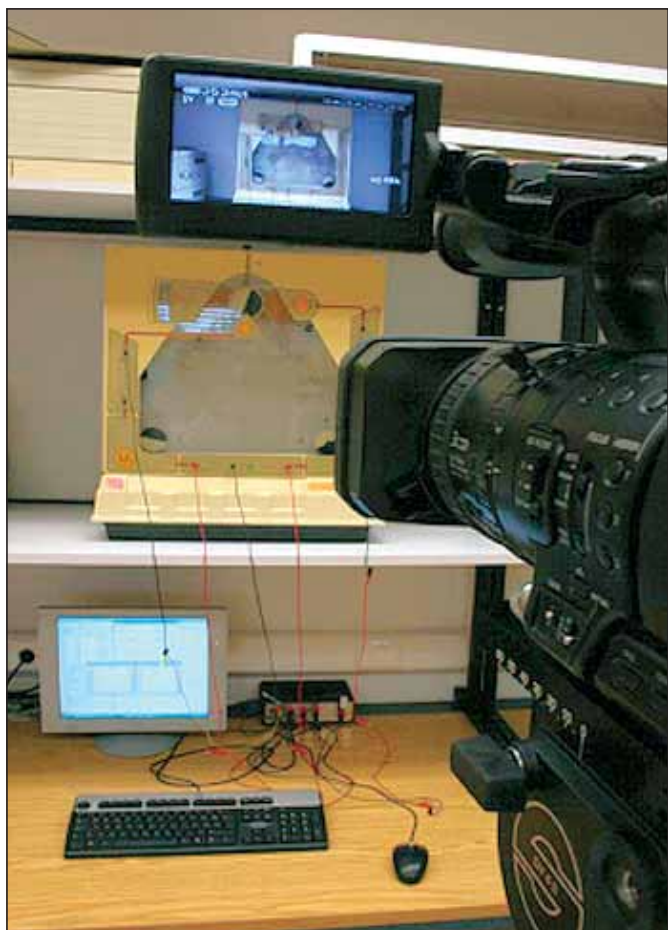
Pri vsakem vprašanju so na voljo štirje odgovori, od katerih je pravilen vsaj eden, lahko pa so tudi vsi. Ko je uporabnik prepričan, da je označil vse pravilne odgovore, lahko nadaljuje z odgovarjanjem na naslednje vprašanje. Napačno lahko odgovori na eno od petnajstih vprašanj. Ko pa naredi dve napaki, se izvajanje prve faze prekine in onemogoči za eno uro, ki naj bi bila namenjena dodatnemu študiju. Ker so vprašanja vedno naključno izbrana, gre ob vsakem vstopu v sistem pričakovati novo serijo vprašanj. Ko skupina pravilno odgovori vsaj na 14 zastavljenih vprašanj, se odpre dostop do drugega nivoja oz. druge faze.

Na tem nivoju se delo nadaljuje z načrtovanjem regulacijske strukture, pri čemer študentje poznajo matematični integralni kriterij, ki bo uporabljen pri določanju uspešnosti, in sicer mora biti izraz:

$$J = \sum_{i=1}^2 \int_0^{T_{FIN}} |u_i(t)| dt + \sum_{i=1}^2 \int_0^{T_{FIN}} |e_i(t)| dt$$

čim manjši, kjer predstavlja $u_i(t)$ i-ti vhodni signal ($i = 1, 2$), $y_i(t)$ je i-ti izhodni signal ($i = 1, 2$), $e_i(t) = r_i(t) - y_i(t)$ pa je i-ti signal pogreška. Pri načrtovanju strukture regulatorja so povsem svobodni. Uporabljajo lahko klasično povratno zanko, predkompensacijo, regulator stanj v povezavi z observatorjem, le da so regulirni signali znotraj predpisane območja. Rezultat načrtovanja v obliki binarne datoteke nato prenesejo v sistem in sedaj lahko startajo preizkus učinkovitosti regulatorja, ki se izvede na virtualnem sistemu, to pomeni na modelu. Poudariti velja, da študentje nimajo informacije o tem, kakšna bo končna uporabljena oblika referenčnih signalov, poznajo le maksimalne predvidene spremembe. Če je testiranje na modelu (virtualni eksperiment) uspešno, to pomeni, da je rezultat načrtovanja vsaj stabilen, lahko nadaljujejo delo na zadnjem, to je tretjem nivoju, kjer poteka vse na enak način kot na drugem, le da se v tem primeru eksperiment dejansko izvede na sami napravi, ki jo lahko med izvajanjem tudi opazujejo (slika 4).

Če je obnašanje zaprtozančnega sistema nestabilno že ob uporabi modela, je potrebno načrtovanje regulatorja popraviti, sicer dostop do tretjega nivoja ni mogoč. V obeh primerih, tako pri virtualnem kot pri realnem eksperimentu, se simulacija izvede v Simulinku pri naključno izbranih referenčnih signalih, rezultati simulacije (to so vsi pomembni signali zaprtozančnega sistema) pa se shranijo v datoteko, ki jo študenti lahko prenesejo na svoj računalnik. Zaradi preglednosti pa se rezultat prikaže tudi na zaslonu. V primeru realnega eksperimenta je v simulacijski shemi model sistema enostavno nadomeščen z blokom, ki komunicira z A/D- in D/A-pretvorniki, vsa ostala struktura sheme in njeno izvajanje pa je identično kot v primeru virtualnega eksperimenta. Tako je vzpostavljena zelo tesna zveza med teoretičnimi izračuni in praktičnim eksperimentiranjem. Omenimo, da bi študentje, če ne bi bili zadovoljni s podanimi matematičnimi modeli, lahko razvili tudi svoj izboljšani model, in sicer na osnovi teoretičnih in



Slika 4. Opazovanje realnega sistema

formacij, podanih v opisu problema in študijski literaturi v kombinaciji z eksperimenti, ki lahko potekajo, kot že omenjeno, zaprtozračno. Ob ustrezni redefiniciji parametrov regulacijske strukture pa je mogoče preiti tudi na odprtozračno delovanje sistema.

Zaključno fazo tekmovanja realiziramo na koncu semestra v laboratoriju v prisotnosti vseh študentov in učnega osebja. Najprej vsaka ekipa predstavi potek svojega načrtovanja in način reševanja ter probleme, s katerimi so se morali spoprijeti. Odgovoriti morajo tudi na vprašanja učnega osebja in kolegov – poslušalcev. Ob koncu razglasimo tudi rezultate tekmovanja. Uspešnost ovrednotimo upoštevajoč definirani integralski kriterij in enega izmed referenčnih signalov, ki smo jih uporabljali pri načrtovanju oz. med eksperimenti druge in tretje faze. Kvaliteta predstavitev, podanih odgovorov in uvrstitev na tekmovanju vplivajo na končno izpitno oceno.

5 Zaključki

V prispevku smo predstavili možnosti postopnega prehoda od konvencionalnih metod učenja k e-učenju na področju vodenja sistemov. Ideja temelji na pripravljenih projektnih nalogah, ki predstavljajo zaokroženo problematiko in so primerne za izvedbo v okviru laboratorijskih vaj.

Nove možnosti smo preizkusili ob reorganizaciji enega od projektov v tekmovanje, ki smo ga realizirali ob uporabi sistema E-CHO. Vse faze

projekta (od spoznavanja, reševanja do eksperimentiranja z virtualnim in realnim procesom) smo realizirali v okviru tega sistema. V zadnjih dveh šolskih letih (2007/08 in 2008/09) smo kot eksperiment izbrali sistem navijanja, v prihodnje pa je ideja mogoče razširiti še na številne druge podobne možnosti.

Po zaključku semestra smo izvedli tudi anketo, da bi ocenili uspešnost vpeljanih novosti še s strani študentov. Na osnovi analize anket in pogovorov lahko ugotovimo, da

- so bile vpeljane novosti, ki so zadevale laboratorijske vaje, za študente zanimive in pozitivno sprejete (omenimo, da so se vsi odločili za predlagano novo obliko),
- študenti se strinjajo, da takšna oblika dela izrazito spodbuja učinkovito sodelovanje članov posamezne ekipe,
- tekmovalna igra spodbuja k sprotnemu študiju,
- zelo zanimivo je dejstvo, da si pri predavanjih in avditornih vajah

v glavnem ne želijo novih oblik dela, ampak so jim bolj pri srcu stari in preverjeni načini, kjer je možen tudi neposreden osebni kontakt z učnim osebjem.

Na osnovi izkušenj, ki smo jih pridobili z realizacijo opisanega načina e-učenja, ki vključuje tudi samostojno preverjanje kvalitete doseženega znanja, lahko ugotovimo, da je ideja mogoče direktno razširiti in dopolniti do različnih oblik poučevanja na daljavo. Vsekakor pa se zdi smiselno, če je le mogoče, ohraniti določeno količino ur, kjer pride do neposrednega kontakta študentov z učnim osebjem.

Literatura

- [1] <http://www.google.si/search?hl=sl&defl=en&q=define:E+learning&sa=X&oi=glossary_definition&ct=title>, (Web page last assessed 27/1/2009).
- [2] J. C. Waller and N. Foster, "Training via the web: a virtual instrument", *Computers & Education*, 35, 2000, pp. 161–167.
- [3] S. D. Bencomo, "Control learning: present and future", *Annual Reviews in Control*, Pergamon, Vol. 28, 2004, pp. 115–136.
- [4] A. A. Hopgood and A. J. Hirst, "Keeping a Distance-Education Course Current Through eLearning and Contextual Assessment", *IEEE Transactions on Education*, Vol. 50, No. 1, 2007, pp. 85–96.
- [5] C. A. Jara, F. A. Candelas and F. Torres, "Virtual and Remote Laboratory for Robotics E-Learning", in *Proc. 18th European Symposium on Computer Aided Process Engineering – ESCAPE18*, 2008, pp. 1193–1198.
- [6] S. Uran and K. Jezernik, "Virtual Laboratory for Creative Control Design Experiments", *IEEE Transactions on Education*, Vol. 51, No. 1, 2008, pp. 69–75.
- [7] F. Judex, G. Zauner and F. Breitenacker, "Introducing MATLAB into basic mathematic lectures using a custom e-learning system", in *Proc. International Conference on Information Technology Interfaces, ITI*, 2008, pp. 209–214.

- [8] M. Pustišek, I. Humar and J. Bešter, "State of the art technologies for accessible internet applications: e-learning example", *Assistive technology – shaping the future, Assistive technology research series*, Vol. 11, IOS press, Amsterdam, 2003.
- [9] M. Pustišek, A. Kos and J. Bešter, E-learning: functions, services and solutions, Electroporation based technologies and treatments, in Proc. of the *International scientific workshop and postgraduate course*, Ljubljana: Faculty of Electrical Engineering, 2003.
- [10] *Matlab*, Reference Guide, The MathWorks Inc., 2005.
- [11] *Simulink*, User's Guide, The MathWorks Inc., 2005.
- [12] *Control System Toolbox*, User's Guide, Ver. 6.2, The MathWorks Inc., 2005.
- [13] *MFD, Multivariable Frequency Domain Toolbox*, User's Guide, Cambridge Control Ltd., and GEC Engineering Research Centre, 1990.
- [14] M. Atanasijević-Kunc and R. Karba, "Hierarchically structured educational projects", *WSEAS transactions on advances in engineering education*, Vol. 3, iss. 5, 2006, pp. 296–303.
- [15] D. Matko, S. Blažič and A. Belič, "Virtual Race as an Examination Test: Models, Solutions, Experiences", *IEEE Transactions on Education*, Vol. 44, No. 4, 2001, pp. 342–346.
- [16] M. Atanasijević-Kunc, *Multivariabilni sistemi, Zbirka kompleksnejših problemov*, Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, 2006.
- [17] M. Atanasijević-Kunc and R. Karba, "Analysis Toolbox stressing parallelism of SISO and MIMO problems", in *Prep. 15th World Congress, IFAC*, Barcelona, Spain, 2002.
- [18] M. Atanasijević-Kunc, R. Karba and B. Zupančič, "Toolbox environment for analysis and design of multivariable systems", in *Prep. 6th IFAC Symposium on Advances in Control Education*, University of Oulu, Finland, 2003.
- [19] J. M. Maciejowski, *Multivariable Feedback Design*, Addison – Wesley Publishers Ltd., Cornwall, 1989.
- [20] M. Morari and E. Zafiriou, *Robust Process Control*, Prentice-Hall International, Inc., Englewood Cliffs, 1989.
- [21] R. V. Patel and N. Munro, *Multivariable Systems Theory and Design*, Pergamon Press, Oxford, 1982.
- [22] S. Skogestad and I. Postlethwaite, *Multivariable Feedback Control, Analysis and Design*, John Wiley and Sons Ltd, Chichester, 2005.
- [23] P. E. Wellstead, *CE 108 Coupled Electronic Drives*, TecQuipment Ltd., Long Eaton, 2004.

E-learning and control-system design using a virtual and remote laboratory

Abstract: Rapid technological development, efficient country connections, which can be seen as a large number of new educational programs, and the evolving importance of knowledge where economic aspects cannot be neglected, have been stimulating reasons for investigating the possibilities of the step-by-step transition to e-learning in the field of control-system design. The idea was realized in a way that enables the extensions and combinations of teaching approaches with classical ones. In this way only new possibilities were enabled, while old and verified possibilities are still important. The mentioned idea was realized using the programme E-CHO, which was developed at the Faculty of Electrical Engineering in Ljubljana specifically for e-learning purposes, the programme Matlab and the computer-controlled pilot plant during lectures on Multivariable Systems at the Department of Automatics. The proposed concept extends the usage of design projects which were introduced in previous years, enables the study of multivariable control-system design, knowledge testing in the form of a computer game and competition in the control design of a real process. Stimulating conclusions, which are based on two years of system usage, indicate numerous possibilities for further extensions regarding the mentioned lectures as well as lectures with related content.

Keywords: control design, multivariable systems, e-learning, virtual laboratory, remote laboratory,





AIG'09

K O N F E R E N C A

AVTOMATIZACIJA V INDUSTRIJI IN GOSPODARSTVU

28. - 29. maj 2009
Portorož, Slovenija



FERI

iCm'

PASSION FOR PERFECTION

Spodbujanje tehnološkega razvoja in inovativnosti v Sloveniji ter vloga tehnološke agencije

Franc GIDER

Izveček: V članku je predstavljeno institucionalno okolje v Sloveniji na področju spodbujanja tehnološkega razvoja in inovativnosti. Posebej je izpostavljena vloga Javne agencije za tehnološki razvoj. Slovenija je uvrščena relativno nizko na lestvici globalne konkurenčnosti po svetovnem indeksu konkurenčnosti. V članku so obdelani razlogi za nizko uvrščenost in podani predlogi za izboljšanje stanja. Ključni poudarek je na povečanju investiranja v raziskave in razvoj v podjetjih, ki jim lahko prinese konkurenčno prednost na globalnem trgu. Z večjo podporo visokotehnološkim podjetjem bo Slovenija postala bolj razvita in s tem tudi dosegla enega glavnih ciljev od osamosvojitve: postati enakovredna najbolj razvitim državam Evropske unije in s tem zagotoviti blagostanje svojim državljanom.

Ključne besede: tehnološka agencija, inovativnost, tehnološki razvoj,

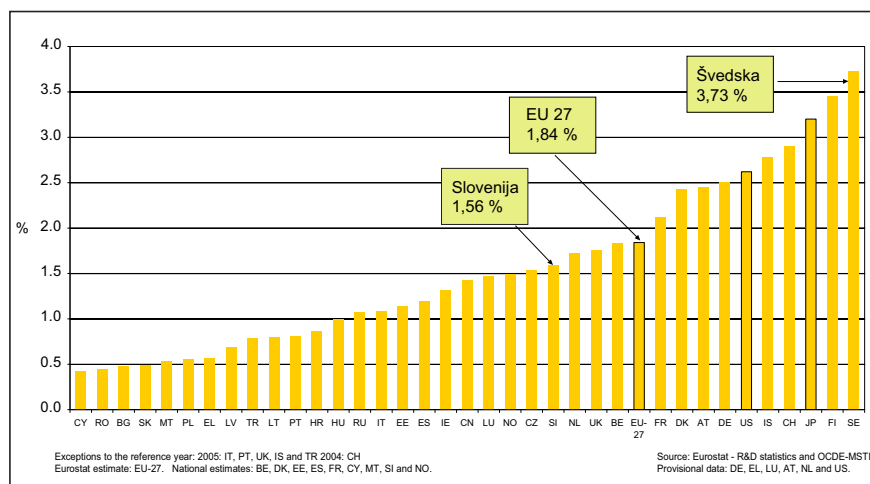
1 Uvod

Slovenija velja v Evropski uniji za dober primer države, ki je uspešno preživela prehod iz socialističnega planskega gospodarstva v tržno gospodarstvo, ki temelji na lastništvu. Največji dosežki Slovenije od časa njene osamosvojitve so: včlanitev v EU (Evropska unija) in NATO (Severnoatlantsko zaveznitvo) v letu 2004 ter sprejem evra za nacionalno valuto v letu 2007. Kljub relativno dobremu izhodišču ob vključitvi v EU pa je Slovenijo v zadnjih letih v kazalcih konkurenčnosti prehitelo kar nekaj držav. Svetovni gospodarski forum uvršča Slovenijo na 17. mesto od 27 držav članic EU glede na svetovni indeks konkurenčnosti (GCI – Global Competitiveness Index). Od vseh 134 držav, ki so zajete v merjenju,

pa Slovenija v letu 2008 zaseda 42. mesto. Rezultat pomeni padec glede na prejšnje leto, ko je Slovenija zasedla 39. mesto oz. 16. mesto med državami EU [2].

Glede na to, da konkurenčnost Slovenije pada, torej nikakor ne smemo stati križem rok. Slovenija je pred izzivom, kako ujeti korak z državami s hitrim razvojem (Ciper,

Češka, Estonija, Litva, Slovaška) oziroma jih še prehiteti in čim prej nadomestiti zaostanek za najbolj razvitimi državami EU (Danska, Švedska, Finska, Nemčija, Nizozemska). Eden od parametrov, ki zelo močno vpliva na svetovno konkurenčnost določene države, je delež bruto domačega proizvoda (BDP), ki ga država namenja za vlaganja v raziskave in razvoj (RR). Na ta način



Slika 1. Vlaganje v RR v deležu BDP za leto 2006 [3]

Dr. Franc Gider, univ. dipl. inž.,
Javna agencija za tehnološki
razvoj Republike Slovenije (TIA),
Ljubljana

namreč nastanejo visokotehnološki izdelki in storitve, ki pomenijo višjo dodano vrednost na zaposlenega, s tem pa prednost na globalnem trgu in posredno izboljšanje blaginje v državi. Z Lizbonsko strategijo so se vse članice EU zavezale, da bodo do leta 2010 povečala vlaganja v RR na 3 % BDP. Že sedaj je jasno, da EU tega cilja ne bo dosegla. Slovenija je v letu 2006 v te aktivnosti vlagala 1,59 % BDP, kar je manj od sedemindvajsetih držav EU, ki so v povprečju v RR vlagale 1,84 % BDP (slika 1). S slike 1 je razvidno, da v povprečju EU v RR vlaga manj od največjih konkurentov ZDA in Japonske (stolpci, ki označujejo vlaganja teh držav, so na sliki odebeljeni). Države, ki so na vrhu konkurenčnosti v EU, vlagajo v RR skoraj dvakrat več od Slovenije (npr. Švedska 3,73 % BDP, Finska 3,45 % BDP, Nemčija 2,51 % BDP, Avstrija 2,45 % BDP) [3], vendar tudi to ne pomeni svetovnega vrha. Singapur je na primer v letu 2007 investiral v RR kar 6,33 % svojega BDP [9]. V letu 2007 je delež vlaganj v RR v Sloveniji še padel na 1,45 % BDP [11]. S slike 2 lahko razberemo, da so vlaganja v RR v Sloveniji znašala 500,5 mio. EUR, od tega je javni sektor vložil 178,2 mio. EUR oziroma 35,6 % od vseh vlaganj. Zasebni sektor je v RR v letu 2007 vložil 322,3 mio. EUR. Nesporno dejstvo, ki iz tega izhaja, je, da Slovenija praktično nima drugega izhoda kot povečati vlaganje v RR in vložena sredstva tudi čim bolj racionalno upravljati.

Zaveza (za leto 2007):
BDP: 34.472 M EUR
Vlaganja v RR: 1.034 M EUR (3 %)
Zasebni sektor: 689 M EUR (2 %)
Javni sektor: **345 M EUR (1 %)**

Dejansko (za leto 2007):
BDP: 34.472 M EUR
Vlaganja v RR: 500,5 M EUR (1,45 % BDP)
Javni sektor: 178,2 M EUR (0,5 %)

Slika 2. Vlaganje v RR v deležu BDP v Sloveniji za leto 2007 [11]

2 Spodbujanje tehnološkega razvoja in inovativnosti v Sloveniji

Slovenski sistem spodbujanja tehnološkega razvoja je zelo razvejen. Razne oblike programov tehnološkega razvoja in inovativnosti izvajajo naslednje institucije: tehnološka agencija (TIA), Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo (MVZT), Ministrstvo za gospodarstvo (MG), Javna agencija za podjetništvo in tuje investicije (JAPTI), Slovenski podjetniški sklad (SPS), Prvi kapital, Eko sklad in Javni sklad za regionalni razvoj. Sistem je shematsko prikazan na sliki 3.

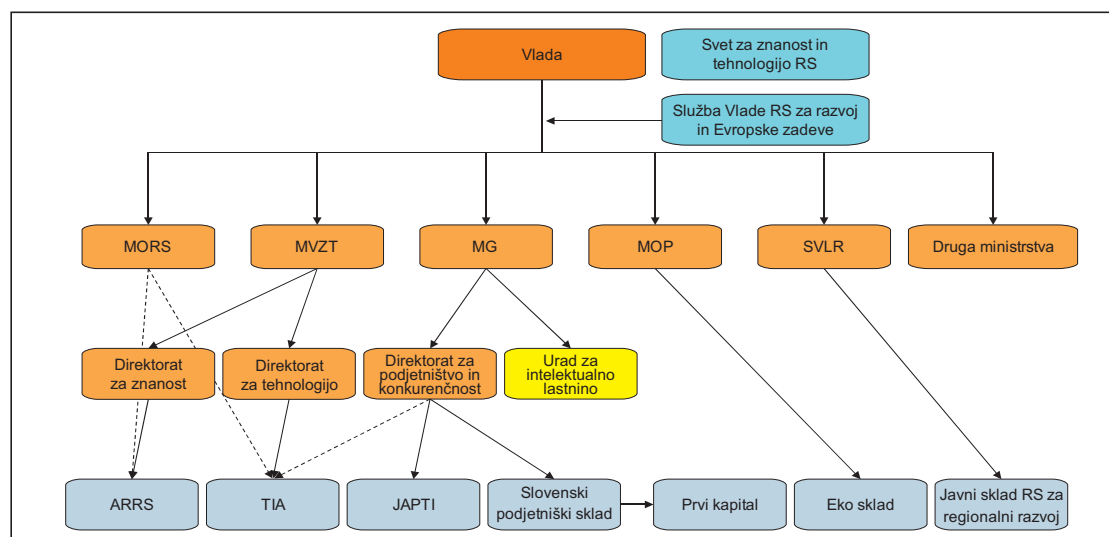
Strateški okvir za definiranje politike spodbujanja tehnološkega razvoja na nacionalnem nivoju predstavlja Nacionalni raziskovalno-razvojni program (NRRP), ki ga je potrdil Državni zbor Republike Slovenije v letu ?? [10]. V njem je Tehnološka agencija Slovenije (TIA) definirana kot ključni igralec v slovenskem sistemu spodbujanja tehnološkega razvoja. Ustanovila jo je Vlada Republike Slovenije leta 2005, spada pa pod ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo (MVZT).

Poleg matičnega ministrstva TIA izvaja programe še za Ministrstvo za gospodarstvo (MG) in Ministrstvo za obrambo (MORS). Trenutno ima agencija 21 zaposlenih, vsi imajo visoko izobrazbo. Višina razpisanih sredstev za različne programe TIA narašča iz leta v leto (slika 4). V letu 2009 je predvidenih okoli 139 mio. EUR razpisanih sredstev. V glavnem gre za sredstva iz evropskih strukturalnih skladov (70 %), preostanek je iz nacionalnega proračuna [1].

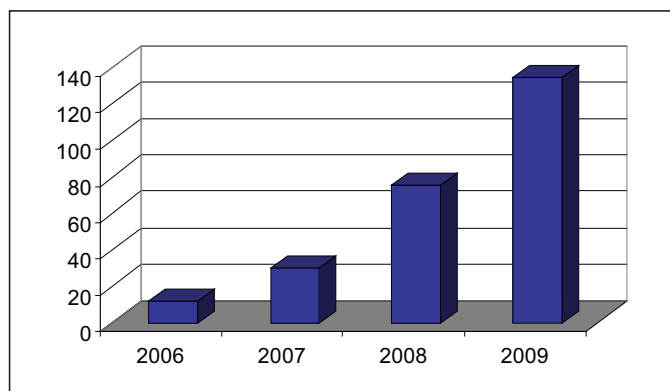
3 Programi tehnološkega razvoja, ki jih izvaja TIA

V letu 2009 TIA izvaja naslednje programe [12]:

1. Mladi raziskovalci iz gospodarstva (MR). Sofinanciranje stroškov, povezanih z raziskovalnim delom mladih raziskovalcev in raziskovalcev iz gospodarstva do pridobitve naslova doktor znanosti. Namen programa je omogočiti mladim raziskovalcem, da si z delom na temeljnih raziskavah za potrebe gospodarstva v času podiplomskega študija do pridobitve doktorata znanosti pridobijo kakovostne izkušnje, s katerimi se lahko po končanem študiju suvereno soočijo z izzivi v gospodarstvu. Naročnik programa je MVZT. Vrednost razpisanih sredstev je okoli 20 mio. EUR, od tega 85 % iz Evropskega socialnega sklada in 15 % iz nacionalnega proračuna Republike Slovenije. Program je namenjen podjetjem, v katerih so mladi ra-



Slika 3. Organizacija sistema spodbujanja tehnološkega razvoja in inovativnosti v Sloveniji



Slika 4. Višina razpisanih sredstev TIA v letih 2006–2009

- ziskovalci zaposleni. Končni rezultat projekta je zaključen raziskovalni projekt v podjetju, ki ga mladi raziskovalec uporabi za doktorsko disertacijo. Program je idealen za gradnjo mostov med podjetji (še posebej malimi in srednjimi) in univerzami oz. javnimi raziskovalnimi zavodi, saj mora vsako podjetje za potrebe dela mladega raziskovalca (mentorstvo, potrjevanje doktorske disertacije, uporaba laboratorijske opreme, ...) sodelovati z univerzo. Preko povezave, vzpostavljene s tem programom, lahko podjetje in univerza oz. javni raziskovalni zavod sodelovanje še nadaljujeta na drugih projektih.
2. Neposredne spodbude za skupne razvojno-investicijske projekte (RIP). Namen programa je spodbujanje podjetij k pospešenim vlaganjem lastnih sredstev v razvojno dejavnost v smeri tehnološkega razvoja in inovativnosti za krepitev svojega konkurenčnega položaja na evropskih in tujih trgih ter k medsebojnemu povezovanju in sodelovanju z raziskovalnimi skupinami. Naročnik programa je MG. Vrednost razpisanih sredstev je 50 mio. EUR, od tega 85 % iz Evropskega sklada za regionalni razvoj in 15 % iz nacionalnega proračuna Republike Slovenije. Program je namenjen skupinam podjetij (najmanj dveh), ki v projektu obvezno morata sodelovati z vsaj eno raziskovalno skupino (lahko v podjetju ali na univerzi oz. inštitutu). Končni rezultat projektov konzorcijev je nov izdelek oz. storitev, ki sta zrela za serijsko proizvodnjo oz. prodajo na trgu.

3. Strateški raziskovalno-razvojni projekti v podjetjih (SR-RP). Namen programa je podpreti raziskovalno-razvojne projekte, ki so skladni s 14 prioritetskimi temami, navedenimi v razpisu. Te prioritete teme so bile določene na podlagi priporočil tehnoloških platform in dolgoročnih strateških razvojnih usmeritev države. Naročnik programa je MVZT. Vrednost razpisanih sredstev je 60 mio. EUR, od tega 85 % iz Evropskega sklada za regionalni razvoj in 15 % iz nacionalnega proračuna Republike Slovenije. Program je namenjen podjetjem, končni rezultat projektov pa je izdelan prototip novega izdelka oz. storitve. Podjetje lahko pri razvoju novega izdelka oz. storitve sodeluje tudi z univerzami ali javnimi (oz. zasebnimi) raziskovalnimi zavodi.
4. Podpora inovacijskemu okolju (INO). Namen programa je spodbujati podporno okolje za dejavne na področju inovacij tako, da jim pomaga razviti in zaščititi inovacije ter jih uvesti v uporabo. Naročnik programa je MVZT. Vrednost razpisanih sredstev je 3,5 mio. EUR, ki jih v celoti krije proračun Republike Slovenije. Program je namenjen vsem organizacijam, ki se ukvarjajo s spodbujanjem inovacijske dejavnosti (podjetja, združenja, tehnološki centri, društva, ...).
5. Spodbujanje procesa komercializacije znanja (Valor). Namen programa je pospešiti prenos znanja oziroma raziskovalnih rezultatov iz raziskovalnih institucij in institucij znanja na trg – komercializacija znanja – ter spodbujanje ustanavljanja podjetij, ki bodo element uspešne komercializacije znanja. Naročnik programa je MG. V letu 2009 TIA spremlja izvajanje 5 projektov, ki so bili izbrani na

razpisu leta 2008. Podjetja morajo v okviru projekta začeti s prodajo konkretnih izdelkov na trgu.

6. Tehnološki program za varnost in mir (TP MIR). Namen razpisa je vzpodbuditi slovensko gospodarstvo k aktivnejšemu udeleževanju na področju razvoja vojaških tehnologij. Tehnologije morajo imeti tudi civilno komponento, ki se pokaže na področju zaščite in reševanja v primeru naravnih in drugih nesreč. Razvita tehnologija mora biti uporabljena tudi pri lastnih izdelkih in storitvah, ki jih podjetja ponujajo na trgu. Naročnik programa je MORS. V letu 2009 TIA spremlja izvajanje projektov, ki so bili izbrani na razpisih v letih 2007 in 2008. Cilj projekta je razviti nove visokotehnološke izdelke oziroma storitve, ki se bodo prodajali na trgu in bodo lahko uporabni tako v miroljubne namene kot tudi za potrebe vojske oziroma civilne zaščite.

Poleg naštetih programov ima TIA pomembno vlogo tudi pri koordinaciji aktivnosti tehnoloških platform. V okviru te dejavnosti v letu 2009 organiziramo več dogodkov za spodbujanje razvojnega sodelovanja med posameznimi tehnološkimi platformami. Namen delovanja tehnoloških platform je izboljšati sodelovanje med podjetji in raziskovalci na univerzah in raziskovalnih inštitutih.

4 Pričakovani učinki programov tehnološkega razvoja

Iz prejšnjega poglavja je razvidno, da so vsi programi, ki jih izvaja TIA, namenjeni podjetjem. Pri vsakem programu pa imajo svojo vlogo tudi raziskovalci iz javnih institucij (univerze, inštituti). Na ta način želi TIA okrepiti sodelovanje med razvojnimi oddelki v podjetjih in raziskovalci v javnih raziskovalnih ustanovah in univerzah. Dobra dvosmerna komunikacija med temi akterji je namreč dobra osnova za razvoj novih, inovativnih izdelkov z večjo dodano vrednostjo. Podjetja s tako dejavnostjo pa lahko popeljejo Slovenijo na pot moderne razvite države.

Vsako podjetje si za izvajanje projekta postavi določene cilje, ki so različni glede na program, naravo projekta in lastnosti podjetja. V večini primerov gre za povečanje prodaje, dodane vrednosti na zaposlenega, izvoza, deleža novih izdelkov v celotni prodaji ipd.

Makroekonomske učinke programov, ki jih izvaja TIA, lahko glede na določila NRRP strnemo v naslednje točke:

- spodbujanje sodelovanja med podjetji in razvojno-raziskovalnimi institucijami (z aktivnostmi tehnoloških platform ter programa MR in RIP);
- povečanje obsega vlaganja javnih sredstev v RR v skladu z barcelonskim ciljem (2 % BDP privatnih podjetniških vlaganj in 1 % BDP javnih vlaganj) – posledica tega bo večje število visokotehnoloških delovnih mest, večji delež visokotehnoloških izdelkov v izvozu in večja povprečna dodana vrednost na zaposlenega v slovenskih podjetjih;
- okrepitev človeških virov za RR v podjetjih s povečanjem števila mladih doktorjev znanosti v podjetjih;
- povečanje števila visokotehnoloških in inovativnih podjetij (program Valor).

5 Zaključek

Slovenija je z ustanovitvijo tehnološke agencije stopila v klub držav, ki vsaj deklarativno podpirajo tehnološki razvoj. V svojih začetnih letih je TIA naredila velike korake naprej v

smislu strokovnosti, notranje organizacije procesov in višine razpisanih sredstev. Če hoče Slovenija dohiteti bolj razvite države v EU, bo morala v prihodnjih letih še bolj sistematično spodbujati tehnološki razvoj, in sicer:

- s povečanjem sredstev, namenjenih investicijam v RR,
- s krepitvijo vloge TIA kot osrednje institucije spodbujanja tehnološkega razvoja (koncentracija vseh programov tehnološkega razvoja na TIA),
- s spodbujanjem tehnološkega razvoja v podjetjih v smeri razvoja novih izdelkov oziroma storitev z večjo dodano vrednostjo,
- s financiranjem večjega dela raziskovalcev na univerzah in javnih raziskovalnih zavodih preko konkretnih projektov za podjetja, namesto preko programskih skupin,
- s poenostavitvijo sistema izvajanja projektov iz evropskih strukturnih skladov ter
- s poenostavitvijo in vzpostavitvijo večje preglednosti programov tehnološkega razvoja.

Viri

- [1] Spletna stran Javne agencije za tehnološki razvoj Republike Slovenije (www.tia.si), 2009.
- [2] Porter, M. E., Schwab, K.: The Global Competitiveness Report 2008–09, *World Economic Forum*, Geneve, 2008.
- [3] Wilen, H.: Science and Technology, *Eurostat Statistics in Focus*, No 91, 2008.
- [4] European Commission: Science,

Technology and Innovation in Europe. Eurostat Pocket Books, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2008.

- [5] Medvešek, M.: Research and Development, Science and Technology – Rapid Report, *Statistical Office of the Republic of Slovenia*, December 2006, No. 206, Ljubljana, 2006.
- [6] Medvešek, M.: Research and Development, Science and Technology – Rapid Report, *Statistical Office of the Republic of Slovenia*, June 2007, No. 38, Ljubljana, 2007.
- [7] Škrbec, T.: Research and Development, Science and Technology – Rapid Report, *Statistical Office of the Republic of Slovenia*, 28. October 2008, No. 45, Ljubljana, 2008.
- [8] World Economic Forum: The Lisbon Review, Measuring Europe's Progress in Reform, *World Economic Forum*, Geneve, 2008.
- [9] Chan, L.: The Singapore story: the path to enterprise city, in: Business not as usual, *Innotown Innovation Conference*, 20.–21. October, Stavanger, 2008.
- [10] Resolucija o Nacionalnem raziskovalnem in razvojnem programu za obdobje 2006–2010 /ReNRRP/, *Uradni list Republike Slovenije*, št. 3/2006.
- [11] Spletna stran Statističnega urada Republike Slovenije (www.stat.si), 2009.
- [12] Aktualni razpisi Javne agencije za tehnološki razvoj (http://www.tia.si/Aktualni_razpisi,544,0.html).

The promotion of technology development and innovation in Slovenia and the role of the Slovenian Technology Agency

Abstract: In this article the institutional environment in the field of technology development and the support of innovation in Slovenia is described. In particular, the role of the Slovenian Technology Agency is pointed out. Slovenia ranks relatively low on the World Competitiveness Index scale. In the article, the reasons for such a low ranking are discussed and measures for improvements are proposed. The key emphasis should be placed on an increased investment in R&D activities in companies, which can only improve the competitiveness of companies on the global market. With the increased support of high-tech companies Slovenia can improve its competitiveness and meet one of its most important goals since its independence, i.e., closing the gap between itself and the EU-15 countries. By achieving this Slovenia can become a country of well-being for all its citizens.

Keywords: Slovenian Technology Agency, innovation, technology development

Nemška fluidna tehnika zaskrbljeno zre v prihodnost

Darko LOVREC

Po rekordnem letu 2007, ko je nemška fluidna tehnika obvladovala več kot 30 % svetovnega tržnega deleža, se v zadnjem obdobju tudi tam občuti recesija. Vsi kazalci so se obrnili v nasprotno smer, situacija je zaradi številnih nejasnosti negotova. Podjetja zaskrbljeno zrejo v prihodnost. Dejstvo je, da je tudi fluidna tehnika, paradni konj nemške strojegradnje, v objemu recesije.

Gospod Christian H. Kienzle, predsedujoči Nemškega strokovnega združenja za fluidno tehniko, delujočega v okviru VDMA, je na letnem srečanju združenja ob koncu lanskega leta potrdil, da je bilo leto 2007 za nemško fluidno tehniko najuspešnejše v vsej njeni zgodovini. Branža je namreč v tem letu dosegla rekordni rezultat 6,3 milijarde evrov prometa, kar 14 % več kot v prav tako zelo uspešnem letu 2006. Na področju hidravlike so zabeležili 4,5 milijard evrov prometa (plus 17 %), na področju pnevmatike pa 1,8 milijard evrov (plus 9 %).

Podobna slika je bila tudi pri obsegu naročil glede na leto poprej: pri hidravliki spoštovanja vrednih 31 % porasta, pri pnevmatiki pa je bil porast v enakem obsegu kot promet - 9 %. Svetovni tržni delež branže je v tem rekordnem letu znašal preko 30 %. Ob tem je gospod Kienzle pripomnil, da skorajda ni branže, ki bi dosegla takšno prevlado, kar je dokaz za nesporno konkurenčnost nemške fluidne tehnike. Omenjena gibanja prometa na celotnem področju nemške strojegradnje in na področju fluidne tehnike so grafično prikazana na *sliki 1*.

Doc. dr. Darko Lovrec, univ. dipl. inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

Da so podjetja lahko realizirala vsa ta povečana naročila, so veliko investirala ne le v nove tehnološke in strojne zmogljivosti, temveč tudi v osebje. Trenutno branža zaposluje preko 32.000 delavcev, kar je v primerjavi s 25.800 zaposlenimi pred 10 leti porast za skoraj 25 %. Delo bi jih lahko našlo celo več, če na tržišču delovne sile še vedno ne bi bilo čutiti pomanjkanja ustrezno izobraženega kadra.

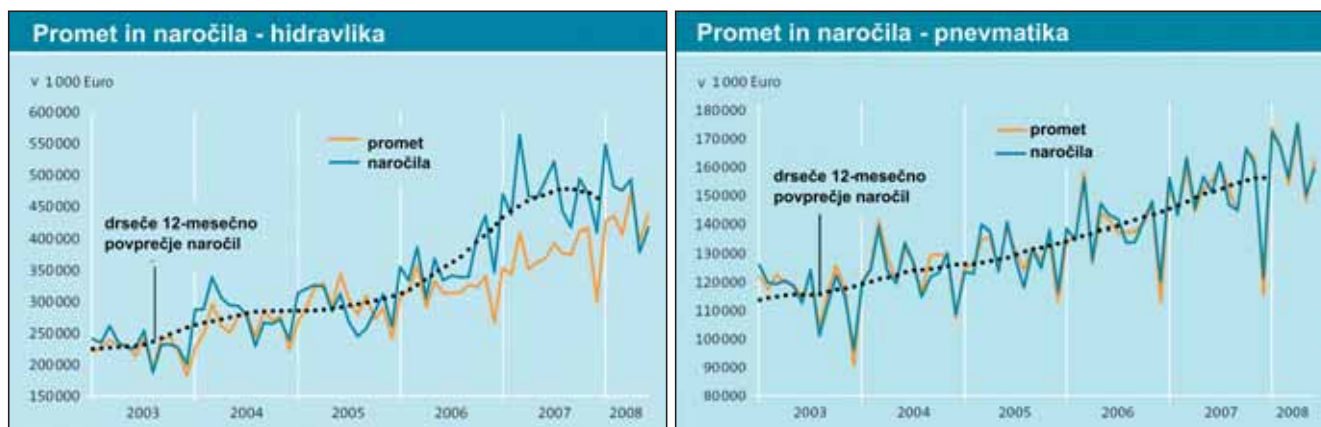
Po letih nezadržne rasti, to še posebej velja za zadnja tri leta, so se kazalci uspešnosti obrnili v nasprotno smer. Recesijo namreč občuti tudi fluidna tehnika. Na upadanje prometa in še posebej naročil ni imuna niti fluidna tehnika, pa čeprav so poslovni rezultati in ostali dosežki preteklih let predstavljali dobro osnovo za nadaljnjo rast. Napovedovanje gibanja na tržišču fluidne tehnike v prihodnosti je dokaj negotovo. Močan evro, visoki stroški energije in materiala, še zlasti pa negotovost na denarnem in



Slika 1. Gibanja prometa v Nemčiji na področju celotne strojegradnje in deležev hidravlike in pnevmatike v obdobju 1980–2008 [1]

kreditnem trgu bodo močno vplivali na nadaljnje dogajanje na področju fluidne tehnike. Trenutno obseg naročil še vedno upada.

Kako se bo sedanja finančna kriza odražala na področju fluidne tehnike, je težko napovedati. V letu 2008 učinka recesije še ni bilo moč opaziti v polni meri. Promet je bil še dokaj dober. V obdobju od januarja do avgusta 2008 je bil v primerjavi z enakim obdobjem v predhodnem letu večji za 15,6 %. Obseg vhodnih naročil pa se je v enakem obdobju že zmanjšal za 9,2 %. Promet na področju pnevmatike je v enakem obdobju narasel za 5,1 %, število



Slika 2. Gibanja na tržišču fluidne tehnike v Nemčiji v zadnjem obdobju – po rekordnem letu 2007 upadanje prometa [1]

naročil pa za 4,1 %. V letu 2008 je celotna fluidna tehnika dosegla 7-odstotno povečanje prometa. Omenjena gibanja prikazuje slika 2. Po nenehni rasti v zadnjih petih letih in rekordnem letu 2007 so se kazalci obrnili navzdol. V kolikšnem obsegu in za kako dolgo ne ve nihče. Napovedi so negotove in nevhvaležne.

Za fluidno tehniko na splošno velja, da je pomemben dobavitelj proizvodov širše strojegradnje. Za hidravliko je znano, da dobavlja predvsem proizvajalcem gradbenih, poljedelskih, transportnih in orodnih strojev. Pnevmatika pa oskrbuje predvsem proizvajalce montažnih in strežnih naprav, proizvajalce strojev v prehranski industriji in industriji pakirnih, tiskarskih in papirniških strojev kot tudi orodnih strojev. Dobre tri četrtine prometa v hidravliki in pnevmatiki izhaja torej iz strojegradnje. Nadaljnji odjemalci izdelkov fluidne tehnike so še cestna in gospodarska vozila, letalska industrija, ladjedelništvo kot tudi vrtnalne

naprave na morju in elektrotehnika. Nadaljnji potek gibanj bo vsekakor močno odvisen od vrste odjemalcev. So pa žal tudi nekatere pomembne branže, odjemalci proizvodov fluidne tehnike, zabeležile minus pri naročilih, npr. branža gradbenih strojev, transportnih naprav, strojev za predelavo plastike in gume kot tudi tekstilnih strojev. Na področju poljedelskih strojev so gibanja zaenkrat še dokaj ugodna. Nadaljnja gibanja se bodo torej v veliki meri razlikovala od branže do branže. Je pa že sedaj jasno, da uspešna področja predstavljajo obnovljivi viri energije, tehnologije za povečanje učinkovitosti rabe energije in področje izkoriščanja surovin ter pri- in predelave hrane.

Povpraševanje v začetku tekočega leta je v upadanju, čeprav se še vedno čuti pozitivni učinek prve polovice prejšnjega leta. Tudi ni znano zagotovljeno število naročil, saj so bila ta velikokrat podana s stališča odjemalca – tudi z namenom zagotoviti

dobavne roke. Takšna navidezna naročila pa se lahko ob slabšanju tržnih razmer kar hitro prekličejo.

Pri nemškem Strokovnem združenju za fluidno tehniko v okviru VDMA so z napovedmi glede razvijanja branže in gibanja tržnih kazalcev za leto 2009 dokaj zadržani. V vsakem primeru pa bo rast veliko manjša, kot je bila do sedaj. Zaradi slabega konca leta 2008 bo povečanje prometa upadlo na enoštevilčno vrednost. Morebitna rast vsekakor temelji na predpostavki, da ostanejo plače na dogovorjenem nivoju, da se ne bodo zvišale cene vhodnemu materialu in da bodo valutne spremembe majhne.

Vir

- [1] VDMA Fluidtechnik – Geschäftsbericht 2005 – 2008, Freiburg, 09/2008, http://www.vdma.org/wps/wcm/resources/file/eb733348a0c7298/GB_Flu-id_screen.pdf

Znanstvene in strokovne prireditve

■ The 11th Scandinavian Conference on Fluid Power SICFP '09 – 11. Skandinavska konferenca o fluidni tehniki '09

02.–04. 06. 2009
Linköping, Švedska

Informacije:
<http://www.iei.liu.se/flumes/conference?!=en>

■ Fluid Power Conference & Expo and Waste Expo – Konferenca in razstava fluidne tehnike ter razstava o ravnanju z odpadki

8.–11. 06. 2009
Las Vegas, ZDA

Informacije:
www.fluidpowerexpo.com

nadaljevanje na str. 166

Okolju prijazna maziva in hidravlične tekočine – 1. del

Prednosti in izbirni kriteriji za uporabo

Milorad KRSTIĆ, Patrick LAEMMLE

■ Predstavitev

V Nemčiji so leta 2006 porabili 153.413 ton hidravličnih tekočin (skupno okrog 1 milijon ton maziv), kar je predstavljalo okrog 15 % skupne porabe [1]. Hidravlične tekočine so druga skupina maziv (za motornimi olji) in daleč največja med industrijskimi mazivi (37,5 % industrijskih maziv). V Nemčiji je okrog 85 % hidravličnih tekočin mineralne osnove, od tega jih 30–40 % uporabijo v mobilni, 60–70 % pa v industrijski opremi.

Le okoli 50 % prodanih količin maziv uspejo zbrati v procesu zbiranja odpadnih olj. Preostanek, kar pomeni približno 500.000 ton, uide direktno v naravo, kjer povzroča onesnaženje. Do uhajanja prihaja, čeprav v Nemčiji in nekaterih drugih zahodnoevropskih državah ravnajo z oljem zelo previdno in ob upoštevanju strogih varnostnih predpisov. Na temelju teh števil si ni težko predstavljati ogromnih količin olja, ki po vsem svetu uide v naravo.

Ker industrijsko najbolj razviti narodi z načinom proizvodnje strojev in maziv najbolj vplivajo na onesnaževanje v svetovnem merilu, nosijo tudi največji delež ekološke odgovornosti. Danes, na začetku



Slika 1. Mehanizacija v kamnolomih

tretjega tisočletja, se uporabnost okolju prijaznih maziv močno razvija. Za razliko od začetka, ko so se pričela uporabljati za mazanje verig na žagah, se je danes uporaba okolju prijaznih maziv razširila praktično na vsa področja, kjer se maziva in olja uporabljajo v tehnične namene. Le dve od številnih možnosti za uporabo okolju prijaznih maziv sta prikazani na slikah 1 in 2.

Razlog, da se uporaba okolju prijaznih maziv in hidravličnih tekočin ne širi tako hitro kot na primer neosvinčenega bencina ali dizelskega goriva z nizko vsebnostjo žvepla, je brez dvoma pomanjkanje zakonskih predpisov, ki bi to zahtevali, kakor je to v primeru goriv. Ob tem pa večina držav (z zelo redkimi izjemami) nima kakršnih koli davčnih vzpodbud. Povečanje porabe okolju prijaznih maziv in hidravličnih tekočin zato temelji na naraščajoči osveščenosti

in prisili z zakonskimi določili. Nacionalne in evropska zakonodaja pa že danes zahtevajo od trgovcev in industrije takšno uporabo strojev, da bo tveganje onesnaženja okolja na najnižji možni ravni. Zakon, ki govori o odgovornosti uporabnika strojev, je veliko bolj nepopustljiv, kot je znano v širši javnosti: "Onesnaževalec je v popolnosti odgovoren za stroške saniranja škode, ki jo je povzročil v naravi. Ta zakon velja tudi retrospektivno in nikoli ne zastara."

Ker se večina maziv in hidravličnih tekočin uporabi v mobilnih sistemih, pomenijo okolju prijazna maziva pomembno zmanjšanje tveganja onesnaževanja okolja.

■ Področja uporabe, naloge maziv in hidravličnih tekočin

Pri vsakem gibanju strojnih delov se uporabljajo maziva, da zaščitijo

Milorad Krstić, KleenOil, Dogern, Nemčija, Patrick Laemmle, Panolin, Madetswil, Švica



Slika 2. Snežni teptalec na smučišču

komponente pred obrabo. Maziva pa imajo tudi druge naloge, zelo pomembne v posameznem primeru uporabe (na primer zmanjševanje hrupa, pri hidravličnih tekočinah tudi prenos moči). V poglavjih, ki sledijo, bomo predstavili različne vrste maziv in razložili zahtevane lastnosti vsake od njih. Ker hidravlične tekočine delujejo tudi kot maziva, v primerih, kjer so mazalne lastnosti bistvenega pomena, ne ločujemo vedno med mazalnimi in hidravličnimi tekočinami, ampak raje predpišemo zahteve za maziva kot celoto.

■ Razvrstitev maziv in hidravličnih tekočin

V splošnem razvrščamo maziva in hidravlične tekočine v dve skupini – v tiste, ki delujejo v odprtih mazalnih sistemih, in tiste v zaprtih mazalnih sistemih.

Zaradi aplikacij, za katere jih uporabljamo, zelo visok odstotek maziv za odprte mazalne sisteme uide v naravo. Na primer: tudi do 100 % olja za verige žag neizogibno uide v naravo. Prav tako lahko z gotovostjo ugotovimo, da se praktično zanemarljiv odstotek uporabljenih masti zbere in uniči na okolju prijazen način, medtem ko vsa ostala količina, ki jo med domazovanjem iztisnemo iz mazalnega mesta, konča v naravi.

Za razliko od maziv za odprte sisteme se maziva za zaprte sisteme us-

merjajo v proces zbiranja in recikliranja odpadkov s termičnim (npr. sežiganjem) ali snovnim (npr. predelovalnim) postopkom. Vendar pa tudi ta maziva vse prevečkrat najdejo pot v naravo. To se dogaja v primerih poškodovanja cevi v hidravličnih sistemih, pri vzdrževanju, servisiranju, pa tudi pri nepazljivosti med menjavo olja.

Maziva lahko ločimo tudi po namenu uporabe na motorna, menjalniška, reduktorska, hidravlična, rezalna, emulzijska, olja.

■ Splošne zahteve za maziva in hidravlične tekočine

Hidravlična olja uporabljamo predvsem za prenos moči. Tako kot maziva imajo tudi hidravlične tekočine naloge zmanjševati trenje med gibajočimi se deli, odvajati toploto in ščititi pred korozijo; nekatera posebna motorna olja lahko tudi očistijo in absorbirajo umazanijo. Dodatne zahteve za maziva so odvisne od zahtev primera posamezne uporabe; na primer odpornost na visoke temperature, kompatibilnost z določenimi materiali ...

Maziva in hidravlične tekočine so v splošnem zgrajeni iz baznega olja in kemičnih spojin (aditivov). Razlikujemo dve skupini aditivov; prva, v katero štejemo na primer izboljševalce indeksa viskoznosti, antioksidante in druge, spreminja dane lastnosti

baznega olja, medtem ko pripadniki druge skupine (na primer protiobrabni aditivi in inhibitorji korozije) delujejo na površine, med katerimi se pojavlja trenje. Z mešanjem baznega olja in aditivov v ustreznem razmerju dobimo mazivo z zahtevanimi lastnostmi.

■ Razlogi za uporabo okolju prijaznih maziv in hidravličnih tekočin

Uporaba okolju prijaznih maziv se povečuje od leta 1985 kot alternativa izdelkov na bazi mineralnega olja, ki se razgrajujejo le v majhnem deležu. Danes so na voljo okolju prijazna, biološko hitreje razgradljiva maziva za dvotaktne in štiriktaktne motorje, opažna olja, olja za livarska orodja, maziva za verige in jeklene vrvi, procesna olja, turbinska olja, masti in hidravlične tekočine, če navedemo le nekatere skupine. Zaradi zelo hitrega razvoja avtomatizacije in povečevanja uporabe hidravlično gnanih strojev na skoraj vseh področjih dobiva vprašanje varovanja okolja vedno večjo težo. Katastrofalna razlitja naftnih izdelkov na morju in na kopnem so zbudila zavest javnosti na način, ki so ga v preteklosti lahko predvideli le strokovnjaki.

Različni zakoni določajo doslednejšo odgovornost povzročiteljev ekoloških nesreč. Pohvalno je, da so zahteve o okolju prijaznem ravnanju navedene že v pogodbi o izvajanju gradbenih poslov. Že v procesu načrtovanja in pridobivanja dovoljenj za gradnjo novih tovarn in proizvodnih obratov imajo načrtovani proizvodni procesi vse večji pomen. Okolju prijazna maziva in hidravlične tekočine se biološko razgradijo veliko hitreje in veliko manj okolju škodljivo kot mineralna olja. Zaradi tega jih uvrščamo v nižji razred nevarnosti za vodo (WHC – angleško, WGK – nemško), pa tudi zahteve za njihovo skladiščenje so manj ostre. Za lastnike delovnih strojev uporaba okolju prijaznih maziv pomeni logičen korak na poti zmanjševanja rizikov poslovanja.

Če povzamemo, so razlogi za uporabo okolju prijaznih maziv in hidravličnih tekočin naslednji:

- povečana zavest o nujnosti varovanja okolja,
- podoba okolju prijaznega podjetja,
- zakonske zahteve,
- zadeve, ki potrebujejo uradna dovoljenja,
- krajevni predpisi,
- zahteve, ki jih postavljajo kupci,
- poenostavljeno skladiščenje,
- povečana zanesljivost delovanja strojev.

Literatura

- [1] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Ref. 423: Statistik Mineralöl-daten 2006.

Prispevek je bil objavljen v knjigi z naslovom Umweltfreundliche Schmier- und Druckfluessigkeiten, leta 2000 pri založbi Die Bibliothek der Technik; Bd 204. Prevod in priredba z dovoljenjem avtorjev: Miro Peharda, dipl. inž., Maziva + d. o. o., Maribor. Drugi del prispevka sledi v reviji Ventil 15/2009/3 – junij.



bioPLUS – popolna paleta tehnološko vrhunskih maziv, ki so tudi biološko razgradljiva

HIPLUS – popolna paleta nove generacije H1 maziv za prehrabetno, farmacevtsko, in kozmetično industrijo ter proizvodnjo hrane za živali

inPLUS – obsežna paleta maziv za industrijo, celoten katalog na naši spletni strani (v rubriki novice)

PANOLIN®
High Tech Lubricants

PANOLIN – napredna maziva



PANOLIN®
Swiss High-Quality Oil
www.panolin.si

Postopki testiranja tehničnih lastnosti okolju prijaznih maziv in hidravličnih tekočin

1. Suhi TOST

Ta test je prilagojena različica oksidacijskega testa ASTM D 943 (ASTM = American Society for Testing Materials – Ameriško združenje za testiranje materialov). Preizkušano olje je starano z dovajanjem kisika pri temperaturi 95 °C, brez prisotnosti vode. Bakrena in jeklena žica delujeta kot katalizatorja. Rezultat tega testa je čas, v katerem vrednost TAN (Total Acid Number – totalno kislinsko število) preizkušene olja naraste na 2,0 mg KOH/g.

2. Rotary-Bomb-Test (metoda ASTM D 2272)

Ta test je drugačen način merjenja oksidacijske stabilnosti maziv. Poteka tako, da dajo v jekleno posodo določeno količino preizkušane tekočine in dodajo katalizator iz bakra. Potem v posodi ustvarijo tlak 6,25 bar z dovajanjem čistega kisika. Nato posodo potopijo v vročo kopel ($T = 150\text{ °C}$) in vrtijo s hitrostjo $n = 100$ vrtljajev/minuto. Visoka temperatura povzroči raztezanje kisika in tlak naraste na približno 9 bar. Zaradi oksidacije se atomi kisika vežejo na molekule tekočine, kar povzroči zmanjševanje tlaka v posodi. Test se konča, ko tlak pade za 1,75 bar od najvišje vrednosti.

Ta test vsebuje tudi raziskavo termične stabilnosti olja. V posebno posodo nalijejo preizkušano tekočino, potem pa s črpanjem okoliškega zraka v njej vzpostavijo tlak 8 bar. Na koncu vzorec postavijo v peč, kjer ga več kot 168 ur segrevajo na 160 °C ali na 250 °C, odvisno od vrste olja. Po izteku preizkušanja se določi termična stabilnost na podlagi spremembe dveh parametrov, in sicer viskoznosti in nevtralizacijskega števila. Za doseganje rezultatov v krajšem času je dovoljeno zaostri navedene parametre preizkušanja.

3. Test filtrabilnosti (metoda AFNOR NFE 48-690 in AFNOR NFE-691)

Za ta test je potrebno filtrirati določeno količino tekočine pri omejenih pogojih. Priprava je sestavljena iz steklene čaše s prostornino 300 ml (z odprtino na dnu), iz katere skozi filtrirno membrano s porami velikosti 0,8 µm pri tlačni razliki 1,75 bara prečrpavamo preizkušano tekočino v spodnjo posodo. Čase pretoka 50, 100, 200 in 300 ml uporabimo za izračun filtracijskega indeksa FI. Vrednost FI med 1 in 3 izraža enakomerno filtracijo, medtem ko se poslabšanje filtrabilnosti odraža z zvišanjem vrednosti FI nad 3. Test lahko poteka brez dodatka vode (AFNOR NFE 48-690) ali ob dodatku 0,2 % vode (AFNOR NFE 48-691).



FLUIDNA TEHNIKA - AVTOMATIZACIJA - INDUSTRIJSKA OPREMA

INDUSTRIJSKA PNEVMATIKA



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

MERILNA TEHNIKA IN SENZORIKA



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

PROCESNA TEHNIKA



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

LINEARNA TEHNIKA



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

PROFILNA TEHNIKA IN STROJEGRADNJA



konstrukcijski alu profili, delovna oprema, ogrodja strojev

STORITVE



konstrukcija in obdelave na klasičnih in CNC strojih

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

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

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

**Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo – Laboratorij LASIM in
Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo ter
Gospodarska zbornica Slovenije – Združenje kovinske industrije**

najavljajo 6. posvet

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2009 – ASM '09

v sredo, 11. 11. 2009, ob 9. uri
v prostorih GZS, Dimičeva ulica 13, Ljubljana.

Avtomatizacija preoblikovalne linije za velike izdelke

Darko KREVS

Izveček: V tovarni Revoz iz Novega mesta so leta 2005 postavili avtomatizirano linijo stiskalnic za proizvodnjo zelo velikih odpreskov. Linija je zasnovana na najmodernejši tehnologiji in zagotavlja izdelavo do 600 kosov na uro. Njeno krmiljenje temelji na principu posameznih komunikacijskih mrež, ki komunicirajo z dolo enimi sklopi in podslopi. Linija je izredno zanesljiva in u inkovita, njen nadzor pa za upravljavca zelo pregleden in enostaven. To omogo ajo komunikacijske mreže in enostaven prikaz stanja na liniji.

Ključne besede: linija stiskalnic, robot, krmiljenje, komunikacijska mreža, sinopti ni ekran, interbus, fipway, ethernet, safety bus,

■ 1 Uvod

V letu 2005 so v tovarni Revoz iz Novega mesta vključili v proizvodnjo linijo zelo težkih stiskalnic, poimenovano tudi TGSE. Linija omogoča izdelavo zelo velikih odpreskov oziroma karoserijske stranice novega twinga. Z enim naborom orodij je možno naenkrat izdelati tudi po dva odpreska, npr. zunanjo in notranjo oblogo pokrova motorja ali zunanjo ali notranjo oblogo vrat. Linija je popolnoma zaprta, tako da je hrup ob delovanju čim bolj zadušen. Njene posebnosti

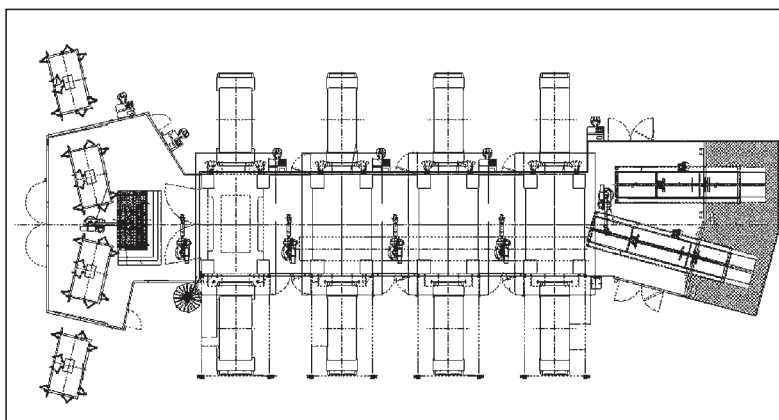
so robustnost in krmiljenje ter izredno velika hitrost delovanja glede na dimenzije odpreskov. Kapaciteta je pri določenih pozicijah tudi 600 kosov na uro. Linija je rezultat znanja strokovnjakov Revoza in centralne tehnologije podjetja Renault ter proizvajalcev opreme Schuler in Kuka.

■ 2 Zgradba linije

Linijo sestavlja pet modulov (*slika 1*):

- Modul za ločevanje pločevine na začetku linije – sestavljajo ga dva vozička za uvoz razrezane

- Prvi modul stiskalnice in robota – sestavljajo ga 2000-tonska mehanska stiskalnica z dvojnim efektom – blazino, izvozni mizi za orodje in robot za odzemanje odpreskov iz stiskalnice in vlaganje v naslednjo stiskalnico (b).
- Dva modula s stiskalnicama in robotoma – sestavljajo ju 1000-tonska mehanska stiskalnica, dve izvozni mizi za orodje in robot (c).
- Izhodni modul – sestavljajo ga 1000-tonska mehanska stiskalnica, dve izvozni mizi za orodje,



Slika 1. Zgradba linije za preoblikovanje pločevine

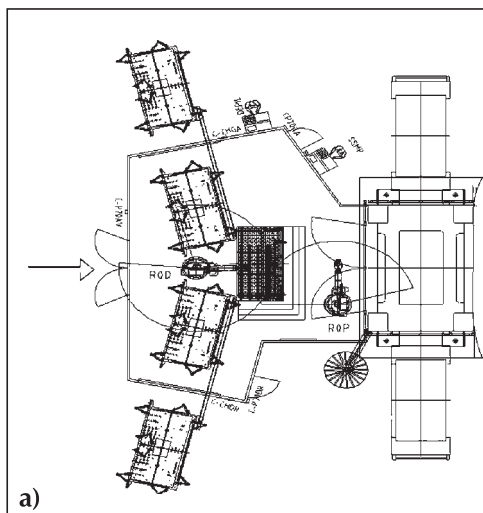
Darko Krevs, dipl. inž., Revoz,
d. d., Novo mesto

pločevine v območje linije, miza za centriranje pločevine in dva robota (a).

robot in dva izhodna transporterja za odlaganje izdelanih odpreskov (d).

2.1 Ločevalnik pločevine

Naloga ločevalnika in dodajalnika pločevine je prijem pločevine, ki je v skladu na paleti, centriranje in vstavev v prvo stiskalnico na liniji (slika 2).



Slika 2. Ločevalnik in dodajalnik pločevine: a – tloris, b – fotografija

Ločevalnik sestavljata dva vozička. Nanju upravljač zunaj linije naloži paletu z narezano pločevino in jo zapelje v območje ločevalnika, ne da bi se linija zaustavila. V proces ločevanja sta vključena dva členkasta robota z vakuumskimi prijemači. Prvi robot prime pločevino, jo loči od pločevine, ki ostane na paleti, in jo poda na centrirno mizo, kjer se centrirajo. Ker je naoljena, bi lahko prvi robot prenesel dve ali celo več pločevin hkrati. To pa pomeni veliko nevarnost za orodje in samo stiskalnico v liniji. Zato je prvi robot opremljen s senzorjem za merjenje debeline pločevine, ki neprestano kontrolira, ali je na prijemu robota res le en kos. Centrirna miza je nagnjena miza z valjčki, po katerih na mero odrežana pločevina (v nadaljevanju: platina) zdrsne v ležišče. Na njej so tudi senzorji, ki kontrolirajo prisotnost in poravnost platine. Naslednji robot vzame centrirano platino in jo vstavi v orodje prve stiskalnice. Robot dobi signal za dodajanje platine od same stiskalnice (glede na položaj njenega orodja) in od naslednjega robota na prvem modulu. Robota sta med seboj usklajena.

2.2 Stiskalnice na liniji

Linijo sestavljajo štiri stiskalnice, ki so dveh tipov. Prva je mehanska s silo 2000 t in z dvojnim delovanjem. Na njej poteka globoki vlek. Stiskalnica ima hidravlično blazino, ki pridržuje pločevino.

2.3 Robotizirana strega

Linija je robotizirana, med posameznimi stiskalnicami so členkasti roboti, ki odvijajo odpreske iz prejšnje stiskalnice in jih dodajajo v naslednjo (slika 3). Roboti so opremljeni s prijemačem za prijemanje odpreskov.

Ostale tri stiskalnice so mehanske s silo 1000 t in so namenjene za obrez, prebijanje, krivljenje in kalibriranje pločevine ter s tem tudi odpreska.

Vse stiskalnice imajo na bočni strani sistem za avtomatično zamenjavo orodij.

skov. Zaradi velikosti odpreskov, ki se izdelujejo na liniji, so prijemači izdelani iz karbona, da so čim lažja. Na vsakem prijemaču so vgrajena vakuumski prijemači in sistem za kontrolo podtlaka. S tem se zagotovi dober in zanesljiv prijem kosov.



Slika 3. Strežni robot s prijemači



Slika 4. Izhodni modul

Robota, ki sta postavljena pred stiskalnico in za njo, med seboj komunicirata preko mreže interbus. Tako se med seboj nadzorujeta in zagotavljata optimalno delovanje linije, s tem pa tudi optimalen prenos odpreskov med posameznimi stiskalnicami. Naslednji robot vseskozi spremlja položaj predhodnega.

2.4 Izhodni modul – transporter

Naloga izhodnega modula – transporterja – je odvoz izdelanih od-

preskov iz območja linije v območja, kjer jih delavci skladiščijo v palete (slika 4).

Pomembna je zagotovitev skladiščenja kosov, ki je usklajena s hitrostjo stiskalnic. Zato sta na izhodu dva transportna trakova, na katera se lahko izmenično odlagata dve različni vrsti odpreskov.

Izhodni modul sestavljajo stiskalnica, robot za odlaganje končanih odpreskov in dva transportna trakova.

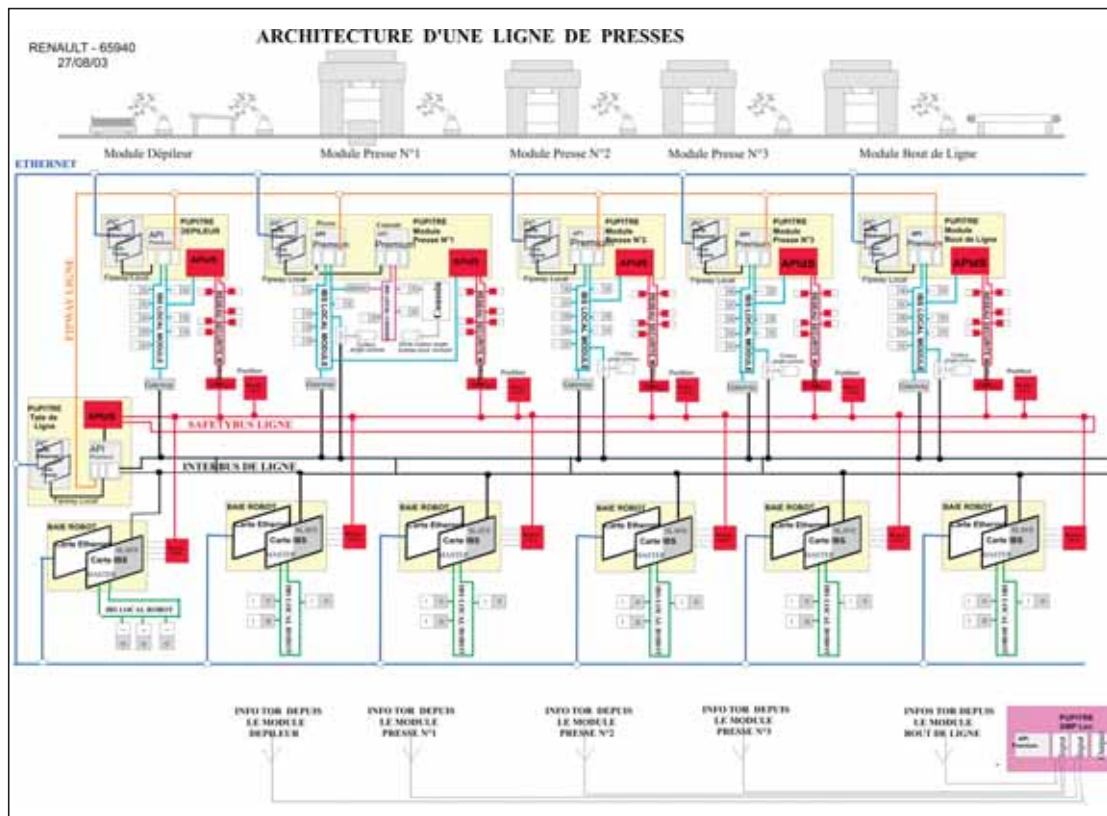
Način odlaganja kosov je pogojen s tem, kakšen odprešek se izdeluje in kakšna je hitrost linije.

3 Krmiljenje linije

Vsi moduli so med seboj povezani preko komunikacijskih mrež. Tako je mogoče z eno zahtevo na centralnem računalniku sprožiti zamenjavo orodij na celotni liniji. Zamenjava enega nabora orodij se izvede prej kot v šestih minutah, kar nam omogoča, da se odpreški ne izdelujejo v večjih za-

logah. S tem se zmanjšajo prostor skladiščenja in stroški proizvodnje.

Vsako stiskalnico oziroma modul na liniji krmili oz. upravlja krmilnik Premium proizvajalca Schneider, varnost, vklop sklopke in zavore na stiskalnici ter tipke za ustavi-
te v sili pa krmilnik proizvajalca PILZ. Da bi bilo krmiljenje kar najenostavnejše in da bi se izognili velikemu številu kablov med posameznimi e-



Slika 5. Prikaz arhitekture komunikacijskih mrež prvih dveh modulov



Slika 6. Krmilni pult in prikazovalnik stanja

lementi na stiskalnici in njeni okolici, smo se odločili za uporabo komunikacijskih mrež.

Na liniji so uporabljene naslednje komunikacijske mreže:

- IBS (interbus) mreža:
 - lokalna IBS mreža posamezne stiskalnice (zaradi motenj, ki nastajajo zaradi velikih elektromagnetnih sevanj, so uporabljena optična vlakna),
 - IBS mreža linije,
 - IBS mreža robotov,
 - IBS mreža modula za ločevanje pločevine.
- FIPWAY mreža:
 - Zagotavlja komunikacijo med centralnim krmilnikom in posameznimi krmilniki na stiskalnicah.
 - Zagotavlja prenos podatkov pri menjavi orodij iz centralnega krmilnika na ostale krmilnike.
- SAFETY BUS mreža (krmilnik PILZ):
 - Lokalna SAFETY BUS-mreža posamezne stiskalnice:
 - Zagotavlja krmiljenje sklopke in zavore posamezne stiskalnice.

- Nadzoruje STOP stikala na posameznih moduli kot tudi na liniji.
- SAFETY BUS mreža linije povezuje robote in stiskalnice ter zagotavlja varen vstop oseba v območje linije (varnostne ključavnice na vratih posameznih modulov).
- ETHERNET mreža:
 - Povezuje vse nadzorne računalnike posameznih modulov in robotov v mrežo.
 - Omogoča shranjevanje oziroma arhiviranje podatkov na liniji (parametri stiskalnic in programi robotov).

■ 4 Sinoptika za uporabnike

Tako kompleksno linijo je težko nadzorovati. Zato je zelo pomembno, da ima pregleden in enostaven sistem za sledenje in nadzorovanje poteka delovanja linije. V ta namen je vsak modul opremljen s pultom za upravljanje (slika 6). Na njem je nadzorni sistem, na katerem je v vsakem trenutku mogoče videti, kaj se dogaja na posamezni stiskalnici, robotu, sklopu

ali podsklopu.

Prikaz delovanja posamezne stiskalnice je izdelan v programskem jeziku PL-7PRO krmilnika PREMIUM in zajema celoten sklop stiskalnice, njene posamezne dele in opozarja ob določenih napakah in napačnih manipulacijah. Nadzorni sistem je vezni člen med strojem, linijo in upravljavcem linije.

■ 5 Zaključek

Nove tehnologije omogočajo ogromen napredek pri gradnji in krmiljenju najzahtevnejših in najkompleksnejših naprav ter proizvodnih linij. Da je mogoče čim bolj izkoristiti visoko tehnologijo linije ali stroja, je zelo pomembno, da te upravljajo visoko izobraženi in zanesljivi ljudje. Zato moramo neprestano skrbeti za izobraževanje in usposabljanje oseb, ki so v neposrednem stiku z napravami na liniji. V tovarni Revoz po svojih najboljših močeh skrbijo za tehnično izobrazbo novih kadrov. Pri tem so še posebej pomembna interna izobraževanja, kjer se znanje pretaka neposredno od tehnologov, vzdrževalcev in specialistov na neposredne uporabnike linije

Automation of a press line for very large pieces

Abstract: In 2005 the Renault Revoz factory in Novo mesto assembled an automated press line for producing very large pieces. The press line is equipped with state-of-the-art technology and ensures the production of up to 600 pieces per hour. Its control system consists of several communication networks, which communicate with different units and sub-units. The production line itself is very accurate and effective, and its control is very transparent and user friendly. Communication networks and easy-to-understand synoptic screens that allow the operator to control the production line enable transparency and simplicity in managing the line.

Keywords: press line, robot, control, communication network, synoptic screen, interbus, fipway, Ethernet, safety bus,

Nove možnosti varčevanja s pnevmatično energijo

Po podatkih ameriške agencije za energijo se le 9 % električne energije, porabljene za generiranje stisnjenega zraka, dejansko pretvarja v mehansko delo. Večina te energije se izgubi zaradi slabega projektiranja in netesnosti pnevmatičnih naprav. Sistemi stisnjenega zraka sicer porabijo okoli 10 % energije v industriji, ki ni poceni, saj je povprečna cena okoli 0,09 USD/kWh.

To je vzrok, da sta se firmi *Norgren Inc.* Littleton Colo. In *Pneu-Logic Corp.*, Portland, Oregon, odločili oblikovati skupni projekt zagotovitve inteligentnega managementa s stisnjenim zrakom ob tekoči analizi obratovalnih parametrov v realnem času ter ustreznem krmiljenju in projektiranju sistemov.

Norgrenov *IQ-program* združuje in analizira trende spreminjanja parametrov v času, tako da postaja sistem sam od sebe »pametnejši«. Težišče programa je zagotavljanje ravnotežja med zahtevano porabo stisnjenega zraka in optimalno učinkovitostjo delovanja kompresorske postaje. Takšen monitoring in krmiljenje zmanjšujeta stroške porabe električne energije in manjših izpadov proizvodnje.

Možnosti velikih prihrankov

Po izjavah predstavnika *Norgren* CEO Jima Manebacha Norgren IQ s kontinuiranim monitoringom in

adaptivnim krmiljenjem zagotavlja pomembno zmanjšanje letnih stroškov za električno energijo v višini več desetisoč, lahko tudi stotisoč dolarjev. Predstavniki Pneu-Logic CEO Ned Dempsey pa je poročal o 40 % prihrankih električne energije na letni ravni.

Tehnologija *IQ4000* je kombinacija ustrezne programske in strojne opreme. Vsebuje ustrezne vmesnike z daljinskim nastavljanjem, s prikazovalniki trenutnih merjenih vrednosti in zapisovalniki zgodovine njihove spremembe.

IQ4000 zagotavlja integralni monitoring toka energije oz. tlaka, toka in temperature stisnjenega zraka. Sistem je prilagojen zahtevam napajanja in optimalni učinkovitosti delovanja kompresorja. Zagotavlja tudi monitoring in krmiljenje poljubne kombinacije različnih tipov (batni, vijačni, centrifugalni ali pd.) in modelov kompresorjev različnih izdelovalcev.

Programska oprema za krmiljenje

Delovanje sistema temelji na računalniškem programu, instaliranem na bliskovnem pomnilniku, ki zagotavlja delovanje v realnem času in omogoča krmiljenje skupine kompresorjev v poljubnem sistemu stisnjenega zraka. Za vsak sistem je

potreben le en program na eni kartici bliskovnega spomina.

Prikazovalni sistem *Pneu-Logic's Pneu View system* služi za *IQ4000* kot programski vmesnik človek-stroj (human machine interface – HMI). Z *Windows XP* ali *Vista* deluje kot »prikazovalnik« za sistemski krmilni program *IQ4000*.

Strojna oprema opravlja nalogo

Osnovo strojne opreme *IQ4000* predstavlja krmilna plošča z vgrajenim računalnikom, ki ima naložen sistemski krmilni program *IQ4000* za stisnjeni zrak na bliskovnem pomnilniku. Na krmilno ploščo so vgrajene tudi vse vhodno-izhodne sestavine za monitoring in krmiljenje kompresorjev.

Na voljo je tudi daljinsko krmiljeni *IQ4000*, ki obsega samo daljinsko krmiljene vhodno-izhodne sestavine za daljinski monitoring in krmiljenje kompresorjev na večji razdalji.

Končno so lahko vgrajene tudi potrebne pnevmatične sestavine Norgren, glede na izkušnje, potrebe in priporočila pa tudi dodatna merilna oprema, kot so tokomeri, različni senzorji idr.

Po H & P 61(2008)11 – str. 48
Anton Stuček

nadaljevanje s strani 157

■ **The 22nd Bath/ASME Symposium on Fluid Power & Motion Control (FPMC 2009) – Bath/ASME simpozij o fluidni tehniki in krmiljenju gibanja**

12.–14. 10. 2009
Hollywood, California, USA

Informacije:

- dr. Nigel Johnston
- tel.: +44(0) 1225 38-6371
- e-pošta: ptmc@bath.ac.uk
- internet: <http://www.bath.ac.uk/pmtc/research/conferences.html>

nadaljevanje na strani 180

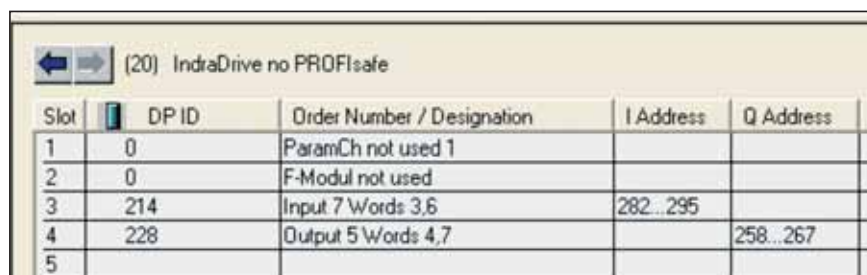
Pozicioniranje s servoregulatorjem IndraDrive

V industrijskih primerih uporabe, kjer se zahtevata natančno pozicioniranje servomotorjev in visoka dinamika, je mogoče uspešno uporabiti servoregulator IndraDrive in krmilnik Simatic S7. Pri tem pa poteka komunikacija med servoregulatorjem in krmilnikom po vodilu ProfiBusDP.

V nadaljevanju je podan potek programiranja za izbran primer.

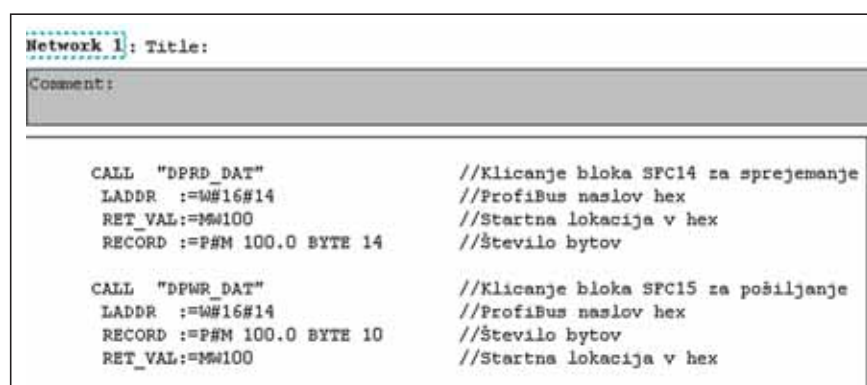
Konfiguracija krmilnika Simatic S7

Da bo omogočena komunikacija med servoregulatorjem in krmilnikom, je potrebno nastaviti število podatkov, ki se bodo prenašali preko vodila ProfiBusDP. Kateri parametri se bodo prenašali med krmilnikom



Slot	DP ID	Order Number / Designation	I Address	Q Address
1	0	ParamCh not used 1		
2	0	F-Modul not used		
3	214	Input 7 Words 3,6	282...295	
4	228	Output 5 Words 4,7		258...267
5				

Slika 1. Konfiguracija krmilnika



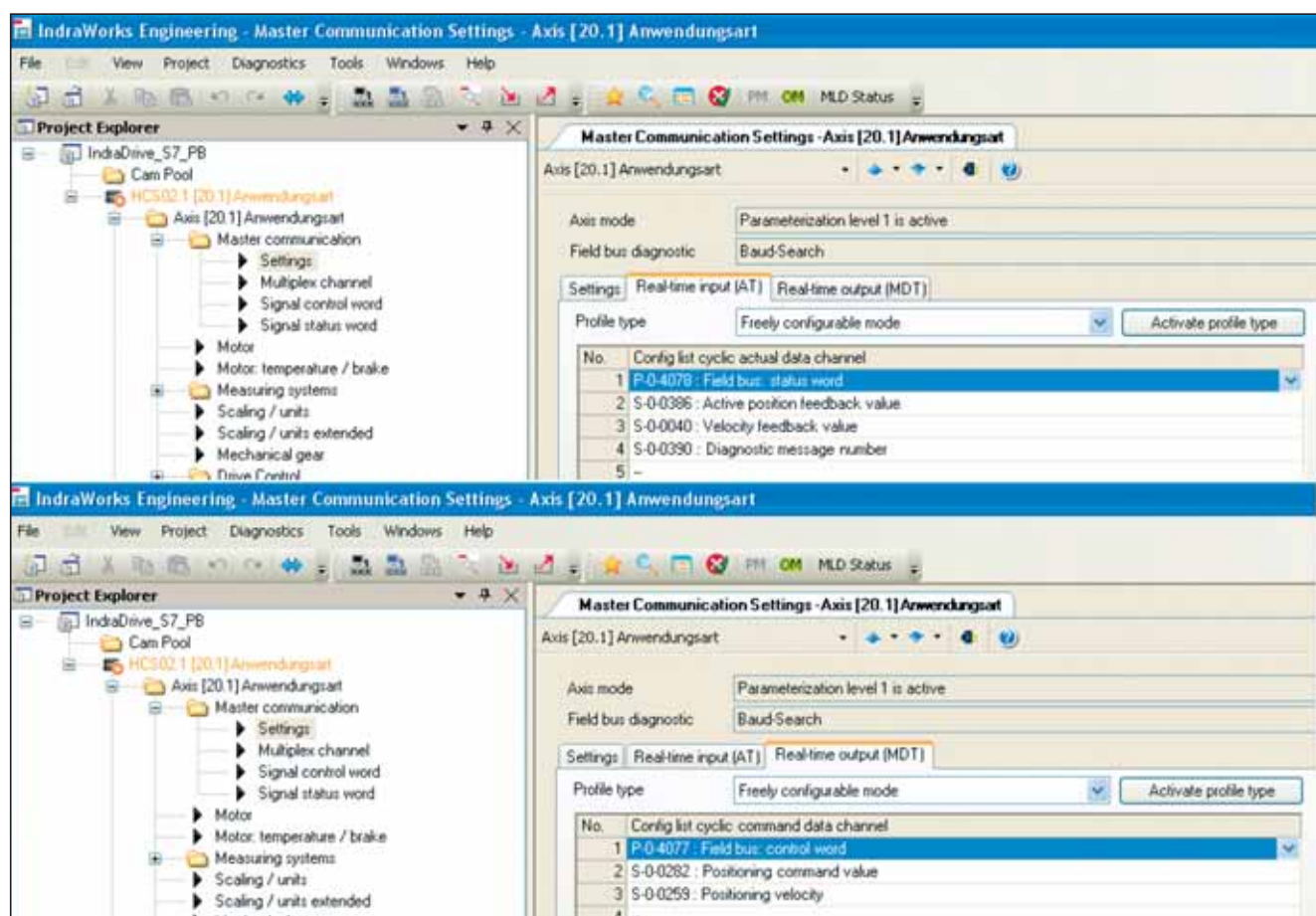
```

Network 1: Title:
Comment:

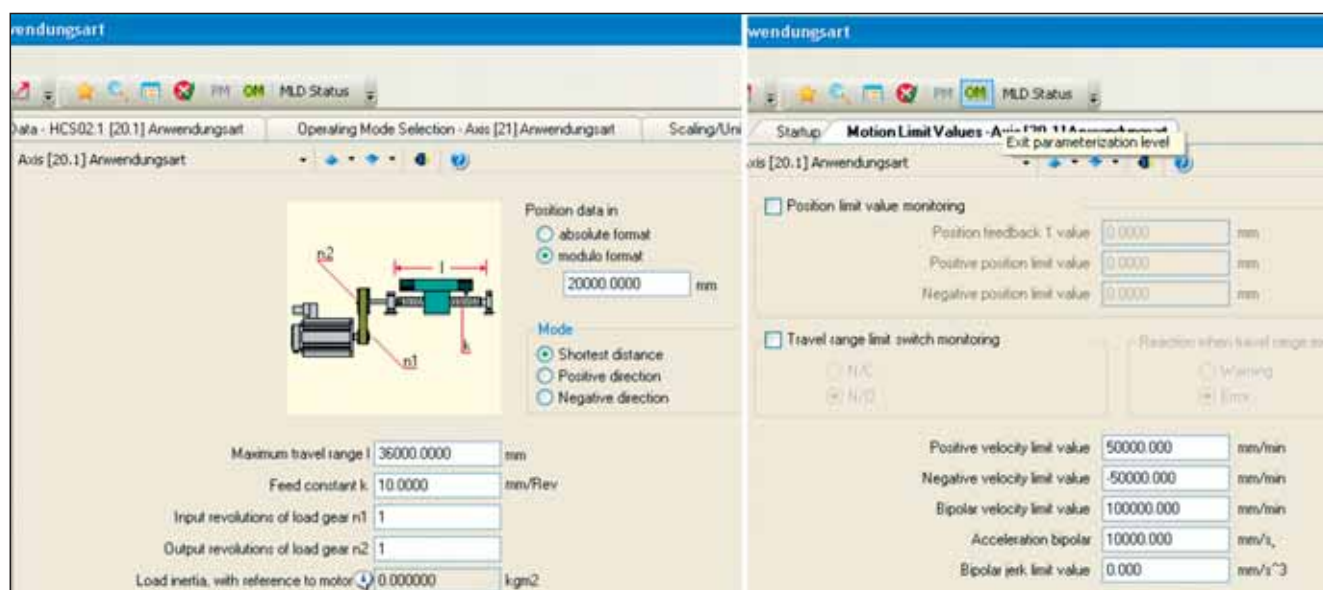
CALL "DPWR_DAT"           //Klicanje bloka SFC14 za sprejemanje
LADDR :=W#16#14           //ProfiBus naslov hex
RET_VAL:=MM100             //Startna lokacija v hex
RECORD :=P#M 100.0 BYTE 14 //Število bytov

CALL "DPWR_DAT"           //Klicanje bloka SFC15 za pošiljanje
LADDR :=W#16#14           //ProfiBus naslov hex
RECORD :=P#M 100.0 BYTE 10 //Število bytov
RET_VAL:=MM100             //Startna lokacija v hex
  
```

Slika 2. Simatic ST program



Slika 3. Nastavitev komunikacije



Slika 4. Nastavitev mehanskih parametrov in omejitev

in servoregulatorjem, pa je odvisno od primera uporabe.

Za osvetlitev poteka nastavitve so izbrani naslednji krmilni parametri za servoregulator.

Izbrani parametri stanja:

- P-0-4078 Fieldbus: status word (vodilo, statusna beseda),
- S-0-0386 Active position feedback value (aktivna povratna vrednost pozicije),
- S-0-0040 Velocity feedback value (povratna vrednost hitrosti),
- S-0-0390 Diagnostic message number (številka sporočila).

Skupna dolžina statusnih parametrov je 7 besed (word), zato izberemo iz knjižnice »Input 7 words«:

- P-0-4077 Fieldbus: control word (vodilo, krmilna beseda),
- S-0-0282 Positioning command value (ukazne vrednosti za gibanje),
- S-0-0259 Positioning velocity (vrednosti za hitrosti gibanja).

Skupna dolžina krmilnih parametrov je 5 besed (word), zato izberemo iz knjižnice »Output 5 words«.

Servoregulator zahteva, da mora biti konfiguracija narejena v določeni strukturi, kar je razvidno s slike 1. To strukturo sestavimo iz knjižnice, ki je v GSD-datoteki RX010107.GSD.

S tem je strojna konfiguracija narejena. Da pa bo krmilnik komuniciral s servoregulatorjem, je potreben še naslednji program s slike 2, ki ga je potrebno ciklično klicati.

Konfiguracija servoregulatorja IndraDrive

Najprej je potrebno nastaviti, katere parametre bo regulator sprejemal in katere oddajal. To nastavimo v programu IndraWorks Engineering v oknu, ki ga prikazuje slika 3.

Komunikacija bi sedaj morala delovati. Nastaviti je potrebno le še način delovanja in hitrostne omejitve. V tej aplikaciji je način delovanja linearen v modulo formatu 20.000 mm, kar

pomeni da se motor lahko giblje v poziciji od 0 mm do 20.000 mm. Hitrostna omejitev pa je 50.000 mm/min., kar prikazuje slika 4.

To je kratek opis nastavitve, ki so potrebne za delovanje komunikacije med servoregulatorjem IndraDrive in Simatic S7. Če bi želeli preko vodila ProfiBus prenašati dodatne parametre, je potrebno prilagoditi dolžino besed v konfiguraciji krmilnika (slika1) in te parametre tudi vpisati v regulator (slika 3).

Vir: DOMEL, d. d., Otoki 21, 4228 Železniki, tel.: 04 51 17 358, faks: 01 51 17 357, e-mail: matjaz.solar@domel.si, internet: www.domel.com, g. Matjaž Šolar



DOMEL®
Ustvarjamo gibanje

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

Servo pogoni



Rexroth
Bosch Group

Roboti Stäubli



STÄUBLI
ROBOTICS
MAN AND MACHINE
www.staebli.com

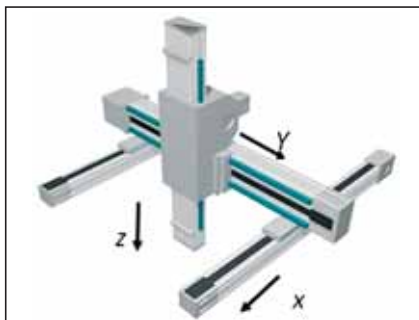
Phytron koračni motorji



phytron®
customized solutions
in motion

Uporaba linearnih modulov v industrijski avtomatizaciji

Podjetje *Hypex, d. o. o.*, Lesce, je v svoj prodajno-proizvodni program vključilo tudi linearne enote z motornim pogonom. Uporaba linearnih enot je dandanes v industriji zelo razširjena in skoraj nepogrešljiva. Zmanjševanje stroškov in izboljšava tehničnih zahtev avtomatizacije sta pripeljala do razvoja različnih vrst linearnih kompaktnih enot. Linearne moduli so pridobitev že v fazi konstruiranja. Njihova kompaktna izvedba z integriranimi elementi nadomešča vse tisto, kar se je pred nedavnim risalo, računalno posamično po segmentih in kasneje tudi sestavljalo.

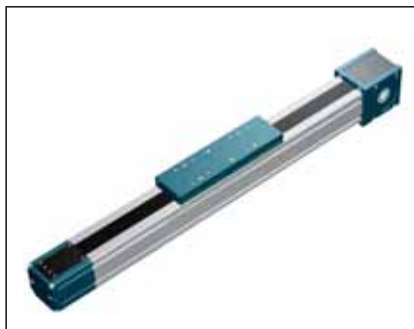


Slika 1. 3-osni XYZ-sistem

Linearne enote omogočajo enostavno vgradnjo, avtomatizacijo in sinhronizacijo linearnega gibanja z veliko natančnostjo pozicioniranja v različnih koordinatnih smereh istočasno in neodvisno drugo od drugega. Kompaktna izvedba profilov iz aluminija zagotavlja dobro togost modulov, ki preko vgrajenih preciznih linearnih ravnih vodil z jermenskim prenosom ali preko krogličnega navojnega vretena dovoljujejo visoke obremenitve, zagotavljajo natančno vodenje in pozicioniranje, velike hitrosti ter pospeške, majhno trenje ter dolgo življenjsko dobo brez vzdrževanja.

Linearne moduli so na voljo v različnih izvedbah, velikostih in dolžinah. Uporabnik ima možnost izbire tehnično in vizualno najbolj primerne sistema glede na:

- zahtevane obremenitve in hitrosti,
- dolžine do 12 m, tako da z dol-



Slika 2. Linearni modul ELM z zobatim jermenom in zaščitnim trakom

žino premikanja bremena praktično nismo omejeni.

Z zobatim jermenskim prenosom so na voljo enote tako za horizontalno kot vertikalno gibanje v 3-osnem kartezičnem sistemu (*slika 1*). V ta namen služi t. i. z-os, katere prednost je, da je pogonski del pritrjen direktno na sredinski voziček in služi kot fiksni del enote. Enote z jermenskim prenosom s svojo fleksibilnostjo omogočajo optimalno cenovno izbiro. Izbirate lahko med enotami odprtega tipa za nezahtevne aplikacije v čistem okolju ali med enotami z zaščitnim trakom, ki varuje vgrajene elemente v notranjosti linearnega modula pred prahom, umazanijo in drugimi delci (*slika 2 in 3*).

Medtem ko jermenski prenos pri linearnih moduli skrbi za gibanje in pozicioniranje v razredu ponovljivosti $\pm 0,1$ mm, zagotavlja pogon preko krogličnega navojnega vretena pri linearnih moduli velike linearne pomike ter večjo natančnost pozicioniranja.

Podjetje *Hypex, d. o. o.*, iz Lesc je že vrsto let prisotno na področju avtomatizacije tako na domačem



Slika 3. Vertikalna enota (z-os) z zobatim jermenom

kot na tujih trgih. Letos smo ponudbo razširili z izdelavo in prodajo standardnih kakor tudi različnih posebnih izvedb linearnih modulov z motornim pogonom. Za natančnejše in obširnejše informacije vas vabimo, da obiščete našo internetno stran www.hypex.si ali nas pokličete.



Slika 4. Linearni modul s krogličnim navojnim vretenom

Vir: *Hypex, d. o. o.*, Alpska cesta 43, 4248 Lesce, tel.: 04 531 87 00, faks: 04 531 87 40, info@hypex.si, www.hypex.si, g. Peter Grilc

Krmilnik gibanja MR-MQ100 za stroškovno učinkovito aplikacijo

Mitsubishi Electric je dopolnil družino servoproduktov z novim produktom, ki je bil razvit zato, da postavi višji standard v 1,5-osni regulaciji in omogoči krmiljenje prve osi v soodvisnosti z gibanjem druge osi preko priključenega enkoderja. Takšen način prinaša velik finančni prihranek, saj v primeru manjših aplikacij lahko nudimo popolno rešitev brez dodatne krmilne opreme.

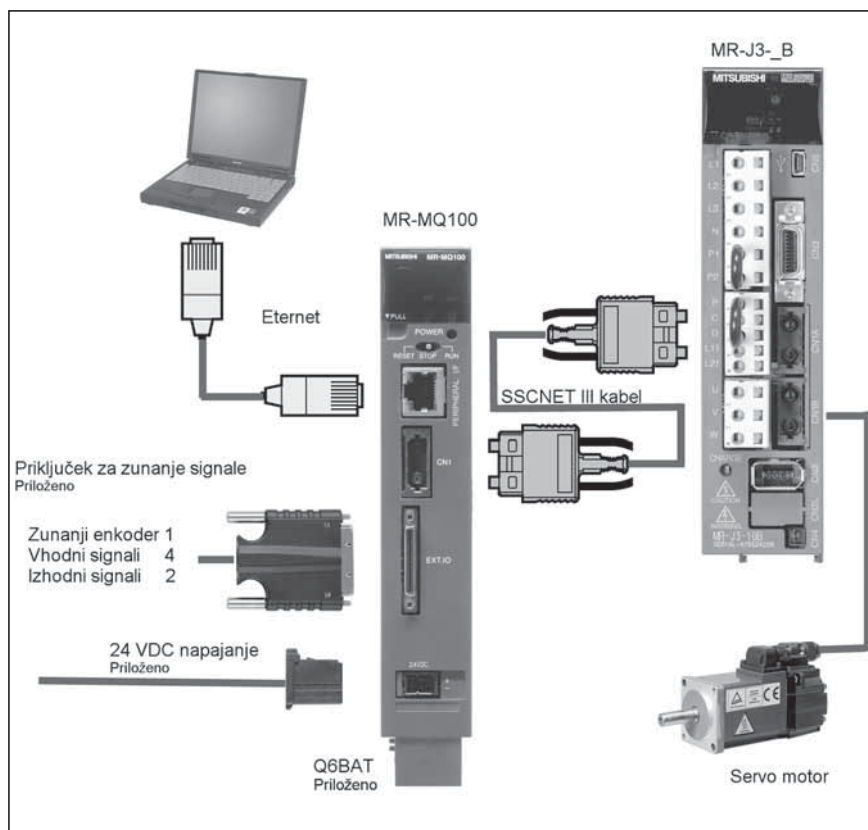
V kombinaciji s tehničnimi prednostmi, ki jih prinaša optično vodilo SSCNETIII, in zmogljivostjo servo-ojačevalnika MR-J3 lahko izdelovalci strojev ponudijo višjo zmogljivostno raven pri aplikacijah, kot so leteče žage, rotacijski rezalniki, etiketiranje in podobno.

Priključitev krmilnika gibanja MR-MQ100 na servo-ojačevalnik MR-J3 preko vodila SSCNETIII, ki je namenjeno za krmiljenje gibanja, je enostavna in deluje po principu "Poveži in zaženi". S programskim orodjem MT Developer lahko hitro in enostavno postavite strojni sistem na podlagi grafičnega modela s postopkom dodajanja virtualnih sklopov, prestav in ostalih strojnih gradnikov. Ostale naprave, kot je posluževalni panel, se lahko priključijo preko povezave Ethernet. Krmilnik gibanja MR-MQ100 omogoča priklop A/B-faznega enkoderja do zmogljivosti 4 Mpps, štiri hitre digitalne vhode, dva digitalna izhoda in pozicioniranje od točke do točke. Delovni cikel traja le 0,44 ms. V notranji spomin se lahko shrani do 256 profilov CAM.

Primeri uporabe

Transporterji

Pogosto se produkti dodajo na transportni trak v različnih časovnih presledkih, kar v kasnejšem postopku pakiranja ni zaželeno. Za izvedbo kakovostnega pakiranja morajo biti produkti pred pakiranjem pravilno pozicionirani. Predstavljeni servosistem omogoča regulacijo razmika med sosednjima produktoma na

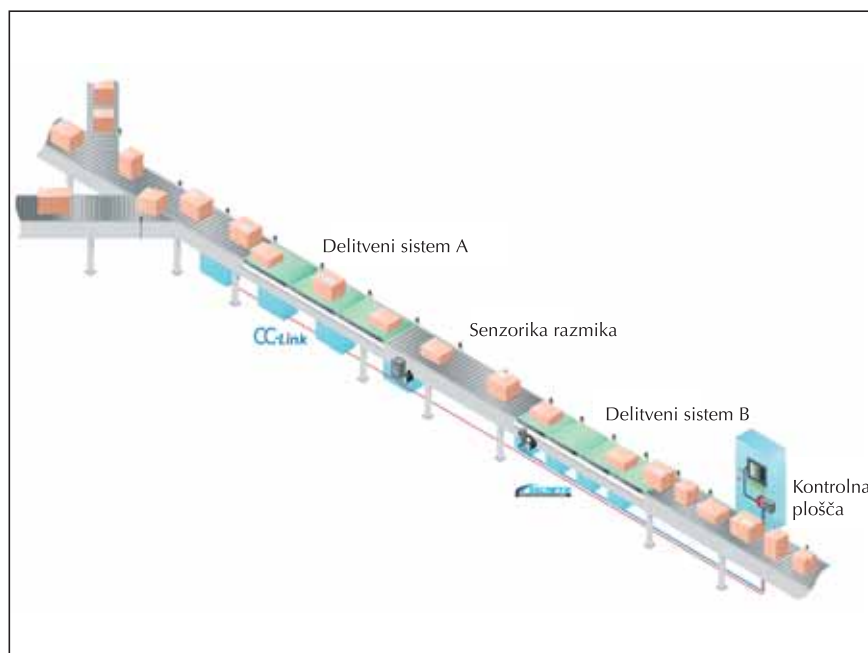


Konfiguracija celotnega sistema za sinhronizacijo dveh osi

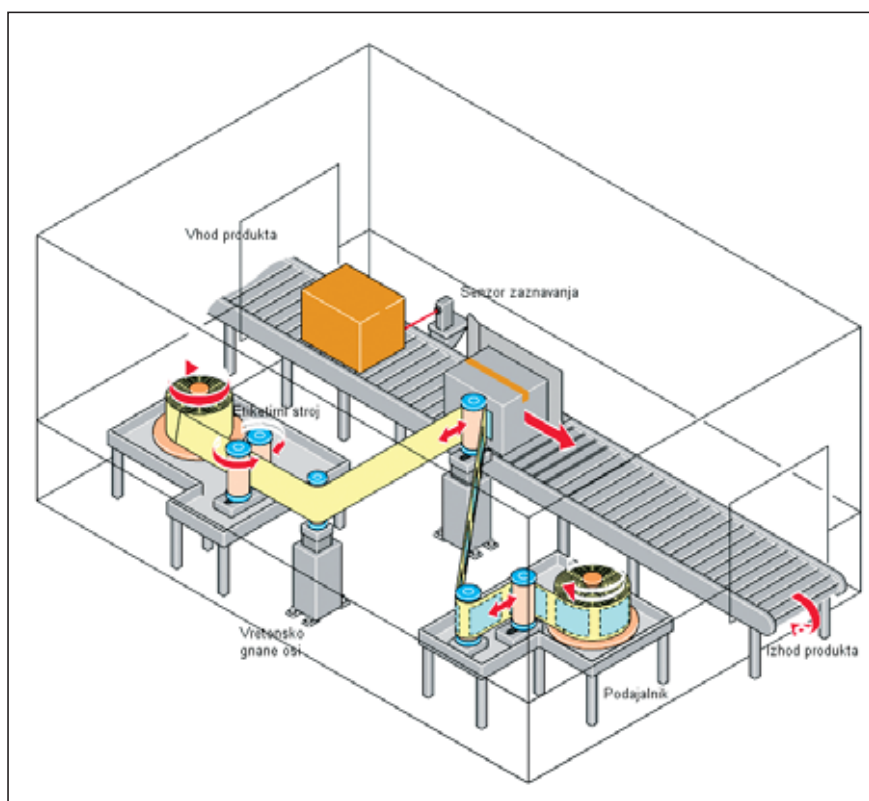
transportnem traku s spreminjanjem hitrosti, kar zagotovi odlično ponovljivost razmika med sosednjima produktoma.

Etiketiranje

Valjčna proga dodaja etikete skozi etiketirno glavo. Produkt, ki se približuje etiketirni glavi, sproži



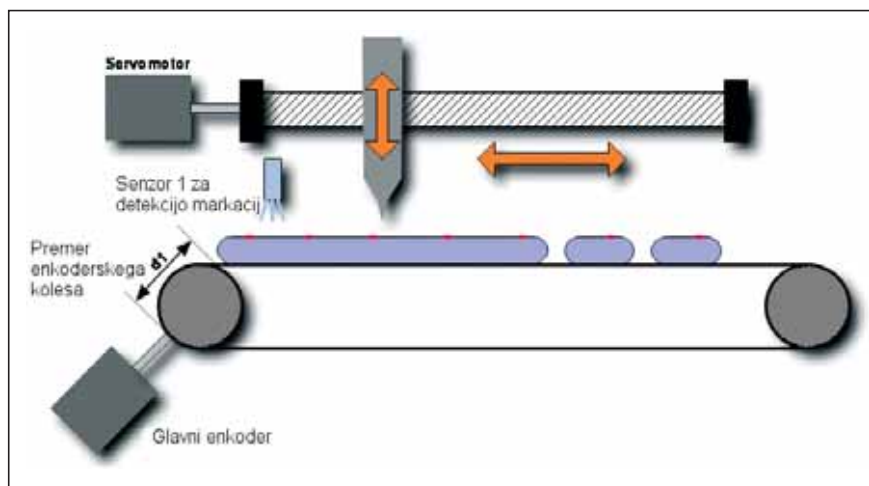
Transporter z delitvenim sistemom



Sinhronizacija etiketirnega stroja z transporterjem

senzor, ki vključi profil. Predhodno definiran profil povzroči, da se etiketa povleče čez etiketirno glavo in namesti na produkt. Na voljo je tudi kompenzacija pri spremembah hitrosti transportnega traku in različnih variantah pri pakiranju produkta.

Aplikacija je multiplikativna, saj se lahko namesto odreza opravlja tudi vrtnanje, varjenje, potisk in podobno.



Leteče škarje

Leteče škarje

Za oskrbo z materialom se proizvodni trak ne zaustavi. Če so škarje sinhronizirane s proizvodnim trakom, lahko poteka odrez.

Vir: INEA, d. o. o., Stegne 11, 1000 Ljubljana, Slovenija Telefon: 01/513 8130, 513 8100, faks: 01/513 8170, <http://www.inea.si>, Tone Accetto, e-mail: anton.accetto@inea.si



VSE ZA HIDRAVLIKO IN PNEVMATIKO





ODGONI ZA KAMIONE







LE-TEHNIKA d.o.o.
 Sučeva 27, KRANJ
 tel.: 04 20 20 200, 041 660 454
 faks: 04 204 21 22

NOVO MESTO tel.: 041 785 798
MARIBOR tel.: 02 300 64 70
 041 774 688

<http://www.le-tehnika.si>
 e-mail: hydraulic@le-tehnika.si

Nadzor tlaka v hidravliki, pnevmatiki in plinovodih

Sprememba tlaka različnih medijev, tekočih ali plinastih, lahko na strojih in strojni opremi povzroči veliko škodo. Pred njo stroje zavarujemo s tlačnimi stikali, ki pri povečanju ali zmanjšanju nastavljenega tlaka oddajo električni signal. Ta sproži potrebno ukrepanje na krmilnem sistemu naprave. Na primer: izklop črpalke, če pade tlak v dovodu pod zahtevani tlak ali če se čezmerno dvigne tlak v odvodu.

Tlačna stikala so uporabna za tekočine, pline in vakuum. Njegova zgradba je prilagojena vrsti medija in njegovim lastnostim. Isto velja za področje merjenja, ki sega od 0 do 400 oziroma največ 1000 barov statičnega tlaka. Dinamični tlak mora biti za 30 do 50 % nižji. Mehanični del stikala je izveden z membrano ali batom, na katerega deluje tlak medija. Električni del pa je izdelan kot NO, NC ali menjalno stikalo.

NO (normalno odprt tokokrog): ko se tlak dvigne čez dovoljeno višino, se tokokrog sklene. Skozi stikalo steče tok.

NC (normalno zaprt tokokrog): tok teče pri dovoljenem tlaku. Ko se tlak dvigne, je tokokrog prekinjen.



Konfekcionirana tlačna stikala različnih izvedb

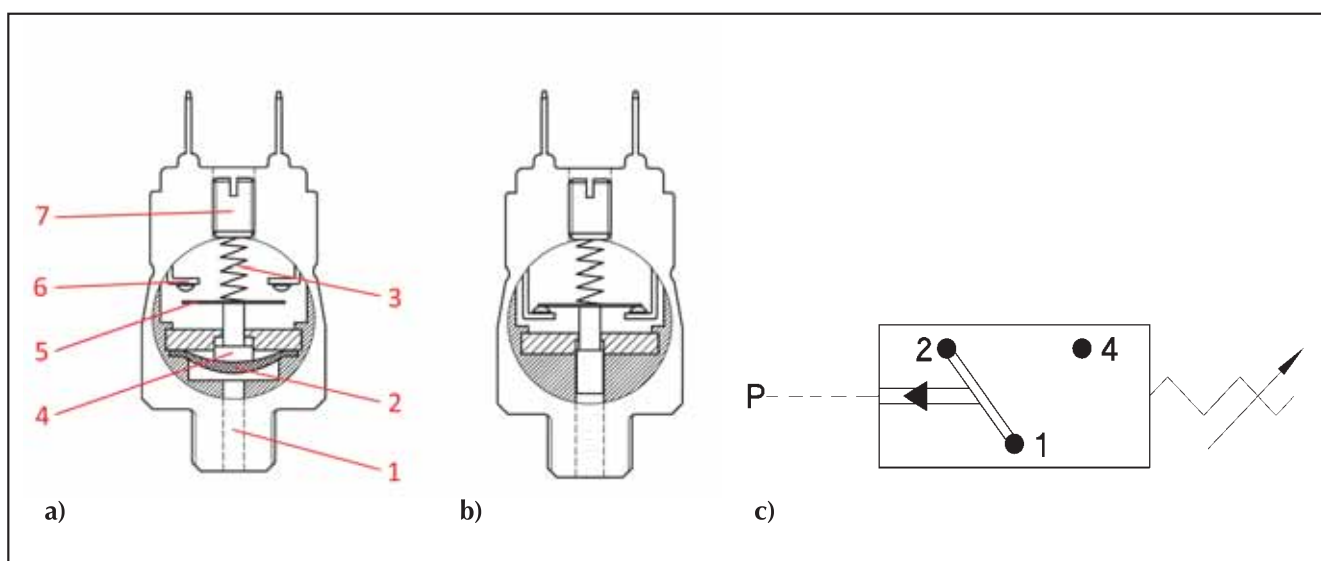
Menjalno tlačno stikalo ima vgrajeno primerno mikrostikalo, s katerim sta v enem okrovu združeni obe funkciji – odpiranje in zapiranje tokokroga.

Za izbiro tlačnega stikala moramo poznati:

- **zahtevani tlak** izklopa oziroma vklopa. Do 50 oz. 100 barov se običajno uporabljajo membranska stikala. Za višje tlake pa batna;
- **električni priključek** je lahko 24 V/50 mA; 42 V/2 A ali 250 V/4 A, v obliki natičnega ali vijačnega priključka. Kontakti stikala za 24

V so pozlačeni, za ostale posrebreni;

- **funkcijo** stikala: NO, NC ali menjalno;
- **vrsto medija**: hidravlične tekočine ali olja, bencin, kurilno ali strojno olje, acetilen, vodik, kisik, zrak, voda itn. Za pline so primerna membranska stikala;
- **točnost vklopa** in izklopa. Med tlakom vklopa in izklopa je tlačna razlika – toleranca – imenovana histereza. Fiksna histereza izhaja iz konstrukcijske izvedbe stikala. Pri nastavljenih tlačnih stikalih pa



Membransko stikalo (a) – 1 – dotok medija (okrov: jeklo, medenina, inox), 2 – membrana (NBR, EPDM, FKM), 3 – vzmet, 4 – tlačni bat, 5 – kontaktna plošča, 6 – električni kontakt, 7 – nastavitveni vijak; batno stikalo (b), simbol (c)

se lahko nastavi glede na pripadajočo točko preklapljanja. Območje nastavitve je 10–30 %. Pri nastavljanju je pomembno, kako se nastavni točki približujemo (od spodaj ali od zgoraj), kar pomeni, ali nadziramo naraščajoči ali pojemajoči tlak;

- **frekvenca** vklopljanja, ki podaja možno število vklopov in izklopov na minuto. Imenska frekvenca je za vsa stikala 200/min. Pri določenih izvedbah pa je lahko tudi znatno večja;
- **zaščito**, ki je pri vseh stikalih, razen pri transmiterju, IP65.

Poleg že omenjenih izvedb, membranskih, batnih in menjalnih stikal, se za določene namene uporabljajo še elektronska, atex in vakuumsko tlačna stikala.

Elektronska tlačna stikala dosegajo veliko točnost (0,5 %). Histereza, ki jo nastavi uporabnik ali dobavitelj, je lahko zelo majhna ali zelo velika

(2 do 95 % ali 1 do 99 %). Nastavitev je lahko mehanična z vijačnikom ali elektronska preko vgrajene tipkovnice. Izvedba je NO/NC. Električni izhodi: dva tranzistorska (vsak 1,4 A/PNP in en analogni 4–20 mA).

Tlačni prenosnik – elektronski (transmiter) nima tesnil, zato dosega visoko tesnost in je zelo primeren za pline, ki jih je težko tesniti. Za hidravliko je primeren zaradi visoke varnosti nadtlaka (do 1500 bar). Izhodni električni signali so tokovni (4–20 mA) ali napetostni (0–10 V). Zaščita je IP67.

ATEX – proti eksploziji zaščiteni stikala so za zanesljivo delovanje opremljena z mikrostikalom. Pri izbiri je treba upoštevati vnetljivost snovi v delovnem okolju – plini in pare ali prah. Pozor: za rudarstvo (metanski prah) niso uporabna.

Električni priključki: AC ali DC 0,25 do 2 A/250 V, odvisno od vrste tlačnega stikala.

Vakuumsko tlačno stikalo je lahko v izvedbi NO, NC ali menjalno z mikrostikalom. NO ali NC je nastavljen od 200 do 1000 mbar $\pm$ 100. Menjalno stikalo je nastavljivo od 100 do 1000 mbar. Histereza ni nastavljiva in znaša ok. 50 do 100 mbar.

Določena tlačna stikala se dobavljajo tudi v konfekcionirani izvedbi z vsemi v industriji običajnimi priključki in kabli v poljubni dolžini. Tako je mogoče naročiti tudi oblike zaščite, ki presegajo IP 65. Posebno pri vozilih, mobilni hidravliki in podobnih uporabah se zahteva zaščita IP 67 ali IP 6K9K.

Izdelovalca tlačnih stikal SUCO v Sloveniji zastopa podjetje INOTEH.

Vir: INOTEH, d. o. o., K železnici 7, 2345 Bistrica ob Dravi, tel.: 02 6730 134, faks: 02 665 2081, e-mail sk@inoteh.si, Srečko Klemenc in Markus Krištof

HIIB, Kranj, d.o.o.

Savska c. 22, 4000 Kranj, Slovenija, tel./N.C.: 04/280 2300, fax: 04/280 2321
http://www.hib.si, E-mail: info@hib.si

PROIZVODNI PROGRAM:

- Visokotlačne hidravlične cevi
- Industrijske cevi
- Priključki za hidravlične in industrijske cevi
- Hitre spojke za hidravliko in pnevmatiko
- Komponente za hidravliko
- Komponente za pnevmatiko
- Transportni trakovi
- Klinasti jermeni
- Tehnična guma



Zastopamo: SEMPERIT (Avstrija), HABASIT (Švica)
SALAMI (Italija), DNP (Italija), ZEC (Italija), MERLETT (Italija)
AEROQUIP (Nemčija), NORRES (Nemčija), LUDECKE (Nemčija)

Poslovne enote:

HIIB LJUBLJANA, Središka ul. 4, 1000 Ljubljana,
tel.: 01/542 70 60, fax: 01/542 70 65

HIIB CELJE, Lava 7a, 3000 Celje,
tel.: 03/545 30 59, fax: 03/545 32 00

HIIB PTUJ, Rajšpova ul. 16, 2250 Ptuj,
tel.: 02/776 50 71, fax: 02/776 50 70

HIIB MARIBOR, HPS d.o.o., Ob nasipu 36,
2342 Ruše, tel.: 02/668 85 36, fax: 02/668 85 37

HIIB SLOVENJ GRADEC, Kov. galant. ŠTRUC, Pod bregom 4,
2380 Sl. Gradec, tel.: 02/883 86 90, fax: 02/883 86 91

HIIB BREŽICE, Sečen Ivan s.p., Samova ul. 8, 8250 Brežice,
tel.: 07/496 66 50, fax: 07/496 66 52

HIIB KOČEVJE, Protos d.o.o., Reška cesta 13, 1330 Kočevje,
tel./fax: 01/895 49 12

HIIB SEMIČ, Kovinostrojarstvo Martin Radoš, Cerovec 3,
8333 Semič, tel.: 07/306 33 20

Multiplikatorji momenta

Vijačna zveza je osnovna strojniška razstavljiva zveza. V strojegradnji se najpogosteje uporabljajo prednapete vijačne zveze. Za doseganje kakovosti zvez in preprečevanje odvrtitij je treba vijake priviti z določenim momentom, da se zagotovi dovolj veliko trenje med glavo vijaka in podlago.

S klasičnimi ročnimi momentnimi ključi je mogoče doseči momente do 3000 Nm. Rokovanje s ključem mase 24 kg in dolžine 2,5 m je zelo nerodno in nevarno. Ker je pri tako velikih momentih točnost zategovanja odvisna predvsem od delavca, njegove zbranosti in pravilne priprave na delo (nevarnost pretegnitve vijaka), se momentni ključi nadomeščajo s privijalniki, ki imajo vgrajen multiplikator momenta.



Ročni multiplikator

Multiplikator momenta je reduktor s planetnim ozobjem in prestavnim razmerjem od 1 : 5, 1 : 15, 1 : 125 ali več, odvisno od delovnega območja in pogona. Izvor momenta je lahko ročen z momentnim ključem ali z električnim oziroma pnevmatičnim motorjem.

Mehanski multiplikatorji z ročnim pogonom nemškega proizvajalca **GE-**

DORE-Rahsol dosegajo ob točnosti $\pm 4\%$ momente do 100.000 Nm.

Prednost motornega pogona multiplikatorja je zvezno in linearno naraščanje momenta brez sunkov, kar pri velikih momentih omogoča večjo točnost in varnost pri delu.

Do zdaj so se za pogon multiplikatorjev poleg ročnih momentnih ključev najpogosteje uporabljali pnevmatski motorji, ki zaradi lastnosti stisnjenega zraka omogočajo nežno podajanje vrtilnega momenta in s tem ščitijo ozobje planetnega gonila pred sunki.



Pnevmatski multiplikator

Nastavitev momenta pri tej izvedbi je izvedena z regulatorjem tlaka zraka. Nekateri modeli multiplikatorjev GEDORE-Rahsol s pnevmatskim motorjem lahko dosegajo momente do 47.000 Nm. Zaradi točnosti, daljše življenjske dobe in zaščite pred obrabo je potrebno posvetiti posebno pozornost pripravi stisnjenega zraka, ki mora imeti stalen enakomeren tok in tlak ter biti primerno suh in naoljen.

Nemško podjetje **Loesomat**, ki je član skupine GEDORE, je pred kratkim predstavilo multiplikatorje momenta z električnim pogonom, elektronsko regulacijo momenta ter omrežnim oziroma baterijskim napajanjem. Elektronsko merjenje in regulacija toka in napetosti na motorju omo-

gočajo točno nastavitvev in veliko ponovljivost izhodnega momenta. Elektronika po doseženem nastavljenem momentu izklopi pogon in samodejno razbremeni reakcijsko ročico, kar delo poenostavi. Vrtljivo telo multiplikatorja omogoča delo na težko dostopnih mestih. Multiplikatorji z električnim pogonom dosegajo momente do 13.000 Nm ob 3-odstotnem odstopanju.

Za še večjo avtonomnost pri delu na terenu so razvili multiplikatorje z električnim pogonom in baterijskim napajanjem. Zalogo energije zagotavljajo LiION-ske baterije, ki imajo veliko prednosti v primerjavi z do sedaj najpogosteje uporabljanimi NiCd-baterijami. So »zelen«, brez težkih kovin, temperaturno obstojne, z zanemarljivim samopraznjenjem, brez spominskega efekta in zanesljivejši zaradi kombinirane vzporedno/zaporedne električne vezave členov. Elektronika v primeru izpraznjene ali poškodovane baterije samodejno prekine postopek privijanja. Multiplikatorji z baterijskim napajanjem dosegajo momente do 9000 Nm ob točnosti do 3 %.

Poleg standardnih ravnih in krivih izvedb multiplikatorjev so v podjetju GEDORE-Loesomat razvili tudi posebne izvedbe. Ti multiplikatorji so namenjeni za:

- vijačenje stolpov pri žerjavih Liebherr, vijačne zveze HC+EC,
- vijačne zveze kovinskih konstrukcij M12-M36 HT10.2,
- vijačenje vreten zasunov in ventilov v plinovodih, v vodovodih z merjenjem števila vrtljajev



Primer privijanja ventila

Vsak multiplikator je opremljen s certifikatom po DIN EN ISO 9001:2000, ki omogoča popolno sledljivost.

Vse te prednosti omogočajo uporabo multiplikatorjev na težko dostopnih mestih (toplotni izmenjevalniki), oddaljenih območjih brez energijskih virov (plinovodi, naftovodi)

in v ekstremnih vremenskih razmerah (žičnice, gradbišča). Kot uporabnik si lahko z baterijskimi multiplikatorji zmanjšate stroške dela, odsotnost zaradi poškodb in povečate kvaliteto svojih izdelkov in storitev, kar v časih, v katerih smo, lahko pomeni ključno prednost pred konkurenco.

Vir: NRG trgovina in zastopanje, d. o. o., Tehnološki park 19, 1000 Ljubljana, tel.: +386 1 620 46 70, fax.: +386 1 620 46 79, e-mail: andrej.drobez@nrg.si, internet: www.nrg.si

SERVO VENTILI, PROPORCIONALNI VENTILI IN RADIALNO-BATNE ČRPALKE

MOOG

Zakaj radialno-batne visokotlačne črpalke MOOG?

- preverjena kvaliteta še nedavno pod "BOSCH-evo" prodajno znamko,
- robustna izvedba in visoka obrabna odpornost omogočata dolgo življenjsko dobo črpalk,
- primerna za črpanje tudi specialnih medijev olje-voda, voda-glikol, sintetični ester, obdelovalne emulzije, izocianat, poliol, ter seveda za mineralna, 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 železnarh in lesni industriji, v letalih in napravah za simulacijo vožnje.

ZASTOPA IN PRODAJA
ppt commerce d.o.o.
 Pavličeva 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 ...





INTRONIKA

Mednarodni strokovni sejem za profesionalno elektroniko

International Trade Fair for professional electronic

07.-09. 10. 2009
CELJE - SLOVENIA

www.intronika.si, e-mail: intronika@icm.si



icm
 PASSION FOR PERFECTION

Nov ABB-jev industrijski robot IRB 4600

Robot IRB 4600 postavlja nove standarde za industrijske robote. Namenjen je stregi livarskih strojev, stiskalnic, obsekovalnikov, strojev za brizganje plastike, varjenju, zlaganju, paletiranju, prelaganju bremen s prijema...

Glavne značilnosti:

- nosilnost do 60 kg,
- doseg do 2,55 m,
- doseg do 1,73 m pod bazo robota,
- možnost giba nazaj,



- kompaktna zasnova,
- majhna masa manipulatorja (435 kg),
- izjemna hitrost in ponovljivost poti, ki jo omogočata funkciji TrueMove & QuickMove druge generacije,
- do 25 % krajši cikel v primerjavi z IRB 4400,
- krmilnik IRC5,
- možnost dodatne zaščite robota za zahtevnejša in bolj agresivnejša okolja, na primer v livarnah.

Vir: ABB, d. o. o., Koprška ulica 92, 1000 Ljubljana, tel.: 01 2445 469, fax: 01 2445 490, internet: www.abb.si, e-mail: jaka.cadez@si.abb.com

Električni zasučni modul ERMB za prosto pozicioniranje

Z ERMB, električnim zasučnim modulom z možnostjo prostega pozicioniranja, je FESTO razširil svojo ponudbo na področju strege in montaže v smislu dinamičnega in fleksibilnega sukanja ali vrtenja bremen do največje mase 15 kg.

Dinamičen, lahek in obremenljiv

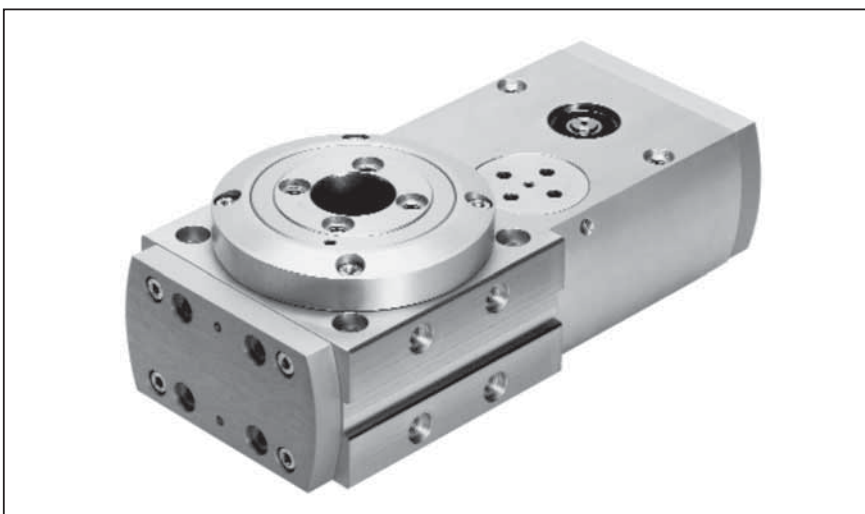
Zasučni modul je vsestransko uporaben kot vrtilna os s poljubnimi koti zasuka $\geq 360^\circ$ ali kot manjša NC-krmiljena vrtiljiva miza.

Prilagodljiv

Modul ima predvidena pritrdilna mesta na vseh straneh, prav tako ima prigradjeno visoko obremenljivo vrtiljivo prirobnico za votlo gred z velikim premerom.

Kompatibilen

Povezovalni elementi s področja večosnih modulnih sistemov omogočajo



povezavo modula z linearnimi osmi in prijema. Standardizirani elementi zmanjšajo stroške projektiranja in konstrukcije na najmanjšo možno mero.

Tako pri servomotorju kot pri koračnem motorju je mogoča uporaba enotnega regulacijskega koncepta in poenostavljene platforme programske opreme za prvi zagon in krmiljenje. Glede na uporabljeno tehnologijo motorja je možno zmogljivost zasučne enote prilagoditi zahtevam.

Zaradi enakomernega gibanja in možnosti nastavljanja profilov pos-

peševanja zasučni modul učinkovito zmanjša nihanja večosnih sistemov in na ta način prispeva k povečanju zmogljivosti celotnega sistema. V nasprotju z zasučnimi moduli, ki imajo vgrajene blažilce (npr. DRQD), je pri tem modulu približevanje končnemu položaju mehko in brez obrabe.

Pogon modula ERMB poteka preko ustreznega prilagojenega motorskega algoritma podjetja Festo.

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. Franci Šter

Visokotlačne hidravlične cevi diamondspir™

Novost v prodajnem programu podjetja Hidex predstavljajo tehnološko posodobljene hidravlične cevi Diamondspir (ISO 6807-D) proizvajalca Manuli Rubber Industries. Visokotlačne cevi premerov od 25 do 76 mm, ojačane s sedmimi spiralnimi ovoji iz jeklene žice, vzdržijo delovne tlake do 552 bar in več kot 1.000.000 tlačnih pulzov pri 125 % največjega delovnega tlaka. Ker do tlačnega preboja cevi pride šele nad 2210 bar pri cevi premera 25 mm oz. nad 870 bar pri cevi premera 76 mm, so cevi Diamondspir ta trenutek ene izmed najbolj vzdržljivih hidravličnih cevi na trgu. Njihove fizikalne lastnosti



se opazno ne spreminjajo v širokem temperaturnem območju med -40 in $+121^{\circ}\text{C}$. Razen za običajna hidravlična mineralna olja je cev uporabna tudi za biološka in sintetična olja ter tekočine na osnovi glikola in vode ter za različne vodne emulzije.

Cevi Diamondspir odlikuje izredna odpornost na visoke tlake, abrazijo in ozon, obenem pa imajo tudi ognjeodporno in antistatično zaščito. Najpogosteje se zato uporabljajo v visokotlačnih hidravličnih sistemih v rudarski in pomorski industriji.

Vir: HIDEX, d. o. o., Ljubljanska c. 4, 8000 Novo mesto, tel.: 07 / 33 21 707, faks: 07 / 33 76 171, internet: www.hidex.si, e-mail: info@hidex.si

Elektromehanski cilindri iz Rexrotha

Z novo serijo elektromehanskih cilindrov iz Rexrotha se odpirajo nove možnosti pri gradnji modularnih avtomatiziranih strojev. Elektromehanski cilindri so mersko popolnoma zamenljivi s pnevmatičnimi cilindri, izdelanimi po standardu ISO 15552. So zanesljivi in robustni, omogočajo velike hitrosti in dovoljujejo velike obremenitve. Vsi glavni sestavni deli so iz Rexrothovega standardnega programa.

Okrov je iz aluminijastega profila, v katerega je vgrajeno natančno hladno valjano kroglično vreteno z različnimi vzponi. Z uporabo krogličnega navojnega vretena se izognemo pojavu efekta stick-slip in povečamo ponovljivost celotnega sistema. Fiksni močan aksialni ležaj v spodnjem delu cilindra, dovoljuje visoke obremenitve, ki jih prenaša kroglično navojno vreteno. Gladko drsno vodilo za batnico na koncu glave in integrirano varovalo proti zasuku pa povečujeta varno in natančno delovanje – tudi pod obremenitvijo.



Elektromehanski cilindri so dobavljivi v šestih velikostih – od 32 do 100 – in s tem pokrivajo širok spekter uporabe. Uporabnik si cilinder s prosto izbiro hoda do 2000 mm in z izbiro ustrezne natančnosti, aksialne sile in hitrosti lahko natančno prilagodi svojim zahtevam. Z obsežnim pritrtilnim programom se elektromehanski cilindri nevidno vklaplajo v različne naprave. Nove komponente izpolnjujejo razred zaščite IP65 in se zaradi nerjavnega jekla lahko uporabljajo v pakirnih tehnologijah s pogostimi čistilnimi cikli. Tudi pri merilnih in procesnih tehnologijah, v orodnih in lesnoobdelovalnih strojih kot tudi pri splošni avtomatizaciji ponujajo zanesljivo kombinacijo moči in hitrosti.

Rexroth izdeluje elektromehanske cilindre kot samostojne enote ali pa z dodano prirobnico in sklopko kakor tudi z jermenskim predležjem. Prirobnica je prilagojena želenemu motorju, ki ga je mogoče izbrati iz širokega programa Rexrothovih servo- in koračnih motorjev.

Vir: LA & Co., d. o. o., Limbuška cesta 42, 2000 Maribor, tel.: 02 42 92 679, faks: 02 42 05 550, e-mail: info@la-co.si, www.la-co.si, g. Kristijan Pipan

Bosch Rexroth AG je eno izmed vodilnih svetovnih podjetij za pogone in krmilja. Za več kot 500.000 kupcev blagovne znamke Rexroth se uporabljajo znane rešitve za pogon, krmilje in vodenje strojev in naprav. Podjetje Bosch Rexroth razvija, proizvaja in prodaja svoje komponente in sisteme v več kot 80 državah. Skupina Bosch je leta 2006 z več kot 29.800 zaposlenimi ustvarila za okoli 4,9 milijarde evrov prometa.

Družba National Instruments predstavlja prvi štirijedrni krmilnik PXI 3U v panogi

Najhitrejši ugnезdeni krmilnik PXI 3U v panogi optimizira rešitve za preizkušanje, merjenje in krmiljenje.

Družba National Instruments je predstavila ugnезdeni krmilnik **NI PXI-8110**, ki je prvi ugnезdeni štirijedrni krmilnik 3U za sisteme PXI v panogi. Vključuje dvojedrni procesor Intel® Core™ Q9100 s frekvenco 2,26 GHz, do 4 GB pomnilnika RAM DDR2 s frekvenco 800 MHz in zmogljiv diskovni pogon s 7.200 vrt/min. Hkrati je to tudi najhitrejši ugnезdeni krmilnik v razredu PXI 3U v panogi. Krmilnik PXI-8110 ponuja do 80-odstotno izboljšanje učinkovitosti v primerjavi z dvojedrnimi krmilniki s podobnimi frekvencami procesorja pri programih, ki so optimizirani za uporabo štirih jeder krmilnika.

Proizvajalci računalniških procesorjev nadaljujejo z dodajanjem



več jeder svojim procesorjem, da povečajo računsko moč. Pri uporabi tradicionalnih besedilnih programskih jezikov se načrtovalci, ki želijo to računsko moč izkoristiti

za razvoj naprednih programov za preizkušanje, merjenje in krmiljenje, pogosto srečujejo z izzivi kompleksnih programskih gradnikov in modelov. Načrtovalci in znanstveniki lahko zdaj izkoristijo večletni razvoj programov, tako da združijo večjedrno podporo in paralelizem programske opreme za grafično načrtovanje sistemov **LabVIEW** družbe National Instruments z napredno funkcionalnostjo krmilnika PXI-8110. Ker ima novi krmilnik platformo, ki omogoča, da programi razdelijo obremenitve obdelave po štirih procesorskih jedrih, se občutno zmanjša preizkusni čas za programe, ki zahtevajo intenzivno obdelavo signalov in podatkov, na primer pri preizkušanju RF-protokolov in simulacijah programske opreme v povratni zanki (HIL). Ti programi lahko z delovanjem na ločenih procesorskih jedrih tudi podvojijo določene preizkuse ali postopke in zmogljivost sistema.

»Z integracijo procesorjev Intel® Core™ 2 Quad v kompaktni industrijski krmilnik velikosti 3U ponuja družba National Instruments prednosti arhitekture Intel znanstvenikom in načrtovalcem, ki zahtevajo več jeder za razvoj zmogljivih in učinkovitih vzporednih preizkusnih in krmilnih sistemov,« je povedal Jonathan Luse, direktor trženja za skupino za ugnезdene procesorje in komunikacijo pri družbi Intel.

Vir: NATIONAL INSTRUMENTS, d. o. o., Kosovelova 15, 3000 Celje, tel.: 03 425 42 00, faks: 03 425 42 12, ga. Maja Pavlovič, e-mail: ni.slovenia@ni.com

VISTA HIDRAVLIKA OD IDEJE DO IZDELAVE

VISTA HIDRAVLIKA d.o.o. je majhno zasebno podjetje za projektiranje, montažo in servis hidravličnih naprav, ki temelji na tridesetletnih izkušnjah na področju industrijske hidravlike.

Osnovna dejavnost podjetja je lasten razvoj in proizvodnja končnih izdelkov. Sem spadajo hidravlični valji, hidravlični agregati in naprave za različna področja industrije.



VISTA HIDRAVLIKA, d.o.o.
Kosovelova ulica 14, 4226 Žiri
Tel.: 04/50 50 600
Faks: 04/51 91 900
GSM: 040 217 090

El. naslov: vista@siol.net
www.vista-hidravlika.si

VENTIL
REVUA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO
<http://www.fs.uni-lj.si/ventil/>
e-mail: ventil@fs.uni-lj.si

Sodoben senzor momenta

Firma Kistler – dr. Staiger, Mohilo GmbH, je dala na tržišče nov senzor za merjenje momenta, model 4504A. Odlikujejo ga velik razpon merilnega območja, velika merilna točnost in zaradi oblike prirobnice majhna vgradna globina. Med rotorjem in statorjem ni ležaja, temveč zračna reža, s tem je mogoča uporaba senzorja tudi v robustnih delovnih okoljih.

Nekaj osnovnih tehničnih podatkov:

- nazivno merilno območje je od 50 do 5000 Nm, v posebnih izvedbah lahko še več,
- merilna točnost 0,1 % na frekvenčnem in analognem izhodu,



- merjenje hitrosti vrtenja oz. kota zasuka do 0,02°,
- aktivna temperaturna kompenza-

cija za temperaturno stabilnost signala na širokem temperaturnem območju,

- brezkontaktni prenos meritev med rotorjem in statorjem,
- ne potrebuje vzdrževanja,
- izhodi so frekvenčni, digitalni, analogni, RS 232.

Podočja uporabe teh senzorjev momentov so zaradi izredno majhne vgradne globine in velike točnosti testna mesta za motorje, gonila, črpalke, sklopke in druge industrijske oz. laboratorijske aplikacije.

Vir: PSM, d. o. o., Runkova 10, 1000 Ljubljana, tel: 01 51 50 115, GSM: 041 750 785, faks: 01 51 50 115, e-mail: info@psm.si, internet: www.psm.si, g. Drago Metljak

Dopolnjena paleta absolutnih dajalnikov položaja

Več bitov, prosim!

S 30-bitno ločljivostjo in povečano trdnostjo postavlja novi AFM60 absolutni večobratni dajalnik nov rekord. Tudi njegov mlajši brat AFS60, absolutni enoobratni dajalnik, navdušuje z visoko ločljivostjo 18 bitov. Obe novi družini sta še posebej primerni za grobe delovne pogoje, v katerih sta pomembni največja možna natančnost in razpoložljivost hkrati.

Z 18-bitno ločljivostjo sodi enoobratni AFS60 med najboljše na trgu. Dopolnjen z 12-bitno večobratno ločljivostjo pa dosega „absolutno“ vrhunsko vrednost.

AFM60 in AFS60 sta nastavljiva z uveljavljenim programskim orodjem iz serije DFS60 SICK-STEGMAN. Na ta način se lahko inkrementalni enoobratni in absolutni večobratni dajalniki prvič nastavljajo z enim programskim orodjem.



Robustni optični sistem

Serijski izdelki AFM/AFS60 se odlikujejo tudi po robustnosti, izjemni za tak optični sistem. Komponenta, ki to omogoča, je kodirni disk iz niklja. V primerjavi s steklenim kodirnim diskom je znatno robustnejši in hkrati ponuja enako ločljivost. Glede na plastični kodirni disk ima bistveno boljšo ločljivost in temperaturno neobčutljivost, kar omogoča uporabo AFM/AFS60 pri obratovalni temperaturi v razponu od -20 °C do +100 °C. Na 30 mm razširjena ležajna gred pa omogoča večjo trdnost v primerjavi z dajalniki z običajnimi krogličnimi ležaji. Celo pri maksimalni obratovalni hitrosti predstavlja povečana

razdalja med ležaji protivibracijsko rešitev brez primere kot tudi optimalni koncentrični tek. Na ta način posneta vrednost hitrosti ostaja neodvisna od mehanske ekscentričnosti ali od tolerančnih učinkov.

Na voljo številne različice

Serijski AFM/AFS60 v industrijski 60-milimetrski izvedbi je na voljo s čelno ali servoprirobnico in polno osjo. Uporabnik lahko izbira med konektorjem M12 ali M23 in radialno ali aksialno nameščenim priključnim kablom različnih dolžin.

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

Optimiranje procesov z E-izdelki

Hitreje, učinkoviteje in natančneje – to so potrebe in zahteve avtomatizacije procesov v vsaki industrijski panogi. Prav za optimiranje teh procesov ponuja SMC širok nabor različnih izdelkov, imenovanih E-izdelki. Cilj je uporaba produktov in s tem njihovega potenciala s poudarkom na prihranku časa in denarja. Vprašanje je samo, kako to doseči s čim manj vloženega truda.



Ionizator kompaktne konstrukcije

«Cilj vsake optimizacije so natančni in zanesljivi procesi brez napak,» je naš moto po besedah produktne vodje Petra Ladlerja. »Nudimo široko paleto izdelkov za učinkovito izvedbo avtomatizacije od senzorjev in krmilnikov do ventilskih otokov in električnih pogonov.«

Ionizator zagotavlja tekoč proces

Elektrostatika povzroča težave na različnih področjih industrijske avtomatizacije. Površine so prekrita s prahom, nalepke (etikete) so pozicionirane nepravilno, oteženo je izmetavanje brizganih kosov iz orodja. Elektronske komponente, kot npr. čipi, so lahko celo popolnoma neuporabni zaradi elektrostatike. Ta

lahko nenazadnje ogroža tudi zdravje delavcev v proizvodnji.

V takih primerih je ustrezna rešitev uporaba ionizatorja. Senzor, ki se lahko integrira v vsak proces, najprej izmeri elektrostatično napetost površine. V primeru detekcije elektrostatične napetosti ioni naelektreno površino nevtralizirajo. To traja manj kot sekundo. Čedalje pomembnejše postaja tudi dokumentiranje izboljšanja kakovosti procesa. Zadnja novost na tem področju je točkovni ionizator serije IZN. Odlikujejo ga kompaktna konstrukcija (debelina 16 mm), natančno usmerjeno eliminiranje elektrostatike in energijska učinkovitost. Praktično ga je mogoče vgraditi kamorkoli.

Odkrivanje napak pred nastankom

S hitrim odkrivanjem napak sistemov in strojev si lahko prihranimo veliko stroškov. Digitalni in analogni senzorji so odlični za to nalogo. Izvajajo natančne meritve in podajo prave informacije, tako da ne pride do napačnega razumevanja. Področij uporabe digitalnih senzorjev je veliko in zato tudi SMC nudi širok nabor teh izdelkov. Za vsak medij – od zraka do plinov, od vode do olj kot tudi kemikalij – ponuja SMC ustrezen sen-



Vakuumska in tlačna stikala serije ZSE30A/ISE30A

zor. Celo za vakuum in nizkotlačne sisteme je na voljo ustrezna rešitev.

Serija ISE30A je zadnji model v družini senzorjev. Poglavitna prednost tega kompaktnega senzorja je opcija kopiranja nastavitve senzorja na do deset senzorjev v enem samem koraku. To zmanjša tveganje napak pri nastavitvi in tudi skrajša čas nastavitve. Dodatna opcija kodiranja onemogoča neželeno spreminjanje nastavitve senzorja.

Vir: SMC Industrijska avtomatika, d. o. o., Mirnska cesta 7, 8210 Trebnje, tel.: 07 388 54 12, faks: 07 388 54 35, e-mail: office@smc.si, internet: www.smc.si



VENTIL
REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO
<http://www.fs.uni-lj.si/ventil/>
e-mail: ventil@fs.uni-lj.si

nadaljevanje s strani 166

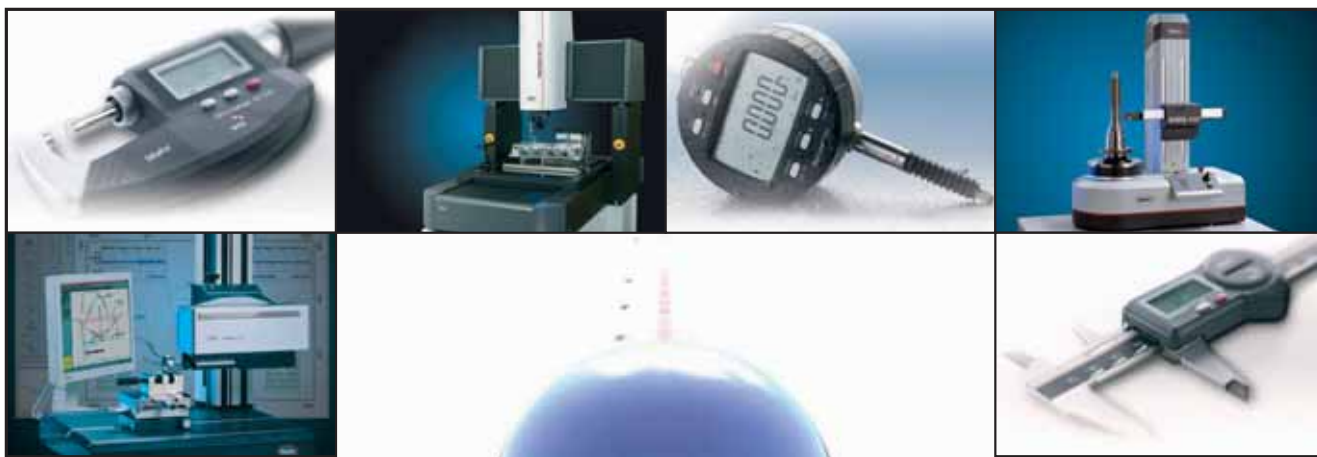
20. FAKUMA - Internationale Fachmesse für Kunststoffverarbeitung -
Mednarodni sejem predelave umetnih mas

13.-17. 10. 2009
Friedrichshafen, ZRN

Organizator:
Messe Friedrichshafen

Informacije:
www.fakuma-messe.de

nadaljevanje na strani 185



Merilna oprema **Mahr**

GAZELA

Gazela d.o.o. Krško
 Kajuhova 12, 8270 Krško
 tel.: +386 (0)7 488 0 488
 fax: +386 (0)7 488 0 489
 e-mail: info@gazela.si
 www.gazela.si



KRMILJENO HIDRAVLIČNO PREMIKANJE



Enerpacov sinhronizirani sistem premika betonski lok in nosilec narazen, da se naredi prostor za končno ulivanje - Most tretjega tisočletja, Zargoza, Španija.



Brezžično PLC krmiljeno premikanje podporja s hidravlično gnanim potujočim opažem, Španija.

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

KOMPLETNE REŠITVE HIDRAVLIČNIH SISTEMOV

ENERPAC GmbH • Postfach 300113 • D-40401 Düsseldorf
 Willstätterstrasse 13 • D-40549 Düsseldorf • Deutschland
 Tel.: +49 211 471 490 • Fax: +49 211 471 49 28

ENERPAC 

www.enerpac.de
 info@enerpac.com

Namizna tovarna – nove možnosti gradnje izdelovalnih sistemov za mikroizdelke

Enej SAKSIDA

■ 1 Uvod

V avtomobilski industriji, elektroniki in beli tehniki ter drugih vejah tehnike se v zadnjih letih vse več uporabljajo izdelki majhnih velikosti ali celo mikroizdelki (slika 1) [1, 2, 3].

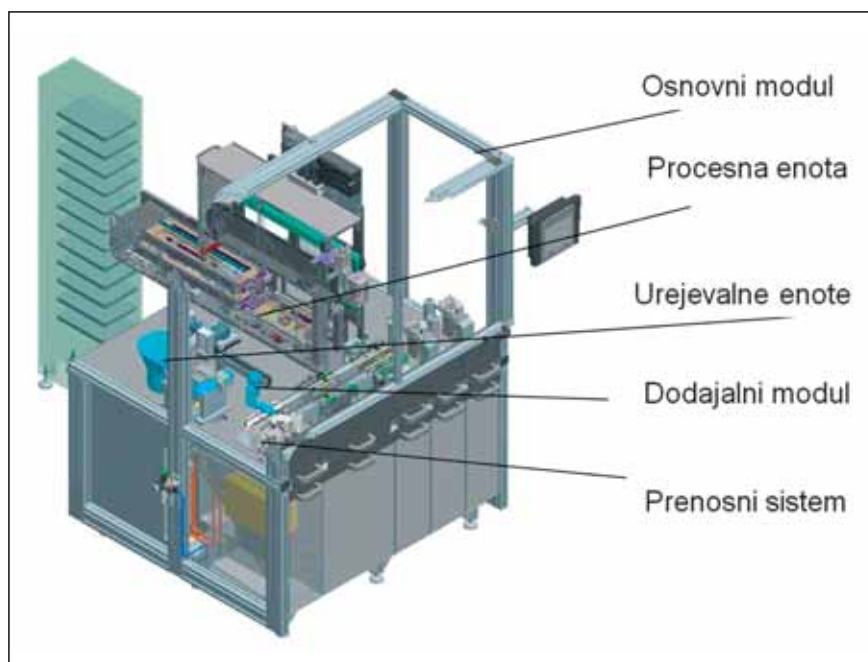
Izdelki imajo pogosto kratko življenjsko dobo. Izdelujejo se v variantnih izvedbah. Letne količine pa se pogosto spreminjajo. Tudi izdelovalni cikli so kratki – okrog 3 do 5 sek. Avtomatizacija se mora temu prilagajati. Pri konvencionalnih montažnih sistemih, kjer je deset do dvajset postaj in je posamezna postaja dolga 1 do 1,5 m, je končna dimenzija montažne linije tudi do 30 m. Tak sistem prav gotovo niso ustrezna rešitev za montažo malih izdelkov.

Trend miniatrizacije, vedno krajše življenjske dobe izdelkov in ekonomski razlogi so prisilili raziskovalce in proizvajalce montažne opreme, da so pričeli z razvojem novih konceptov montažnih sistemov, ki se lahko prilagodijo značilnostim izdelave majhnih izdelkov. Pri podjetju Bosch Rexroth je rezultat razvoja tako imenovana namizna tovarna. Pri razvoju modularnega sistema so zasledovali tudi ceneno avtomatizacijo in vse nove trende, ki se pojavljajo v proizvodnji malih in mikroizdelkov. Poudarek je na montažnih sistemih, vendar je mogoče na tem konceptu zgraditi tudi obdelovalne sisteme.

Enej Saksida, OPL, d. o. o., Trzin



Slika 1. Tipični izdelki za izdelavo v namiznih tovarnah [1]



Slika 2. Namizni montažni sistem [1]

■ 2 Namizna tovarna

Namizna tovarna (Desktop Factory – DTF) je večnamenska proizvodna platforma (slika 2). To je osnova, s katero je mogoče zgraditi izdelovalni sistem. Tega sestavljajo standardizirani osnovni moduli in okviri ter procesne enote, ki jih je mogoče modularno povezovati v sistem (plug-in units – PIU). Vsaka enota PIU izvaja eno operacijo obdelave ali montaže. Glede na predvideni proces je mogoče sestaviti več PIU in jih med seboj povezati na osnovni modul oziroma okvir osnovnega modula.

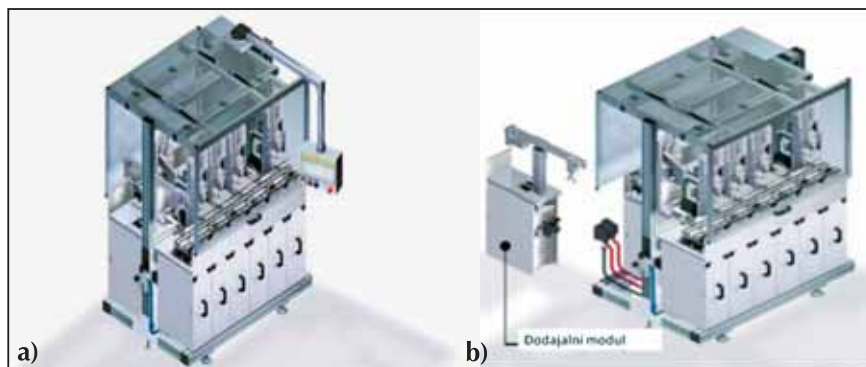
Namizna tovarna DTF je bila razvita za izdelke z maso do 500 gramov in z izmerami 100 x 100 x 10 mm. To so izdelki majhnih dimenzij, na primer vgradni termostati v avtomobilski industriji in izdelki v elektroniki, medicinski tehniki in beli tehniki (slika 1).

Zaradi dosledne standardizacije in zmanjšanja kompleksnosti so investicijski stroški nižji za 15 % glede na konvencionalne koncepte. Mnogo bolj očitni so prihranki pri indirektnih stroških. Poraba energije je zmanjšana za 20 %, potrebni prostor pa za 70 %. Ponovna uporaba komponent vpliva na učinkovitost in visoko varnost investicije v DTF.

Osnovni modul oziroma celico sestavljajo okvir, zaščitna pločevina, modulne krmilne enote in osnovna električna ter pnevmatična oprema. K temu spadajo še varnostne enote, električni in mehanski vmesniki in oskrba z energijo.

Standardni enonamenski moduli – vsak modul izvaja določen proces – dimenzij A4 (širine 220, 330 in 440 mm) se prilegajo v okvir osnovne enote. Ta vključuje tudi enoto za oskrbo z energijo (slika 3, 6).

Delovne oziroma procesne enote, ki so izmenljive in se priključijo v osnovno enoto preko vmesnikov v smislu vstavi in delaj (PIU), so enote za dodajanje sestavnih delov, enote za operacije sestavljanja in za kontrolo ter preskušanje. Variantne izvedbe in enote so vedno prilagojene naroč-



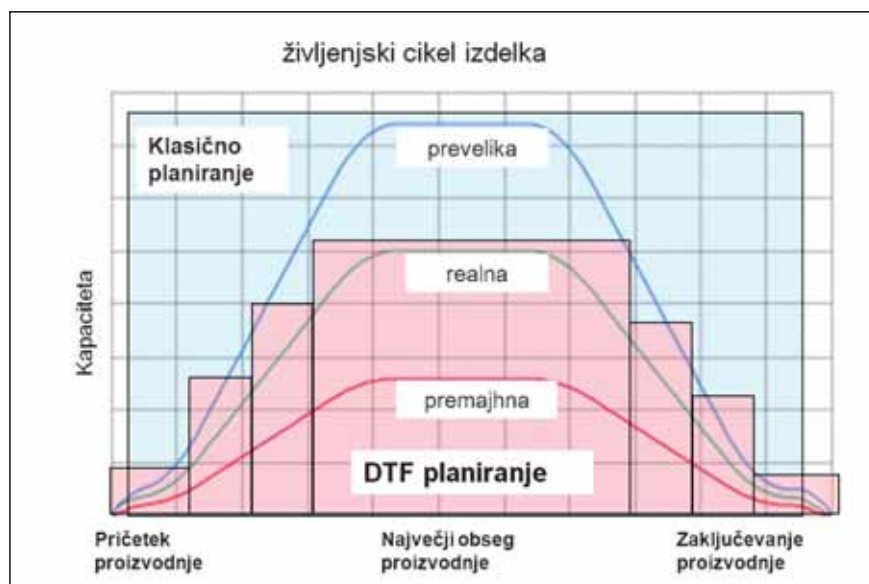
Slika 3. Osnovni(a) in dodajalni(b) modul [1]

nikovim zahtevam. Novi moduli se stalno razvijajo.

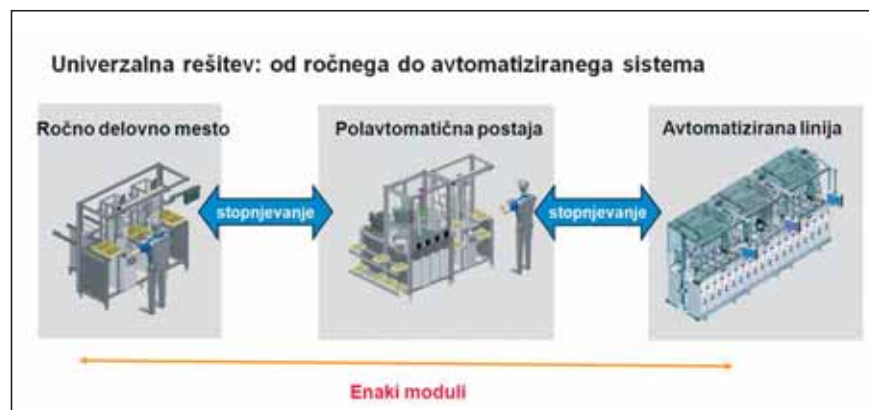
Sistem sestavljajo še enote prenosnega sistema za neposredno podajanje ali za prevoz med posameznimi procesnimi enotami – montažnimi mesti.

Za urejanje in dodajanje sestavnih delov vključuje sistem še urejevalnike in dodajalnike ter palete za hranjenje urejenih sestavnih delov pred dodajanjem.

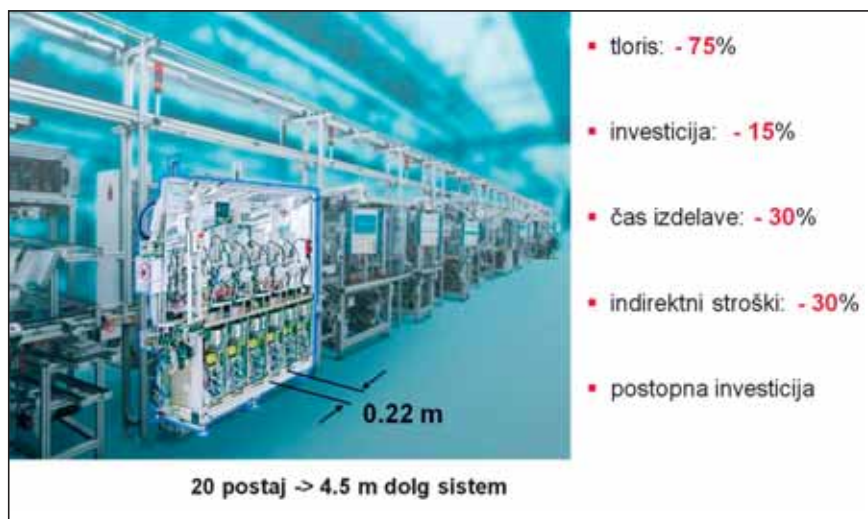
Vse enote so pripravljene v kit izvedbi in dajejo projektantom veliko



Slika 4. Prilagajanje kapacitete z DTF planiranjem v času življenjske dobe izdelka [4]



Slika 5. Uporaba enakih baznih modulov pri stopnjevanju kapacitete sistema [4]



Slika 6. Prednosti linije, grajene iz standardnih modulov sistema »desktop« [4]

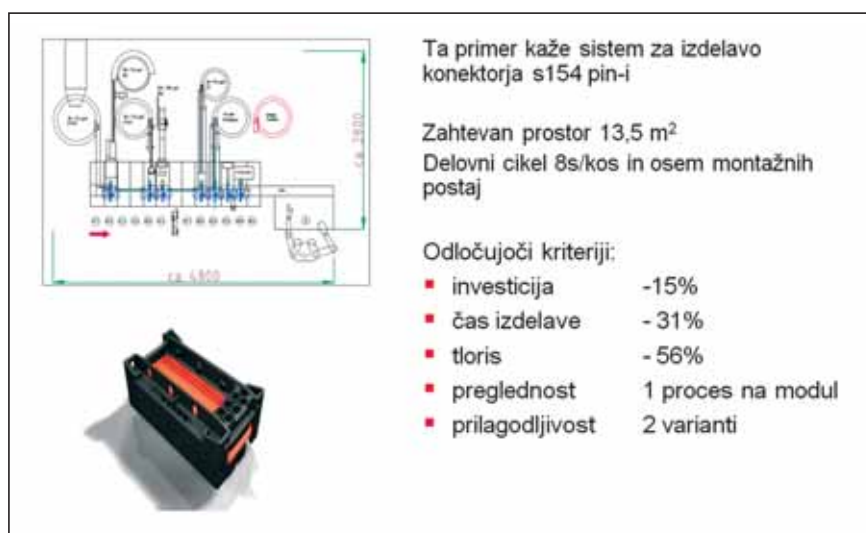
svobode pri načrtovanju montažnih linij, običajno jih sestavljajo, namesto razvijajo.

Dejstvo je, da načrtovanje in izdelava zahtevata mnogo manj naprezanja, mogoča je ponovna uporaba, sistem pa je mogoče postaviti v treh mesecih.

■ 3 Prednosti modulne gradnje

Ta moderni in prilagodljivi proizvodni sistem zagotavlja hitro in enostavno prilagajanje spremembam v kapaciteti oziroma obsegu proizvodnje. Daje tudi možnost postopnega investiranja. Stopnja avtomatizacije je lahko fiksna ali se postopoma dograjuje. Mogoče je graditi delno ali popolnoma avtomatizirane linije in enostavno realizirati tudi ročna delovna mesta.

Pomembna značilnost modulne gradnje je postopno prilagajanje kapaciteti v času življenjske dobe izdelka (slika 4). Značilnost klasičnega planiranja je kapaciteta, ki je bila ocenjena na predvidevanjih trga in povpraševanja. V času življenjske dobe stroja je ni mogoče spreminjati. Možni so trije scenariji: načrtovana kapaciteta sistema je premajhna, ravno pravšnja ali prevelika. Žal je le redko mogoče uskladiti kapaciteto sistema s povpraševanjem, še posebno pri hitrih spremembah trga. Premajhna kakor tudi prevelika ka-



Slika 7. Podatki o montažnem sistemu za izdelavo konektorjev[4]

paciteta načrtovanega sistema vodita k izgubi, ker ni mogoče zadovoljiti povpraševanja in ker je bila investicija za dejanski obseg proizvodnje prevelika.

Standardni moduli namizne tovarne – DTF – pa omogočajo postopno povečevanje na začetku in na koncu življenjske dobe izdelka, zmanjševanje kapacitete in s tem prilagajanje potrebam trga. Moduli (osnovni, prenosni, krmilni) so enaki v vseh izvedbah (slika 5). Sistem dovoljuje enostavno zamenjavo ročnega mesta z mehaniziranim oziroma avtomatiziranim.

Dosedanje realizacije (slika 6 in 7) kažejo značilne prihranke pri tlorisu, ki ga zavzamejo sistemi, pri investi-

ciji v primerjavi s konvencionalnimi stroji, pri zmanjšanju časa od ideje do proizvodnje in posrednih stroškov ter ponujajo dovolj veliko prilagodljivost.

■ 4 Sklep

Nekajletno uvajanje modulne gradnje montažnih sistemov za male izdelke in številne realizacije kažejo pravilnost usmeritve, ki jo je pred časom sprejelo podjetje Bosch Rexroth. Standardizacija modulov in napredni koncepti montažnih enot in krmilja pomenijo kakovostni preskok v gradnji montažnih sistemov za izdelke malih dimenzij. Pri tem je treba opredeliti še zmanjšanje stroškov

montaže, ki je bilo doseženo z značilnimi lastnostmi sistema:

- zmanjšanje kompleksnosti – poenostavitev montažnih enot,
- standardizacija,
- postopno investiranje,
- krajši časi izdelave montažnega sistema in s tem hiter prihod izdelkov na trg,
- ponovna uporaba modulov,
- fleksibilnost.

Z jasnimi cilji je v sodelovanju z naročniki mogoče vplivati na učinkovitost proizvodnje malih izdelkov.

Dejansko je to sistem cenene avtomatizacije LCA, ki se vedno pogosteje uveljavlja tako na Japonskem kot v Evropi.

Zastopnik za Bosch Rexroth - Desktop Factory in Montažno tehniko v Sloveniji je podjetje **OPL, d. o. o.**, iz Trzina.

Vse dodatne informacije lahko dobite na internetni strani: **www.opl.si**.

Literatura

- [1] Klemm, O.: Desktop Factory – New approaches for lean micro assembly, Proceedings of the 2007 IEEE International Symposium on Assembly and Manufacturing, Ann Arbor, Michigan, USA, July 22–25, 2007.
- [2] Salomon, P. R.: International cooperation in micro system technology, WESCON/96 Volume, Issue, 22–24 Oct 1996 Page(s): 79–84.
- [3] Noe, D.: Raziskave in razvoj na področju montaže. V: NOE, Dragica (ur.), PERME, Tomaž (ur.). *Avtomatizacija montaže: gradivo posveta, Ljubljana, 18. november 2004*. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2004, 5 str.
- [4] www.boschrexroth.com/business_units/brl/en/produkte/desktop_factory/index.jsp.

nadaljevanje s strani 180

■ The 7th International Fluid Power Conference (7th IFK) – Sedma mednarodna aachenska konferenca o fluidni tehniki

22.–24. 03. 2010
Aachen, ZRN

Informacije:
<http://www.ifk2009.de/>

■ The 6th Fluid Power Net International (FPNI) PhD Symposium – Šesti doktorski simpozij v okviru mednarodne mreže o fluidni tehniki

08.–11. 06. 2010
Purdue University, West Lafayette, USA

Informacije:
– prof. Monika Ivantysinova
– tel.: +01(765) 447-1609
– faks: +01(765) 448-1860
– e-pošta: mivantys@purdue.edu
– internet: <http://coweb.ecn.purdue.edu/-mahalab/index.html>

■ The 8th Japanese Fluid Power Symposium (JFPS 2011) – Osmi simpozij o fluidni tehniki v okviru japonskega združenja za fluidno tehniko (JFPS)

Okinawa, Japonska

Informacije:
prof. Yakota

Rexroth
Bosch Group



OPL
automation

OPL avtomatizacija, d.o.o.
Dobrave 2
SI-1236 Trzin, Slovenija

Tel. +386 (0) 1 560 22 40
Tel. +386 (0) 1 560 22 41
Mobil. +386 (0) 41 667 999
E-mail: opl.trzin@siol.net
www.opl.si

Sodobne omarice za elektroopremo

V podjetju ADEPT plus smo dosedanjim uspešnim programom ponudbe komponent za avtomatizacijo dodali novega. V začetku leta smo se namreč sestali s predstavniki podjetja Eta, s. p. a., (www.eta.it) iz Italije in se dogovorili o razširitvi sodelovanja. Do sedaj smo krmilne omarice kupovali samo za lastne potrebe, na sestanku pa smo se dogovorili, da zelo kvalitetne produkte ponudimo tudi na slovenskem tržišču.

Kratek pregled programa

Paleta produktov je izjemno široka. Obsega samostojne omarice za elektroopremo blagovnih znamk **Areta**, **E.go** in **ATB8**. Močna izdelava, predvsem z uporabo unikatnega profila zaprte konstrukcije, omogoča vgradnjo omaric v običajnih in v zahtevnih industrijskih okoljih. Omarice so barvane v RAL 7035, ki je standard večine zahtev strank za elektroopremo. Stopnja zaščite je IP55 za modularne omarice in IP66 za omarice ATB8, ki pripadajo seriji kompaktnih omaric.

Sistem zaklepanja je standardno izveden v treh točkah, za večje dimenzije pa se uporablja štiritočkovni sistem. Velikokrat stranke zaradi lastnih organizacijskih zahtev po dostopu do oprema zahtevajo specialne ključke za odpiranje omaric. Ključavnice so zaradi tega zamenljive s ključem. Na voljo so tako posebni ključki različnih vstavkov kot tudi pravi ključki za cilindrične ključavnice.

Za manjše projekte in kot razdelilne omarice so primerne omarice iz serije **STx** in **SDx**. Na voljo so kot omarice za sponke s prozornimi vrati in z vrati iz pločevine.

Samostojne pulte za upravljanje uporabljamo tam, kjer je potreben pregled nad strojem ali linijo. Tudi na tem področju je izbira dimenzij in

možnosti velika tako v sestavljeni kot v kompaktni različici. Program sestavljenih elementov označujemo z **AE**, **LE**, **PE** in **ME**. Pomenijo pa posamezne sklope pri sestavi celotnega pulta: osnovo, dve različici pulta (**LE** in **ME**) in povišek ali nadgradnjo. S sestavnimi deli lahko ustrezemo praktično vsaki želji



Dimenzijsko so na voljo širine 600, 800, 1000 in 1200 mm.

Omarice in posluževalni pulti so lahko tudi iz nerjaveče pločevine, zlasti za prehransko industrijo in farmacijo.

Prav tako so v programu na voljo tudi omarice za vse bolj popularne PC-računalnike in pripadajoče komponente (npr. tiskalniki, komunikacijska oprema, itd. ...), ki se uporabljajo v proizvodnji.

Več informacij o posamezni seriji oziroma omarici dobite na domači strani proizvajalca, če izberete zavihek »Produkti« (www.eta.it/ing/prodotti.php). Tisti, ki imate raje



Skupina izdelkov iz programa zidnih oziroma box omaric

stranke. Za konfiguracijo so na voljo dimenzije od 600 do 1600 mm v dveh globinah – 400 in 500 mm.

Medtem ko omogočajo modularni pulti veliko kombinacij, sta pri kompaktnih pultih na voljo dve osnovni liniji **SBA** z vrati spredaj in zadaj ter **ZBA** z vrati samo spredaj.



Za večje sisteme in celotne linije uporabljamo krmilne pulte. Velika površina za namestitev tipk in posluževalnih panelov omogoča pregledno razporeditev. V samem pultu pa je dovolj prostora tudi za namestitev decentralizirane periferije, ki je pri projektantih vse bolj popularna rešitev.

tiskano obliko, kjer si lahko zapišete lastne opombe in komentarje, pa, prosimo, pošljite kratko sporočilo na info@ad-avtomatizacija.si. Poslali vam bomo najnovejši katalog Eta 2009 (v angleškem jeziku).

■ Izdelava izrezov na standardnih omaricah po meri kupca

Za projektante imamo na voljo tudi brezplačni CD z računalniškim CAD-programom, ki pomaga pri izdelavi t. i. namenskih (*ang. Custom*) izvedb standardnih omaric.

Z uporabo CAD-programskega paketa lahko naročite namensko izvedbo izrezov, izvrtin ali izsekov posebnih oblik. Bistvena prednost namenske izdelave je, da so izvrtine in izrezi izvedeni pred barvanjem. Na ta način je z barvo zaščiten tudi notranji rob izreza, kar preprečuje začetek rjavenja.

Z uporabo CAD-programa EtaCAD proizvajalcu sporočimo, kakšno modifikacijo standardne omarice želimo. Hkrati pa enostavno arhiviramo projektno dokumentacijo, povezano z omarico. EtaCAD je zelo preprost za uporabo.

Zaradi enotnega programa, ki ga uporablja tako konstruktor pri stranki kot predelavec pri proizvajalcu, zmanjšamo možnost napak pri prenosu delavniške risbe v proizvodnjo. Proizvodnja je v glavnem avtomatizirana in roboti avtomatsko izrežejo želene izvrtine že v fazi izdelave osnovnih stranic omarice.

Deli za sestavo omarice, ki so prirojeni po željah stranke, gredo nato na barvanje. Na ta način proizvajalec zagotovi visoko kvaliteto celotne omarice, saj je zaščitni sloj nanesen tudi na posebej izrezanih odprtinah.

Računalniški program EtaCAD je na voljo **brezplačno**. Potrebna je le registracija pri proizvajalcu, ki jo opravite preko elektronske pošte. Za vaš izvod CD-ja, prosim, napišite kratko elektronsko sporočilo na info@ad-avtomatizacija.si.



Primer modificiranih krmilnih omaric iz programa standardnih omaric. Vsi izrezi so profesionalno izdelani. Zaščiten je tudi notranji rob, ki ostane pri domači proizvodnji običajno surov.

■ Termične razmere v elektroomarici

Zaradi vse zahtevnejših funkcij, ki naj jih izvaja krmilna elektronika, so posledično komponente za avtomatizacijo vse kompleksnejše in dražje. V primeru okvare nastanejo veliki stroški servisa in še večji stroški izpada proizvodnje. Smiselno je zagotoviti primerne delovne pogoje za krmilno elektroniko v industrijskem okolju.

Ker sta največja sovražnika industrijske elektronike ravno povišana temperatura in prah, svetujemo uporabo klimatskih naprav za vzdrževanje zelene klime v

krmilni omarici. Ventilatorji, ki se navadno uporabljajo, sicer do neke mere znižujejo temperaturo v omarici, vendar vanjo vnašajo velike količine prahu. Ta pa elektronskim komponentam zmanjšuje življenjsko dobo. Zaradi plasti prahu je oteženo tudi naravno hlajenje komponente.

Z uporabo klimatske naprave se tokokroga zunanega in notranjega zraka ločita. Zunanji služi za ohlajanje notranjega, ta pa potem hladi komponente v omarici. Na ta način preprečujemo vnos prašnih delcev v omarico.

Znano je tudi dejstvo, da klimatska naprava zrak suši, kar še dodatno vpliva na daljšo življenjsko dobo elektrokomponent v omarici.

Vsi izdelki, opisani v tem članku, so predstavljeni v tiskanem katalogu v angleškem jeziku, kjer lahko sami ali ob naši pomoči izberete omarico za vaš projekt. Pošljite nam kratko elektronsko sporočilo na info@ad-avtomatizacija.si in poslali vam bomo najnovejši tiskani katalog vseh produktov. Veselimo se vašega odziva!

Vir: Adept plus, d. o. o., Hrašče 5, 6230 Postojna, tel.: 05-75-36-136, faks: 05-75-36-138,

www.ad-avtomatizacija.si, janez.valancic@ad-avtomatizacija.si



Primer namestitve klimatske naprave na stran omarice (levo) in shematski prikaz izmenjave toplote z dvema – ločenima – zračnima tokoma

Proizvodne kapacitete in logistika proizvajalca



Sedež podjetja ETA (levo) in detajl barvalne linije, ki je bila odprta ob praznovanju 30-letnice delovanja podjetja (desno). V njej sta moderna, popolnoma avtomatizirana barvalna linija in sodoben logistični center.

Podjetje Eta ima sedež v Italiji – v mestu Canzo ob jezeru Como, ki je slabo urovožnje oddaljeno od Milana. Celotna dolina je znana po visoki tehnični razvitosti tamkajšnjih podjetij in občutku prebivalstva za tehnično kulturo. To se opazi na vsakem koraku, predvsem pa ob vstopu v katero od tovarn.

Tovarna ima dolgo tradicijo pri izdelavi izdelkov iz pločevine, saj so pred kratkim praznovali 30-letnico delovanja. Sama tradicija dejavnosti pa sega še dlje v zgodovino. Eta je družinsko podjetje z visoko stopnjo avtomatizacije proizvodnje. Praktično vsi produkti so izdelani na avtomatskih linijah za krivljenje pločevine in varjenje.

Ob 30-letnici so predali namenu sodobno popolnoma avtomatizirano linijo za barvanje izdelkov ter sodoben logistični center, ki bistveno skrajšuje dobavne roke naročil. Logistični center in barvalna linija sta postavljena v novi tovarni, oddaljeni dobrih 15 kilometrov od upravne stavbe in proizvodnih prostorov. Računalniška



Projektiranje in izdelava strojev, krmilnih elektro omaric in prodaja komponent s področja avtomatizacije.

Celotna strokovna ekipa pod eno streho omogoča kratke odzivne čase!



avtomatizacija
industrijskih procesov

Adept plus d.o.o.
Hrašče 5, SI-6230 Postojna
www.ad-avtomatizacija.si



Popolnoma robotizirane proizvodne linije in sodoben skladiščni center

Operacije varjenja, čiščenja zvarov in montaže ozemljitvenih vijakov ter druge manipulacije izvajajo roboti.

Več zaporednih nagrad za napreden izdelek na področju elektrotehnike priča o naravnosti podjetja k razvoju in stalnim izboljšavam tako izdelkov kot tudi proizvodnih in drugih poslovnih procesov. Nagrade in pokali so podrobno predstavljeni na internetni strani proizvajalca.

podpora in avtomatski procesi omogočajo hitro dobavo standardnih omaric kakor tudi omaric, izdelanih po specifikacijah kupca.



42.

MOS

Sejem vseh sejmov



MEDNARODNI OBRTNI SEJEM

CELJE, 9.-16. SEPTEMBER 2009

www.ce-sejem.si

40 let razvijamo in proizvajamo elektromagnetne ventile



JAKŠA
MAGNETNI VENTILI



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

www.jaksa.si



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

Nove knjige

- [1] Anonim: **FLUID MARKT 2009 – Jahreseinkaufsführer – Produkte Märkte Lieferanten** – Posebna publikacija revije Fluid za leto 2009 predstavlja izčrpen priročnik za projektiranje fluidnotehničnih naprav in sistemov. Prvi del publikacije obsega 23 strokovnih prispevkov z obravnavo nekaj najaktualnejših tem s področja tesnjenja cevni priključkov, trženja H + P-sestavin na različnih področjih uporabe, praktičnih izkušenj uporabe sodobnih sestavin hidravlike in pnevmatike ter pribora in merilne tehnike. V drugem delu pa so v obliki preglednic izčrpno predstavljene hidravlične in pnevmatične sestavine z osnovnimi tehničnimi podatki in njihovimi dobavitelji, ter izčrpnim seznamom dobaviteljev in njihovimi naslovi. – *Zal.*: Verlag Moderne Industrie GmbH; *obseg*: 126 strani.
- [2] Anonim: **Fluid Power Designer's Lighting Reference Handbook** (osma izdaja) – Priročnik za projektante fluidnotehničnih naprav in sistemov pod zgornjim naslovom je postal eden od najbolj iskanih v ZDA. V obsegu okoli 200 strani ponudi vse potrebne informacije z izčrpnimi opisi standardov ANSI in ISO, preglednicami za pretvarjanje enot ter pregledom formul za izračunavanje osnovnih parametrov sestavin. Dodana sta geslovnik osnovnih pojmov in seznam okrajšav. – *Naročilo* na naslovu: Sharon Conley, tel.: +(216) 931-9427 ali e-pošta: sharon.conley@penton.com; *cena*: 40,00 USD.
- [3] Anonim: **Fluid Power and Motion Control – Professional Education Seminars Series** – Gradivo za izobraževalne seminarje s področja fluidne tehnike in krmiljenja gibanja v organizaciji MSOE – Milwaukee School of Engineering. Tematski naslovi seminarjev: Uvod v hidravliko, Vzdrževanje hidravličnih naprav, Iskanje napak,

- Analiza motenj in okvar, Uvod v modeliranje in simulacijo hidravličnih sistemov, Strategija krmiljenja dinamičnih sistemov – analogna, Digitalna strategija krmiljenja in mehatronika, Magnetni aktuatorji in senzorji. – *Zal.*: MSOE; informacije in naročila na spletnih straneh: www.msOE.edu/Wp/seminars/schedule.shtml.
- [4] Anonim: **Vibrationen und deren Bewertung bei Handwrkzeugen – Taschenbuch** (Priročnik: Vibracije in njihovo vrednotenje pri ročnih orodjih) – Od marca 2007 naprej velja evropska direktiva o vibracijah EU 2002/44/EG v obliki varnostno-tehničnih predpisov glede hrupnosti in vibracij pri ročnih orodjih. Direktiva naj bi se povzela v ustrezni nacionalni zakonodaji o varnosti pri delu. Glede hrupa so predpisane strožje mejne vrednosti, medtem ko so glede vibracij sploh prvič določene. Delodajalci morajo zagotoviti izpolnjevanje teh predpisov na vsakem delovnem mestu skupaj z drugimi varnostno-tehničnimi predpisi. Pri tem morajo zagotavljati ustrezno zaščitno opremo, če dovoljene mejne vrednosti ni mogoče stoodstotno preprečiti. Priročnik so v soglasju z direktivo EU in nacionalno zakonodajo pripravili v podjetju *Atlas Copco Tools*. *Naročilo* je mogoče po e-pošti na naslovih: v Nemčiji: tools.de@de.atlascopco.com, v Švici: tools.ch@ch.atlascopco.com ali v Avstriji: tools.at@at.atlascopco.com.
- [5] Haight, J. M., ed.: **The Safety Professionals Handbook: Management Applications (Vol. 1) and Technical Applications (Vol. 2)** – To obsežno delo o vseh vprašanih varnosti pri delu predstavlja rezultate osemletnih naporov več kot 300 avtorjev skupaj s 1000 člani Ameriškega društva varnostnih inženirjev (*American Society of Safety Engineers*), ki so popisali svoje praktične izkušnje. Dva dela obsegata 79 poglavij, ki pokrivajo 12 različnih tematskih

področij, kot so: vodenje varnostne tehnike, komunikacije o nevarnostih in obveščanje delavcev, ravnanje z okoljem, varnost in izobraževanje o zdravju, skupinska varnost, tveganja in nadzor nevarnosti, pripravljenost za ustrezno ukrepanje, protipožarna varnost, industrijska higiena, osebna zaščitna sredstva, ergonomika in upoštevanje človeških faktorjev – vse ob upoštevanju standardov in zakonskih predpisov, stanja znanosti in tehnike, analize stroškov, označevanja in opozarjanja, kriterijev uspešnosti in najboljših izkušenj iz prakse. – *Zal.*: American Society of Safety Engineers, 1800 E. Oakton St. Des Plaines, IL 60018, ZDA, 2008; *ISBN*: 978-1-885531-52-5; *obseg*: 854 strani (1. del), 1064 strani (2. del); *cena*: 189,00 USA (posamezni del); 259,00 USD (oba dela skupaj).

Novi standardi

- [1] **SAE J2470: Hydraulic Fluid Power – Valves – Method for Assessing the Leak Sensitivity to Contaminants** (Fluidna tehnika – Ventili – Metoda ugotavljanja občutljivosti na zatikanje zaradi nečistoče). Novi standard naj služi kot pomoč pri ugotavljanju občutljivosti hidravličnih ventilov na nečistočo.

Dokument opredeljuje postopek preskušanja ventilov pri različnih stopnjah onesnaženja delovnega fluida. Priporočajo se tri stopnje, ki pokrivajo večino področij uporabe hidravličnih ventilov. Postopek omogoča preskušanje brez razstavljanja in tako daje informacije o ustreznosti projektne rešitve sistema. Omogoča ugotavljanje občutljivosti na zatikanje glede na velikost delcev nečistoče.

Uporaba ventilov za različne namene ima tudi različne zahteve

glede sprejemljivosti delovanja. Tako je isti ventil glede občutljivosti na nečistoče lahko povsem nesprejemljiv pri določenih po-

gojih obratovanja in povsem zadovoljuje pri drugih razmerah uporabe. – *Naročilo standarda* na spletnem naslovu: www.sae.org/technical/standards/J2470_2009_01; cena: 61,00 USD.

org/technical/standards/J2470_2009_01; cena: 61,00 USD.

Priporočila

VDMA – Einheitsblatt 24576: Cr(VI)-freie Korrosionsschutzschichten (VDMA priporočilo o korozijski zaščiti brez Cr(VI)) – Po sprejeti evropski direktivi je tudi za stara vozila od 1. julija 2007 prepovedana površinska zaščita sestavnih delov z uporabo Cr(VI) za kromiranje. Čeprav se prepoved ne nanaša neposredno na fluidno tehniko, jo morajo v praksi upoštevati tudi izdelovalci cevi in cevni priključkov. Zaradi jasnosti je tudi VDMA že pred tremi leti sprejel ustrezne predpise. V ta namen so pripravili ustrezno priporočilo VDMA 24576 za zagotavljanje protikorozijske zaščite brez uporabe

Cr(VI). Tako sedaj priporočilo velja tudi za fluidnotehnične sestavne dele, kot so: cevni priključki, merilni priključki, prirobnice, cevne zveze, kovinski deli za pritrditev cevni vodov (objemke, pritrdilne ploščice); adapterji, armatura gibkih cevodov, hidravlične in pnevmatične spojke, cevi in cevovodi, hidravlični ventili (dušilni, tlačni, potni in protipovratni), krmilni bloki ipd. V poštev pridejo na gradbenih, kmetijskih, gozdarskih in rudarskih strojih, pri gradnji stacionarnih strojev in naprav, pri opremljenosti zgradb in drugih gradbenih objektov, na cestnih in terenskih vozilih, v letalstvu ipd.

VDMA 24576 ne velja za vezne elemente (npr. vijake).

Priporočilo so pripravili strokovnjaki poslovnega združenja za fluidno tehniko ob sodelovanju strokovnjakov za galvanizacijo in industrijsko plazemsko površinsko zaščito ter predstavnikov končnih uporabnikov. – *Zal.:* Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin, ZRN; tel.: + 030-2601-2260, faks: + 030-2601; internet: www.beuth.de; e-pošta: postmaster@beuth.de; *dodatne informacije* pa na VDMA Fachverband Fluidtechnik, Jörn Dürer, Lyoner Str. 18, 60528 Frankfurt am Main, tel.: + 069-6603-1652, faks: + 069-6603-2652, e-pošta: joern.duerer@vdma.org

Po O + P 53(2009) 1–2, str. 6
prilagodil Anton Stuček



MOTOMAN robotec d.o.o.

Podjetje za trženje, projektiranje ter gradnjo industrijskih robotskih in fleksibilnih sistemov






VODILNI SVETOVNI PROIZVAJALEC ROBOTOV

MOTOMAN ROBOTEC s proizvodnjo 18.000 robotov letno nudi široko paleto implementacij robotov v različna tehnološka okolja

- .varjenja (MIG/MAG, uporovno, TIG)
- .rezanja (laser, plazma, vodni curek)
- .brušenja oz. površinske obdelave
- .stregre (CNC obdelovalnih strojev, stružnic)
- .tlačni liv
- .čiščenja odlitkov oz. pobiranja srha
- .montaže
- .paletiranja

Naša strokovna ekipa vam nudi celovito rešitev od idejne izvedbe projekta do zagona, usposabljanja in servisiranja.



Naslov: Lepoše 23, 1310 Ribnica, SLOVENIJA

Telefon: + 386 (0)1 83 72 410 + 386 (0)1 83 72 350

Telefax: + 386 (0)1 83 61 243 / www.motomanrobotec.si

E-mail: info@motomanrobotec.si

Zanimivosti na spletnih straneh

- [1] **CAD-podatki za neposredni prenos v lastni računalnik** – www.parker.com – Firma Parker na svojih spletnih straneh ponuja možnost neposrednega prenosa CAD-podatkov na lastni računalnik. S pomočjo eConfiguratorja se lahko želene sestavine neposredno oblikujejo in ustrezni podatki prenesejo na lastni računalnik. V konfiguratorju oblikovani geometrijski podatki se lahko vnašajo v večino CAD-programskih sistemov, kot so: *ProEngineer*, *Autodesk*, *Inventor*, *SolidWorks*, *SolidEdge* ali *CATIA*. Za neodvisno CAD-vizualizacijo sta na voljo *Autodesk-DWF-Viewer* ali *DWF-Format*.
- [2] **Fluidnotehniška bloga** – fluidpowertalk.blogspot.com in michaelference.blogspot.com – Bralci revije *Hydraulics & Pneumatics* lahko vsak mesec spoznajo novosti o razvoju, tehnologiji in industriji fluidne tehnike. Viri podatkov na spletnih straneh se vsak dan spreminjajo, zato je uredništvo H & P na svojih spletnih straneh oblikovalo dva bloga – prvega z naslovom *fluidpowertalk.blogspot.com* in drugega *michaelference.blogspot.com*. V okviru prvega se obravnavajo vsa vprašanja tehnike, tehnologije in znanosti o fluidni tehniki, v okviru drugega pa vprašanja poslovnih možnosti, vodenja, trženja in podobna tematika. Vljudno vabljeni, da spoznate, kakšne novice vam ponujajo, in k tvorbi izmenjavi vaših mnenj in stališč.
- [3] **FT v elektronski knjigarni** – www.hydraulicspneumatics.com – Ne zamudite priložnosti za širitev vašega znanja na področju fluidne tehnike. Revija *Hydraulics & Pneumatics* je nedavno razširila svojo spletno knjigarno z vsemi uveljavljenimi knjižnimi deli avtorja Jacka Johnsona. E-knjigarna tako sedaj ponuja že 18 del. Poleg dveh

- knjig Russla W. Henkeja: *Lightening Reference Handbook* in *Fluid Power systems and Circuits* je na voljo tudi sedem knjig in dve DVD-laboratorijski navodili avtorja J. Johnsona. Med njimi so tudi *Designer's Handbook for Electrohydraulic Servo and Proportional Systems* (četrta izdaja) in *Electrohydraulic Control of Pressure and Cylinder Force*. Izkoristite ponudbo!
- [4] **Mednarodne spletne strani o fluidni tehniki** – www.fpni.net – Profesorica dr. Monica Ivantysynova z univerze Purdue v ZDA na spletnih straneh pod zgornjim naslovom predstavlja namen in zasnovo mednarodne spletne mreže za fluidno tehniko – *Fluid Power net International*.
- [5] **Priročnik za projektiranje fluidne tehnike** – [\[spneumatics.com\]\(http://spneumatics.com\) – Na spletnih straneh revije *Hydraulics & Pneumatics* je med drugim podrobno predstavljen tudi redni letni priročnik za projektiranje fluidne tehnike – *53rd Annual designer's Guide to Fluid Power*. Publikacija poleg zanimivih tem sodobnega projektiranja fluidnotehničnih naprav in sistemov izčrpno prikazuje ponudbo več kot 40 skupin različnih hidravličnih in pnevmatičnih sestavin okoli 900 ponudnikov, predvsem iz ZDA. Navedeni so tudi njihovi podrobni naslovi.

\[6\] **Ponudniki fluidnotehnične opreme v Nemčiji** – \[www.fluid.de\]\(http://www.fluid.de\) – na spletnih straneh revije *Fluid* so predstavljeni tudi spletni naslovi nekaj najaktualnejših dobaviteljev sodobnih sestavin hidravličnih in pnevmatičnih naprav.](http://www.hydraulic-</p>
</div>
<div data-bbox=)

Seznam oglaševalcev

ADEPT PLUS, d. o. o., Postojna	188	LE-TEHNIKA, d. o. o., Kranj	171
CASTROL, d. o. o., Ljubljana	132	M + maziva, d. o. o., Maribor	160
CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	189	MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	93
DOMEL, d. d., Železniki	168	MOTOMAN ROBOTEC, d. o. o., Ribnica	191
DVS, Ljubljana	105	OLMA, d. d., Ljubljana	93
ENERPAC GmbH, Düsseldorf, ZRN	181	OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o, Trzin	93, 185
FESTO, d. o. o., Trzin	93, 194	PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	93
GAZELA, d. o. o., Krško	181	PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	175
HAWE HIDRAVLIKA, d. o. o., Petrovče	96	PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	110
HIB, d. o. o., Kranj	173	PS, d. o. o., Logatec	119
HYDAC, d. o. o., Maribor	118	PTICA ZAVOD, Kranj	107
HYPEX, d. o. o., Lesce	161	SICK, d. o. o., Ljubljana	93
ICM, d. o. o., Celje	150, 151	TEHNOLOŠKI PARK Ljubljana	108
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.) NORGREN, Lesce	93	UL, Fakulteta za strojništvo	101
INEA, d. o. o., Ljubljana	93	UM, Fakulteta za strojništvo, Maribor	104
IPMIT, d. o. o., Ljubljana	107	VISTA HIDRAVLIKA, d. o. o., Žiri	178
Iskra ASING, d. o. o., Šempeter pri Gorici	193		
JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	189		
KLADIVAR, d. d., Žiri	94		
LEOSS, d. o. o., Ljubljana	93		

The background of the advertisement features a dark, textured surface. In the upper left, a computer monitor displays three images of Festo pneumatic components: a long cylinder, a T-junction, and a multi-port manifold. In the lower left, a transparent plastic component, likely a PPS (Proportional Pressure Switch), is shown resting on a keyboard. The keyboard has several keys illuminated with a bright blue light. In the lower right, a glowing blue lens or light source is visible, casting a beam of light onto the text '100% Quality'.

FESTO

Enostavno – dodana vrednost!

Zmanjšanje stroškov! Zagotovitev kakovosti!

Izkoristite inovacije, ki poenostavijo vaše delo – kakor
na primer samonastavljivo končno dušenje (PPS) za
okrogle cilindre.

100%
Quality

Costs

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