



OPL

FESTO

PH
POGLAIN HYDRAULICS
Poclain Driving Values for the Future

OLMA
LUBRICANTS

Parker

IMI
Precision Engineering

SICK
Sensor Intelligence.

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

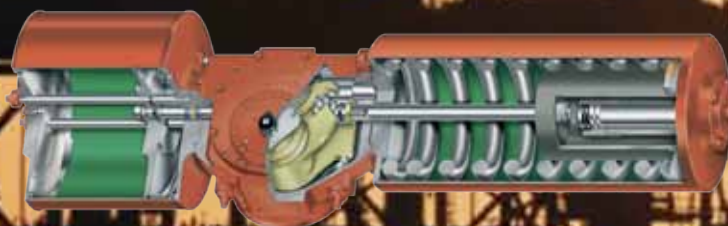
VISTA
HIDRAVLIKA

OMEGA
AIR

- Predstavitev
- Intervju
- Mešalo za dispergiranje velikih količin plina
- Laserske tehnologije v avtomobilski industriji
- Vodenje invertiranega sferičnega nihala z robotom
- Dinamične lastnosti hranilnikov električne energije
- Nadzor nad letalskimi potniki
- Robotika
- Podjetja predstavljajo

ppt commerce d.o.o.

EMERSON
Process Management



BETTIS™ pnevmatski in elektro aktuatorji





FESTO

**Vi želite strokovno znanje.
Vi iščete inovacije.
Mi smo specialisti v vaši panogi.**

**→ WE ARE THE ENGINEERS
OF PRODUCTIVITY.**

Delo s strokovnjaki, ki razumejo vašo panogo. Že desetletja določamo trende v avtomatizaciji, z izkušnjami in osredotočenostjo gradimo poti k maksimalni produktivnosti. Naše izkušnje so ključ do vašega uspeha: od svetovanja do razvoja, treninga, seminarjev in izdelkov. To je kompetentnost v pravem pomenu besede.

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

Impresum	177	■ PREDSTAVITEV	
Beseda uredništva	177	<i>Mitja MORI</i> : Projekt EU FluMaBack	178
■ DOGODKI – POROČILA – VESTI	186	■ INTERVJU	
■ NOVICE – ZANIMIVOSTI	194	■ PROCESNA TEHNIKA	
Seznam oglaševalcev	258	<i>Andrej BOMBAČ</i> : Modificirano diskasto mešalo z asimetričnimi lopaticami za dispergiranje velikih količin plina v fermentorju	204
Znanstvene in strokovne prireditve	257	■ LASERSKO SPAJANJE	
		<i>Damjan KLOBČAR, Janez TUŠEK</i> : Pregled uporabe laserskih tehnologij v avtomobilski industriji	214
		■ MODELIRANJE – SIMULACIJA	
		<i>Žiga PETRIČ Igor ŠKRJANC</i> : Vodenje invertiranega sferičnega nihala z robotom tipa SCARA	220
		■ HRANILNIKI ENERGIJE	
		<i>Marijan ŠPANER</i> : Izboljšanje dinamičnih lastnosti hranilnikov električne energije	228
		■ LETALSTVO	
		<i>Aleksander ČIČEROV</i> : Vsi enaki, vsi sumljivi – nadzor nad letalskimi potniki – boj zoper letalski terorizem	236
		■ ROBOTIKA	
		<i>Janez POGORELC, Suzana URAN, Aleš HACE</i> : Državna robotska tekmovanja za mlade v letu 2015	242
		■ AKTUALNO IZ INDUSTRIJE	
		Ventil za krmiljenje pretokov VZQA (<i>FESTO</i>)	247
		Sistem za zaznavanje poškodb meha v hidravličnih akumulatorjih – BIS (<i>HYDAC</i>)	248
		Virtualizacija toka blaga s tehnologijo RFID v proizvodnji pri Boschu (<i>SICK</i>)	249
		■ NOVOSTI NA TRGU	
		Korak k popolni integraciji varnostne tehnike v avtomatizacijo – varnost NX (<i>MIEL Elektronika</i>)	250
		Novi varnostni moduli G9SE – vsestranski, kompaktni in hitro namestljivi (<i>MIEL Elektronika</i>)	251
		Pnevmatični ventili Parker Viking Lite (<i>PARKER HANNIFIN</i>)	251
		■ PODJETJA PREDSTAVLJAJO	
		Vijačni kompresorji in kompresorske postaje (<i>OMEGA AIR</i>)	252
		<i>Franc ŽABERL</i> : Komponente za avtomatizacijo obdelave in strege v kovinskopredelovalni industriji (<i>FANUC</i>)	254
		■ LITERATURA – STANDARDI – PRIPOROČILA	
		Nove knjige	257
		■ PROGRAMSKA OPREMA – SPLETNE STRANI	
		Zanimivosti na spletnih straneh	258
			175

Naslovna stran:

PPT Commerce, d. o. o. Celovška 334 1210 Ljubljana-Šentvid Tel.: 01 514 23 54 Faks: 01 514 23 55 www.ppt-commerce.si	PARKER HANNIFIN Corporation Podružnica v Novem mestu Velika Bučna vas 7 8000 Novo mesto Tel.: + (0)7 337 66 50 Fax: + (0)7 337 66 51
OPL Avtomatizacija, d. o. o. BOSCH Automation Koncesionar za Slovenijo IOC Trzin, Dobrave 2 1236 Trzin Tel.: + (0)1 560 22 40 Fax: + (0)1 562 12 50	IMI INTERNATIONAL, d. o. o. (P.E.) NORGRN HERION Alpska cesta 37B, 4248 Lesce Tel.: + (0)4 531 75 50 Fax: + (0)4 531 75 55
FESTO, d. o. o. IOC Trzin, Blatnica 8 1236 Trzin Tel.: + (0)1 530 21 10 Fax: + (0)1 530 21 25	SICK, d. o. o. Cesto dveh cesarjev 403 1000 Ljubljana Tel.: + (0)1 47 69 990 Fax: + (0)1 47 69 946 office@sick.si www.sick.si
OLMA, d. d., Ljubljana Poljska pot 2, 1000 Ljubljana Tel.: + (0)1 58 73 600 Fax: + (0)1 54 63 200 komerciala@olma.si	MIEL Elektronika, d. o. o. Efenkova cesta 61, 3320 Velenje Tel: +386 3 898 57 50 Fax: +386 3 898 57 60 www.miel.si www.omron-automation.com
Poclain Hydraulics, d.o.o. Industrijska ulica 2, 4226 Žiri Tel.: +386 (04) 51 59 100 Fax: +386 (04) 51 59 122 info-slovenia@poclain-hydraulics.com www.poclain-hydraulics.com	VISTA Hidravlika, d. o. o. Kosovelova ul. 14, 4226 Žiri Tel.: 04 5050 600 Faks: 04 5191 900 www.vista-hidravlika.si
	OMEGA AIR, d. o. o. C. Dolomitskega odreda 10 1000 Ljubljana Tel.: +386 (0)1 200 68 63 Faks: +386 (0)1 200 68 50 www.omega-air.si

VENTIL
REVUJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

- Predstavitve
- Intervju
- Mešalo za dispergiranje velikih količin plina
- Laserske tehnologije v avtomobilski industriji
- Vodenje invertiranega sferičnega nihala z robotom
- Dinamične lastnosti hranilnikov električne energije
- Nadzor nad letalskimi potniki
- Robotika
- Podjetja predstavljajo

PPT commerce d.o.o.
EMERSON Process Management
BETTIS pnevmatski in elektro aktuatorji



HITREJE NAPREJ

MOS^{48.}

Celjski sejem, 8.-13. september 2015

6
sejemskih
dni,
od torka do
nedelje

● Ne pustite se prehiteti!

- **Osebni stik, prepoznavnost in velik obisk** – največje prednosti MOSa po prepričanju razstavljalcev
- **Vse na enem mestu, lokacija sejmišča, novosti in tradicija** – največje prednosti MOSa kot jih navajajo obiskovalci

Pridružite se nam in si zagotovite prednost pred konkurenco!

Dobro je vedeti!

- **Dobre prakse zadnjega sejma bodo dobile ugodne dodatke** (simbolična vstopnina prvi dan sejma, cenejše vstopnice po 16. uri, ugodnejše cene gostinskih storitev ...)
- **Brezplačne e-vstopnice za vsak m² najetega razstavnega prostora** (PRIMER: 50 m² = 50 brezplačnih unovčenih e-poslovnih vstopnic).
- **b2b srečanja za nove poslovne priložnosti**



Novosti, ki jih ne smete zamuditi:



Zgodba o lesu

Celostna predstavitev gozdno-lesne verige



Kamping & Outdoor ponudba

1. velika razstava kampinga in karavaninga



Največja predstavitev kitajskega gospodarstva v regiji

Premium Brands China (8.-11. september, sejemska dvorana A)



© Ventil 21 (2015) 3, Tiskano v Sloveniji.
Vse pravice pridržane.
© Ventil 21 (2015) 3, Printed in Slovenia.
All rights reserved.

Impresum

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

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

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

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

Letnik	21	Volume
Letnica	2015	Year
Številka	3	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

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

Oblikovanje naslovnice:
Miloš NAROBÉ

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

Lektoriranje:
Marjeta HUMAR, prof., Brigita Orel

Računalniška obdelava in grafična priprava za tisk:
Grafex, d.o.o., Izlake

Tisk:
PRESENT, d. o. o., Ljubljana

Marketing in distribucija:
Roman PUTRIH

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

Naklada:
1500 izvodov

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

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

Revija Ventil je indeksirana v podatkovni bazi INSPEC.

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

Optimizem



V Sloveniji se zadnje leto gospodarska rast stalno zvišuje in statistično že več mesecev beležimo deflacijo. To sta dve znamenji, ki vlivata upanje v nadaljnji razvoj in napredek gospodarstva in večanje blaginje. To sta najpomembnejša pokazatelja stabilnosti na vseh področjih v državi in za optimizem prebivalstva v bodoče.

Podroben pregled podatkov pokaže, da so h gospodarski rasti največ prispevali industrija, turizem in proizvodi za izvoz, predvsem v zahodnoevropske države. Po statističnih podatkih je bila domača potrošnja, ki je tudi gonilo razvoja, zelo

skromna in je komaj zabeležila pozitivno rast.

Glavni generator gospodarske rasti je bil izvoz, ki je v zadnjem letu in pol naraščal ter pozitivno vplival na rast. V zadnjem četrtletju se je povečal za 8,4 odstotka, predvsem zaradi večjega izvoza blaga, ki je porasel za 9,5 odstotka, pri tem najbolj izvoz motornih vozil in delov za svetovno avtomobilsko industrijo. Izvoz proizvodov se je v celotnem letu 2014 povečal za 6,3 odstotka.

Skupna dodana vrednost gospodarstva se je v četrtem četrtletju leta 2014 zvišala za 3,2 odstotka, kar je 0,5 odstotne točke manj kot v tretjem četrtletju istega leta, ko se je zvišala za 3,7 odstotka.

Slovenija je imela letos februarja na mesečni ravni 0,2-odstotno inflacijo, na letni ravni pa znova deflacijo, in sicer 0,4-odstotno. K padcu cen na letni ravni so najbolj pripomogli cenejši naftni derivati, tekoča goriva so bila za 16,8 odstotka cenejša kot februarja lani, pogonska goriva pa za 11,2 odstotka.

V Sloveniji pa se v takšnih primerih vedno najdejo številni, ki si pripisujejo zasluge za rast, in še številnejši, ki si želijo na ta račun odrezati večji kos pogače kot do sedaj in kot jim glede na vloženo delo pripada. Ponovno so številni dvignili glas proti varčevanju in številni, ki razlagajo, da je deflacija ovira za rast in napredek gospodarstva. Kot vedno so tudi v tem primeru najglasnejši sindikati, javni uslužbenci, zdravniki in še drugi, ki niso prav nič prispevali k opisani gospodarski rasti.

Iz zapisanega popolnoma jasno sledi, da smo bili tehniki in naravoslovci ponovno tisti, ki v Sloveniji zvišujemo gospodarsko rast. Tisti, ki veliko sodelujemo s slovensko industrijo, smo resnično optimistični. Prav užitek je opazovati in se pogovarjati s številnimi majhnimi, srednjimi in tudi velikimi podjetniki, ki imajo veliko idej, načrtov in planov za dvig svoje proizvodnje in povečanje izvoza. To se dogaja v celotni Sloveniji, po skoraj vseh pokrajinah. Že ob površni analizi zelo hitro ugotoviš, da so to tehnično izobraženi ljudi s področja strojništva, elektrotehnike in tudi metalurgije. Zopet se je izkazalo, da je vlaganje v industrijo, v tehnično in naravoslovno izobraževanje ter v tehnično znanje ljudi najbolj smiselno za razvoj slovenske države. Ponovno lahko zapišemo, da v številnih primerih lahko brezposelni tehnik, inženir, naravoslovec prične s proizvodnjo svojega produkta, ki je usmerjena direktno v izvoz ali pa posredno preko večjega proizvajalca prav tako v izvoz. Za druge mlade družboslovno izobražene diplomante je ta pot mnogo težja. Kdaj bodo to v tej državi doumeli tisti, ki so odgovorni za izobraževanje.

Pri tem nastopi resno vprašanje, kdaj bodo tisti, ki delajo za razvoj in se trudijo za dvig gospodarske rasti, lahko sami razpolagali z zasluženim denarjem in sami odločali, koliko ga bodo namenili za razvoj in koliko za družbene potrebe. Predvsem bi morala država znižati davčne obremenitve podjetnikov in znižati obremenitve najnižjih plač. S tem bi tisti, ki imajo najnižje plače, lahko prejeli višji osebni dohodek, s čimer bi se v državi povečala potrošnja in tudi na ta način dvignil družbeni proizvod.

Nisem pa slišal od politika, sindikalista ali drugega javnega delavca, ki bi se zavedal in razložil, da deflacija številnim dviguje standard. Ljudje, ki prejemajo vsak mesec enak dohodek v evrih, za ta denar lahko dobijo več dobrin.

Slovenskemu človeku je tehnika že več stoletij gensko prirojena. Prav zato je slovenski človek inovativen, priden in zelo marljiv. Vsako jutro zgodaj vstane, se grdo drži, gre v službo, dela in je produktiven. Nekoliko težje tak človek dela v turizmu in nekoliko težje zjutraj s prijaznostjo streže zajtrk. Iz tega tudi sledi, da je bolj smiselno vlagati v industrijo kot v turizem.

Janez Tušek

Projekt EU FluMaBack

V razvoj podpornih komponent v UPS-sistemih na osnovi gorivnih celic vključeno slovensko znanje

Mitja MORI

Ena izmed prioritet raziskav na področju energetike je razvoj sistemov za trajnostno izrabo predvsem okolju prijaznih virov energije. Ob tem, ko je glavni poudarek raziskav na razvoju novih tehnologij, pa obstaja pomemben potencial v razvoju podpornih (angl. Balance of Plant – BoP) komponent, ki zagotavljajo optimalno delovanje celotnega sistema. Projekt FluMaBack (slovenski prevod: razvoj podpornih komponent za pripravo delovnih snovi za izboljšanje delovanja sistemov brezprekinitvenega napajanja z gorivnimi celicami) je namenjen izboljšavam obstoječih in razvoju novih podpornih komponent v sistemu brezprekinitvenega napajanja (Uninterrupted Power Supply – UPS) na osnovi polimernih (PEM) gorivnih celic s poudarkom na puhalu za zrak, obtočnem puhalu za vodik, prenosniku toplote in vlažilniku zraka. Glavni cilji so izboljšanje celotnega energijskega izkoristka, območja delovanja podpornih komponent, podaljšanje življenjske dobe sistema ob hkratnem znižanju proizvodnih stroškov BoP-komponent in celotnega sistema.

Iz Slovenije so v projekt vključeni kar trije izmed desetih partnerjev v konzorciju projekta: **Fakulteta za strojništvo** (Laboratorij za termenergetiko), **Inštitut Jožef Stefan** (Odsek za sisteme in vodenje) in **Domel, d. d.**, kot zelo pomemben partner iz industrije. Vsi so intenzivno vključeni v razvoj BoP-komponent, od katerih sta puhalo za dobavo zraka in obtočno puhalo za

vodik proizvod Domela. Vsi nudijo potrebno znanje ostalim partnerjem pri razvoju vlažilnika zraka in prenosnika toplote, proaktivno so vključeni v proces diseminacije rezultatov in vrednotenja okoljskih vplivov izdelave in delovanja UPS-sistema v celotni življenjski dobi. Osnovni namen uporabe sistema brezprekinitvenega napajanja je kot »back-up« sistem na področju telekomunikacij.

Projekt, v katerega je vključenih 10 partnerjev iz štirih držav, je razdeljen na sedem delovnih sklopov. Glavni koordinatorski Electro Power Systems iz Torina je končni proizvajalec UPS-sistema dveh različnih nazivnih električnih moči – 3 kWe in 6 kWe. Srce sistema brezprekinitvenega napajanja (v nadaljevanju UPS-sistem) predstavlja polimerna gorivna celica nizozemskega podjetja Nedstack, ki ji je potrebno dodati pomembne podporne komponente, ki bodo zagotovile idealne pogoje za delovanje celice in ob tem za svoje delovanje ne bodo

potrebovale veliko energije. Glavni razvoj je tako usmerjen v puhalo za zrak, vlažilnik zraka, prenosnik toplote, obtočno puhalo za vodik in izboljšano integracijo podpornih komponent v sistem za zanesljivejše obratovanje z višjim energijskim izkoristkom. Razvojne ekipe so na začetku projekta razpolagale z nekaterimi že obstoječimi komponentami, ki pa so bile predimenzionirane, predrage ali pa njihove obratovne karakteristike niso ustrezale obratovalnim zahtevam.

Na *sliki 1* so prikazane osnovne komponente, ki so predmet raziskav in razvoja. Puhalo za zrak in obtočno puhalo za vodik, ki je nov proizvod, proizvaja slovensko podjetje **Domel** iz Železnikov, eden izmed ključnih partnerjev projekta z dolgoletnim uspešnim delom na tem področju. Prenosnik toplote in nov odtočni sistem za kondenzat je proizvod podjetja **Onda** iz Italije, vlažilnik vstopnega zraka, ki prav tako predstavlja nov proizvod, pa je razvilo podjetje **Tubiflex**, prav tako



Slika 1. Shema osnovne zasnove sistema s podpornimi komponentami

Doc. dr. Mitja Mori, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

FLUMABACK

Fluid Management component improvement for Back up fuel cell systems

iz Italije. Integracija komponent in meritve delovanja potekajo ločeno v **Nedstacku** na Nizozemskem in **Environment Parku** v Torinu v Italiji. **Fakulteta za strojništvo**, natančneje Laboratorij za termoenergetiko pod vodstvom prof. Sekavčnika, ima pomembno vlogo v delovnih sklopih podpore proizvajalcem komponent z znanji numeričnih simulacij tokovnih razmer v podpornih komponentah in pri vrednotenju okoljskih vplivov sistema (Life Cycle Assessment) v fazi proizvodnje in delovanja sistema. Tretji slovenski partner **Inštitut Jožef Stefan** (Odssek za sisteme in vodenje) nudi vso potrebno podporo proizvajalcem komponent pri avtomatizaciji, meritvah, diagnostiki in krmiljenju komponent in celotnega sistema, da ta deluje zanesljivo, z manj nepredvidenimi zaustavitvami in posledično dosega višji energijski izkoristek ter daljšo življenjsko dobo.

Vodikovo obtočno puhalo in vlažilnik zraka sta povsem nova izdelka, razvita v okviru projekta FluMaBack, medtem ko je bilo puhalo za zrak s pomočjo dolgoletnih izkušenj in znanja podjetja Domel predhodno razvito in prilagojeno obratovalnim zahtevam, ki jih narekuje narava delovanja gorivne celice. Najintenzivnejši razvoj je v Domelu potekal na povsem novem obtočnem puhalu za vodik, pri čemer se je zaradi posebnih lastnosti vodika kot delovnega medija pokazalo, da optimizacija delovanja in še posebej doseganje ustrezne življenjske dobe predstavljata velik izziv pri razvoju. Za vodik so značilne njegove izredno majhne molekule, zato je tesnjenje močno oteženo. Poleg tega vodik ni združljiv z nekaterimi materiali, običajno uporabljenimi za tesnila, maziva in druge dele puhal, zato je bilo potrebno poiskati ustrezne alternative. Pomemben izziv je zagotavljanje ustrezne življenjske dobe komponent, od

katerih je odvisna tudi življenjska doba celotnega sistema. Tako komponente kot celoten sistem naj bi obratovali vsaj 10.000 ur brez večjih posegov in potrebe po vzdrževanju. Izdelani so bili trije prototipi, zadnji je prikazan na *sliki 2*.

Za optimiranje podpornih komponent v UPS-sistemu je potrebno temeljito poznavanje dinamike tekočin v vseh delih sistema, kot npr. v vlažilniku na *sliki 3*. Le tako je mogoče doseči zelene obratovalne karakteristike posameznih komponent, ki zagotavljajo doseganje predvidenih karakteristik sistema. Ekipa Laboratorija za termoenergetiko Fakultete za strojništvo je v projektu nudila potrebno numerično podporo v fazi optimiranja in razvoja komponent.

Poleg funkcionalnih zahtev pa predstavlja poseben izziv življenjska doba komponent. Za njeno podaljšanje morajo biti komponente robustnejše in odporne na okvare ter poškodbe, kar pa je običajno povezano z večjo porabo materiala in energije za izdelavo. Veliko zahtev projekta se tako medsebojno izključuje, zato je iskanje optimalne rešitve toliko bolj kompleksen izziv.

Kot ena izmed zahtev projekta je tudi vrednotenje okoljskih vplivov proizvodnje in delovanja UPS-sistema. Obseg osnovne študije, ki jo je



Slika 2. Puhalo za vodik

Fluid Management component improvement for Back up fuel cell systems – FluMaBack

www.flumaback.eu

• • •

Referenca:

FCH JU 301782

Področje:

SP1-JTI-FCH.3: Proizvodnja električne energije & SPTE

Tip:

Raziskave in tehnološki razvoj

Tema:

SP1-JTI-FCH.2011.3.3: Izboljšanje komponent za stacionarne sisteme proizvodnje električne energije

Začetek:

1. julij 2012

Konec:

30. junij 2015

Trajanje:

36 mesecev

Proračun:

4.44 milijonov €

Sofinanciranje:

2,77 milijonov €

• • •

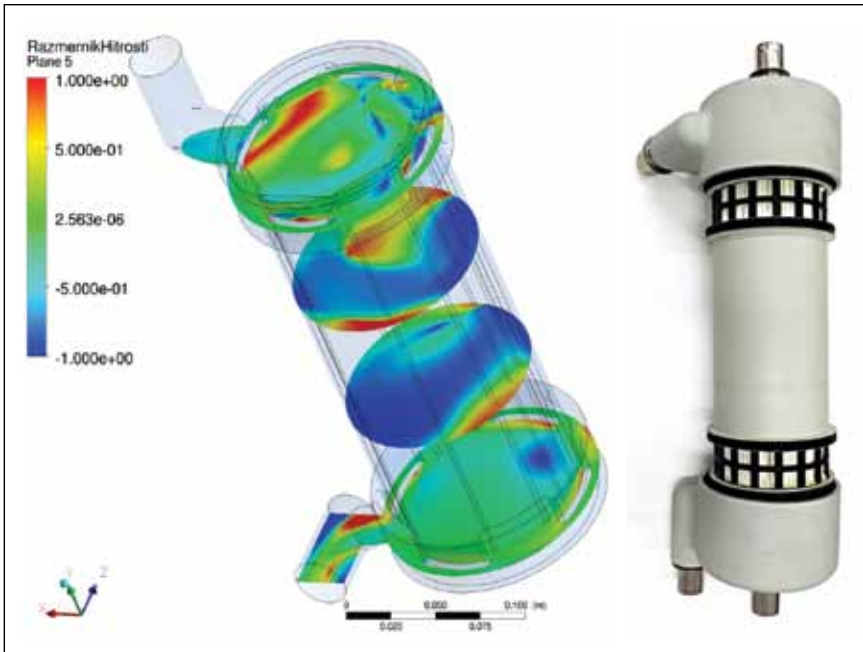
Glavni cilji:

- izboljšanje delovanja podpornih (BoP) komponent s stališča zanesljivosti
- podaljšanje življenjske dobe podpornih (BoP) komponent
- znižanje proizvodnih stroškov komponent
- poenostavitev procesa izdelave in sestavljanja sistema
- izboljšanje energijskega izkoristka sistema

• • •

Glavni poudarki:

- puhalo za zrak
- obtočno puhalo za vodik
- prenosnik toplote
- vlažilnik zraka



Slika 3. Vlažilnik zraka: prototip (levo), hitrostne razmere znotraj vlažilnika zraka (desno)

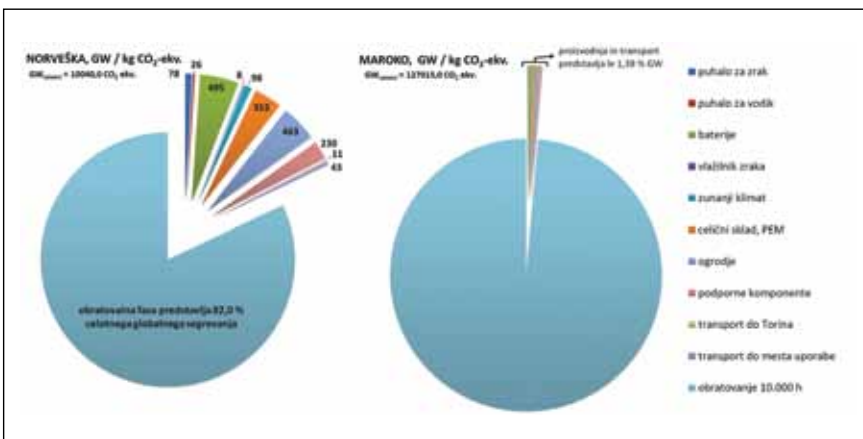
izvajala Fakulteta za strojništvo, je od začetka do konca obratovalne dobe sistema – 10.000 ur ali 10 let. Podrobno so analizirani okoljski vplivi znotraj proizvodnega procesa in primerjava s fazo obratovanja, pri čemer sta v obratovalni fazi analizirana dva primera lokacij končne uporabe UPS-sistema kot back-up sistem na področju telekomunikacij: Marakeš (Maroko) in Oslo (Norveška) (slika 4). Proizvodnja vodika v obeh primerih poteka z elektrolizo vode, vendar gre dejansko za ekstremna primera, saj v Maroku kar 91 % električne energije proizvedejo iz fosilnih goriv, medtem ko na Norveškem kar 95 % električne energije v energijski mešanici proizvedejo hidroelektrarne.

Pomemben rezultat okoljske analize je ugotovitev, da so vodikove tehnologije z okoljskega vidika primernejše za uporabo v sistemih brezprekinitvenega napajanja od konvencionalnih tehnologij (motor z notranjim zgorevanjem). Zmanjševanje okoljskih vplivov proizvodnje in skrb za trajnostni odnos do okolice so pomembne prioritete za mnoga podjetja, v prihodnosti pa lahko pričakujemo še večji razmah takšne miselnosti. Kljub vsemu je treba poudariti, da k negativnim okoljskim vplivom največ prispeva faza obratovanja. To pomeni, da so ključnega pomena način pridobivanja vodika in obratovalne karakteristike podpornih komponent in s

tem celotnega sistema, ki bistveno vplivajo na porabo vodika med obratovanjem.

Eden izmed ciljev projekta je analiza trga in priložnosti s stališča podpornih komponent kot tudi celotnega UPS-sistema. Trenutno je na trgu v začetni fazi in z le malo resne konkurence vlažilniku zraka in puhalu za vodik, nekoliko večja je konkurenca na področju puhalu za zrak in celotnega UPS-sistema. Celotna poslovna strategija, preboj tehnologije in komercializacija temeljijo na naslednjih predpostavkah: uporaba v severni Afriki kot back-up sistem na območjih z dnevnimi do triurnimi prekinitvami dobave električne energije (ok. 1000 h/leto), potreba severne Evrope po UPS-sistemih v telekomunikacijskih aplikacijah z izpadi električne energije okoli 200 h letno, potreba v državah v razvoju po sistemih z integrirano uporabo OVE (sonce, veter) z dodanim elektrolizerjem za proizvodnjo vodika ter hranilnikom vodika.

Projekt se zaključi julija 2015. V sklepnih fazi potekajo intenzivna testiranja obratovalnih karakteristik in zadnje izboljšave komponent. Nekatere komponente bo mogoče uporabiti tako v manjši, 3-kilovatni, kot tudi v večji, 6-kilovatni, izvedbi UPS-sistema, kar bo v prvi vrsti ugodno vplivalo na proizvodne stroške. Pri razvoju takšnih komponent je vendarle treba upoštevati izrazito različne zahteve obeh različnih sistemov, saj večji sistem zahteva dvojno količino zraka in vodika, generira dvojno količino toplote itd. S tem je potrebno sprejeti tudi določene kompromise glede obratovalnih karakteristik. V okviru projekta je bila dosežena večina zastavljenih ciljev, poleg tega pa so pomemben rezultat tudi nova znanja in izkušnje na področju vodikovih tehnologij ter njihovega vpliva na okolje in trajnostni razvoj. K temu rezultatu so dali bistven prispevek tudi slovenski partnerji, ki jim je tako projekt FluMaBack omogočil še en korak v prodoru na zahteven in hitro rastoč trg vodikovih tehnologij.



Slika 4. Globalno segrevanje za fazo proizvodnje in obratovanja 10.000 h – levo Oslo, desno Marakeš

IFAM

international trade fair of
automation & mechatronic



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



27.-29.01.2016

Celje, Slovenija
www.icm.si

Skrbi smo letalci tako rekoč dolžni pustiti na tleh – Breda Šprajcar pilotka helikopterja v Letalski policijski enoti

Aleksander ČIČEROV

Večkrat slišimo, da nas je nekaj »potegnilo«. Ko se tako pogovarjam z ljudmi, ki so si izbrali najlepši poklic pod »svobodnim soncem«, v njihovih odgovorih začutim, da jih je »potegnilo« med letalce. Tudi našo današnjo sogovornico, ki se je izšolala za pilotko helikopterja, njeno delo pa je v korist vsem, ki potrebujejo hitro in učinkovito pomoč tudi v vremenskih razmerah, ki lahko zelo otežijo njeno delo. Sooča se s hudo bolnimi, poškodovanimi in kako drugače nemočnimi ljudmi in opravlja naloge, ko so ogrožena življenja in varnost ljudi. In z vsem srcem ji verjamemo, da je vesela, ko nalogo uspešno opravi!

Ventil: Ste imeli vzornico(ka) ali ste se sami odločili za poklic pilotke helikopterja?

Breda Šprajcar: Moj oče je športni pilot in me je večkrat vzel sabo na leško letališče, tudi letet sem šla z njim. Ko sem bila stara 16 let, me je zamikalo, da bi pilotirala tudi sama. V leškem aeroklubu sem se vpisala v tečaj za jadralnega pilota. Takrat me je letenje popolnoma prevzelo

in zaželela sem si, da bi postala poklicna pilotka.

Ventil: Kako je potekalo vaše šolanje za letalski poklic?

Breda Šprajcar: Po končani gimnaziji sem se vpisala na Fakulteto za strojništvo, letalska smer. Med študijem sem pridobila licenco športnega pilota na letalih. Po diplomi sem se za-

poslila v podjetju Flycom, ki za svoje delo uporablja tudi helikopterje. To je bil moj prvi stik s helikopterji in navdušili so me. Pridobila sem veliko izkušenj na področju helikopterskih operacij in opravila licenco športnega pilota na helikopterju. Ko se je ponudila priložnost za delovno mesto pilota v Letalski policijski enoti, sem jo z veseljem izkoristila in pri policiji sem se najprej izšolala za poklicno pilotko helikopterja. Vsa moja nadaljnja šolanja so potekala in še tečejo v okviru Letalske policijske enote.

Ventil: Čemu ste se odrekli, da bi dosegli vaš cilj?

Breda Šprajcar: Teško bi rekla, da sem se čemurkoli odrekla. Letenje je bilo moja velika želja in cilj in moje življenje je potekalo skladno s tem. Študij letalstva, preživljanje časa v aeroklubu, učenje letenja, ... to so bile stvari, ki so me veselile in zanimale. Seveda so bili tudi težki in zahtevni trenutki, a nanje sem gledala kot na del poti pri uresničevanju svoje želje.

Ventil: Opišite, prosim, na katerih helikopterjih (letalih) ste se šolali in s katerim tipom helikopterja največ letite?



Na ploščadi Letalske policijske enote na letališču Jožeta Pučnika



V kokpitu helikopterja AB212

Breda Šprajcar: Jadrarno sem se šolala na Blanikih L-13 in L-23. Motorno šolanje sem opravila na Cessni 150 in kasneje še na Cessni 172. Svoje prve pilotske helikopterske ure sem opravila na helikopterju z batnim motorjem Schweizer 300C. V Letalski policijski enoti pa je začetno šolanje potekalo na helikopterju Agusta Bell 206 – Jet Ranger. Kasneje sem opravila še šolanje za tip helikopterja Agusta Bell 212/412. Trenutno največ letim na helikopterju Agusta Bell 212. Največje število ur letenja pa imam na tipu AB 206 – Jet Ranger.

Ventil: Kakšen je vaš delovni dan?

Breda Šprajcar: Moj delovni dan se običajno začne ob 8. uri, in sicer s skupnim brifingom vseh, ki smo ta dan v službi. Pregledamo naloge, ki nas čakajo ta dan, tehnično stanje helikopterjev, vreme, letalska in policijska obvestila ter podobno. Glede na dodeljene zadolžitve je odvisen potek mojega delovnega dne. Če sem v vlogi člana dežurne posadke (dežuramo za policijske intervencijske naloge ter za humanitarne naloge – helikoptersko nujno medicinsko pomoč, medbolnišnične prevoze, prevoze inkubatorja ter reševanje v gorah), potem ves dan redno pre-

gledujemo vremensko situacijo po vsej državi, letalska obvestila, spletne kamere in podobno. Tako smo lahko vnaprej pripravljene in poletimo takoj, ko prejmemo urgentni klic. Takšni dnevi so najbolj nepredvidljivi, včasih je urgentnih nalog več v enem dnevu, kakšen dan ni nobene. Dnevno dežurstvo zaključimo ob 20. uri, ko ga prevzame nočna posadka.

V delovnih dneh, ko opravljam vnaprej načrtovane naloge, na primer nadzor državne meje, različna usposabljanja in druge policijske naloge, pa pred načrtovano nalogo pripravim vse potrebno za let. Takšna priprava je običajno sestavljena iz brifinga vseh sodelujočih, dogovorimo se, kaj in kje bomo delali, kje so predvideni pristanki, koliko časa bomo leteli, kako bomo komunicirali in podobno. Glede na te informacije se pripravim na let še z letalskega vidika: preverim vremensko stanje in napovedi, letalska obvestila (NOTAM-e), karte letališč, terene za zunajletališke pristanke, možnosti točenja goriva in drugo.

Velik del letalskega poklica poteka na tleh, od že omenjenih priprav pred letenjem so tu še vodenje letalske dokumentacije, analiza opravljenega dela po letenju, različna usposabljanja in trenaja.

Ventil: Pri svojem delu se srečujete z različnimi nalogami. Kaj je za vas najtežje? Kaj vas posebej razveseli?

Breda Šprajcar: Najtežje z letalskega vidika so zahtevne razmere v zraku pri določeni nalogi: neugodno vreme, drug promet v zraku, tehnične zmogljivosti helikopterjev. S čisto človeškega vidika pa je včasih težko, ko se soočamo s hudo obolelimi ali poškodovanimi pri prevozi helikopterske nujne medicinske pomoči in pri zahtevnejših policijskih nalogah, kjer so ogrožena življenja ali varnost ljudi.

Najbolj me, seveda, razveselijo vse uspešno opravljene naloge.

Ventil: V zadnjem času zelo odmevata helikopterski nesreči: trčenje dveh helikopterjev v Argentini in nesreča pri Beogradu. Ste o morebitnih vzrokih razpravljali s kolegi piloti? O vzrokih letalski strokovnjaki še ugi-bajo. Kako je mogoče, da se ob jasnem vremenu dva helikopterja srečata na istem mestu?

Breda Šprajcar: O obeh nesrečah smo se pogovarjali s kolegi, še posebej o nesreči pri Beogradu. Sliši se nemogoče, da ob jasnem vremenu trčita dva zrakoplova, a vsi, ki letimo, vemo, kako kompleksno je lahko delo v zraku – letenje je preplet več nalog hkrati: upravljanje zrakoplova, opazovanje zračnega prostora, komunikacija s kontrolo letenja in upoštevanje njihovih navodil, nadalje komunikacija med člani posadke in eventualno še operativna komunikacija znotraj opravljane naloge. Potem sta tu še navigacija in vre-



Pred pristankom v bazi, po letu helikopterske nujne medicinske pomoči. Marec 2015.



Pred pristankom v bazi, po letu helikopterske nujne medicinske pomoči. Marec 2015.

menska situacija. Močno sonce, na primer, je včasih lahko zelo moteče pri opazovanju drugega prometa v zraku. Tudi v primeru veččlanske posadke lahko pride v določenem spletu neugodnih okoliščin in povečanega obsega dela v kokpitu do incidenta ali nesreče. Največ nesreč v letalstvu se zgodi zaradi več neugodnih dejavnikov.

Ventil: *Kako poteka vaše letalsko izpopolnjevanje (teoretično in praktično)?*

Breda Šprajcar: Letalsko izpopolnjevanje in trenaža potekata različno. Če gre za obnavljanje znanja, t. i. trenažo ali podaljševanje ratingov za tipe helikopterjev, potem to opravimo znotraj naše enote, s svojimi učitelji letenja in izpraševalci. Določena dopolnilna šolanja, na primer šolanje za letenje z očali za nočno gledanje ali prešolanje na druge tipe helikopterjev, tudi opravimo znotraj enote, v okviru naše letalske šole. Letenje na simulatorjih, na katerih se urimo predvsem v izrednih postopkih in postopkih v sili, pa izvršimo v tujini, kjer prisostvujejo tamkajšnji inštruktorji. Praviloma

za vsa izpopolnjevanja velja, da se pričnejo s teoretičnim delom, ki mu sledita še praktični del in na koncu preizkus znanja in usposobljenosti.

Ventil: *Katere licence že imate?*

Breda Šprajcar: Moja prva licenca je bila licenca pilota jadralnega letala. Ta, žal, ni več aktivna, si jo pa nekoč v prihodnosti želim zopet obnoviti in aktivno jadрати, saj je ta vrsta letenja res čudovita. Kar se tiče letal, imam veljavno licenco športnega pilota, ki jo obnavljam v svojem privatnem času. Na poklicnem področju imam licenco poklicnega pilota helikopterja, ki jo trenutno nadgrajujem v licenco prometnega pilota helikopterja.

Ventil: *Vas poklic pilotke helikopterja izpolnjuje? Ste kdaj razmišljali o kakšnem drugačnem poklicu?*

Breda Šprajcar: O drugačnih poklicih sem razmišljala, preden sem pred šestnajstimi leti sama začela pilotirati. Od takrat dalje pa ne. Poklicno letim sedmo leto in ta poklic me izpopolnjuje, še več, tu vidim pred

seboj še mnogo izzivov. Sicer pa se v splošnem trudim ohranjati neko širino v življenju, poleg letalstva me zanimajo še druge stvari in si ne želim, da bi se moj svet skrčil izključno na letalstvo. A vsekakor ima zelo posebno in pomembno mesto v mojem življenju, lahko rečem, da me je zasvojilo, tako da bo najverjetneje vedno prisotno v mojem življenju, na takšen ali drugačen način.

Ventil: *Delo pilota je zelo zahtevno in odgovorno. Kako skrbite za vašo dobro fizično formo in počutje? Ko odhajate v službo, pustite skrbi doma?*

Breda Šprajcar: Delo pilota je vsekakor zahtevno in odgovorno. Rada se ukvarjam s športom, kar pripomore k dobremu fizičnemu stanju, za dobro počutje pa poskrbijo moji najdražji, družina in prijatelji, potem pa še kakšna urica časa za moje hobije. Skrbi smo letalci tako rekoč dolžni pustiti na tleh. Če se iz kakršnegakoli razloga ne počutimo dobro, ne smemo opravljati nalog člana posadke.

Ventil: *Veliko se govori o električnih letalih, pa o tistih na sončno energijo. Je to prihodnost letalstva?*

Breda Šprajcar: Z ekološkega vidika je vsekakor dobra alternativa. Z ostalih vidikov pa si ta hip ne drznem napovedovati prihodnosti na tem področju.

Ventil: *Dovolite, da se vam v imenu uredništva Ventila toplo zahvalim za prijeten pogovor in vam zaželim še veliko uspešnih reševanj in lepih trenutkov v helikopterju.*

*Mag. Aleksander Čičerov,
Univerza v Ljubljani,
Fakulteta za strojništvo*

*Foto: Uroš Podlogar
www.uropodlogar.com*



**DRUŠTVO
VZDRŽEVALCEV
SLOVENIJE**

DVS 2015

www.drustvo-dvs.si



25.

**TEHNIŠKO POSVETOVANJE
VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE**
Otočec | 15. in 16. oktober 2015
www.tpvs.si

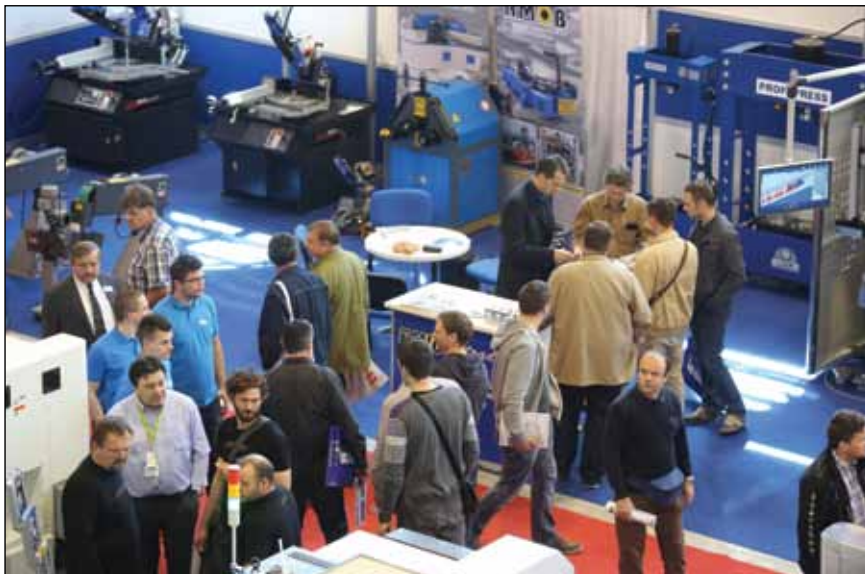
Industrijski četverček v Celju izpolnil pričakovanja razstavljalcev in obiskovalcev

Štirje strokovni industrijski sejmi **Forma tool**, **Plagkem**, **Graf&Pack** ter **sejem Varjenje in livarstvo**, ki so od 21. do 24. aprila potekali v Celju, so uspešno izpolnili svoje poslanstvo. Odlični odzivi obiskovalcev in razstavljalcev, ki izpostavljajo velik pomen sejmov za regijo in jim napovedujejo možnost za nadaljnjo rast, izhajajo iz optimizma in novega zagona industrije. Potem ko je organizatorju, družbi Celjski sejem, uspelo pritegniti na sejmišče največjo ponudbo domače in tuje industrije zadnjih let, so veseli tudi dobrega odziva obiskovalcev. Teh so v štirih sejemskih dneh naštel več kot na zadnjih sejmih, saj je sejmišče obiskalo več kot 12.100 obiskovalcev iz Slovenije in tujine (slednjih je bilo kar 13 % obiskovalcev)

Poleg obiskovalcev iz Slovenije so bili med gosti številni tujci, tako iz držav Balkanskega polotoka (BiH, Črna gora, Grčija, Hrvaška, Makedonija, Romunija, Srbija) ter držav srednje in zahodne Evrope (Avstrija, Češka, Francija, Italija, Madžarska, Nemčija, Nizozemska, Poljska, Slovaška, Švedska, Švica). Celjske industrijske sejme so obiskali tudi Rusi, Japonci, Tajvanci, Turki in Američani.

Ogled sejemske ponudbe in novosti glavni razlog za obisk sejmišča

Rezultati raziskave, ki jo v Celjskem sejmu redno izvedejo med razstavljalci in obiskovalci sejmov, med drugim kažejo, da je obiskovalce sejmsko dogajanje navdušilo, saj jih je več kot 95 % navedlo, da so sejmi izpolnili njihova pričakovanja. To se izraža tudi v oceni sejmov, saj so si sejmi prislužili povprečno oceno 4,3 (na 5-stopenjski lestvici).



Na štirih industrijskih sejmih 2015 so v Celju zabeležili več obiskovalcev

Obiskovalci so sicer kot najpogostejši razlog obiska sejmov navajali ogled sejemske ponudbe in novosti, sejme pa so obiskali, ker je sejmska vsebina povezana z njihovim delom oz. so z njimi povezani tako poslovno kot zasebno. Zelo spodbudna pa je tudi napoved ponovnega obiska sejmov, saj je več kot 70 % obiskovalcev že odločenih, da bodo sejme ponovno obiskali (samo 1 % jih ponovnega obiska ne načrtuje).

Skoraj 60 % razstavljalcev na sejmu do novega posla

Zelo dobre ocene obiskovalcev sejmišča se odražajo tudi v odzivu razstavljalcev. Več kot 97 % razstavljalcev je namreč svoj nastop na sejmih ocenilo za uspešen (več kot petina jih je nastop ocenila celo kot zelo uspešen). Da je sejem izpolnil njihova pričakovanja, je navedlo več kot 83 % anketiranih razstavljalcev. 78 % jih je bilo zadovoljnih z obiskom na svojem razstavnem prostoru, skoraj 60 % jih je tudi navedlo, da so na sejmu sklenili nov posel. Med njimi se jih je največ dogovorilo za poslovni sestanek z novim poslovnim partnerjem, sledil je podpis nove pogodbe o sodelovanju.

Zadovoljstvo s sejemskim nastopom se izraža tudi v napovedi ponovnega sodelovanja na sejmu, saj je več kot 80 % razstavljalcev že odločenih, da se bodo predstavili tudi na prihodnjem sejmu. Delež tistih, ki menijo, da ne bodo ponovno sodelovali, komaj presega odstotek anketiranih razstavljalcev.

Proizvodne zmogljivosti slovenske industrije dobro zasedene, skrbi jo razvoj kadrov

Celjsko sejmišče je v štirih aprilskih sejemskih dneh pokazalo, kaj ponuja domača in svetovna industrija na vsebinskih področjih sejmov. Tako v razstavnem delu kot tudi v strokovnem obsejemskem programu je bilo med drugim mogoče slišati, da se slovenski orodjarji, livarji, varilci in plastičarji s svojimi izdelki uvrščajo v sam svetovni vrh.

Orodjarji imajo ta trenutek nad pričakovanji veliko naročil, ki jih izvajajo korektno, za zelo referenčne tuje trge, referenčnim kupcem, ki to običajno brez zadreg plačajo. »Sektor je zdrav, ni zadolžen, samo nihče ne ve zanj. Orodjarji vsak dan zabijemo



Najboljši domači varilci so se pomerili na državnem tekmovanju

sejmsko priznanje podelila podjetju **Daihen Varstroj, d. d.**, Lendava, za serijo varilnih aparatov Welbee.

Zadnji sejmski dan so na sejmišču razglasili še državne prvake v varjenju, ki se ga je udeležilo 11 tekmovalcev. Pomerili so se v dveh postopkih varjenja. V varilnem postopku MAG, v katerem je tekmovalo sedem varilcev, se je najbolje odrezal **Sergej Petek** iz podjetja Talum Servis in inženiring, d. o. o. V varilnem postopku TIG, kjer so se pomerili štiri varilci, je osvojil prvo mesto **Davor Čefarin** iz podjetja Alchrom Thies, d. o. o., Ruše.

*Nataša Vodušek Fras
Celjski sejem, d. d.*

POSVET

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2015 - ASM '15

2. decembra 2015

na Gospodarski zbornici Slovenije v LJUBLJANI

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



ZMAGOVALNI TIM

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

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

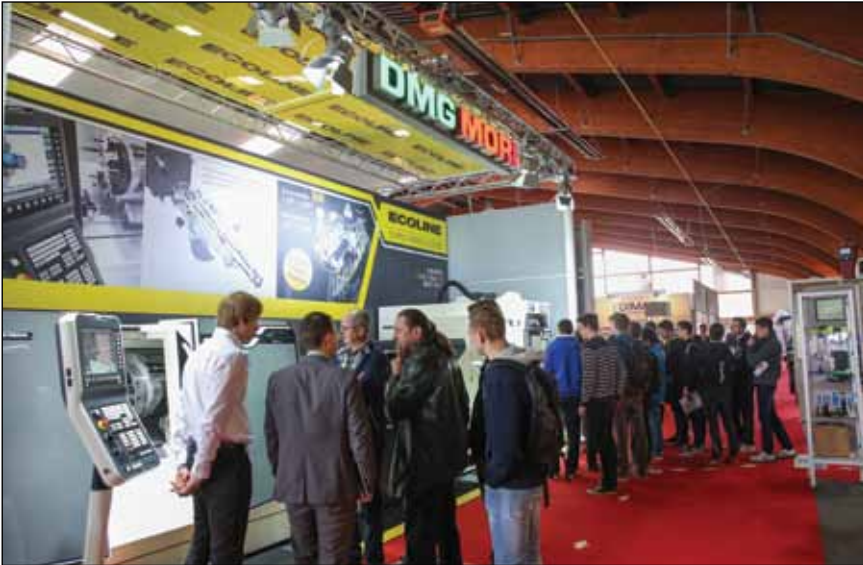
Tako delujejo tudi novi roboti MOTOMAN z novim krmilnikom DX200 podjetja YASKAWA, ki vašemu sistemu pomagajo do odličnosti. Integriran varnostni krmilnik, enostavno programiranje in funkcijski paketi, vezani na določeno aplikacijo, zagotavljajo možnost številnih rešitev in zmagovit rezultat.

YASKAWA

YASKAWA Slovenija d.o.o.

T: + 386 (0)1 83 72 410

www.yaskawa.eu.com



Razstavljalci so sejme uspešno izkoristili za nove posle

gol, samo v kadru prenosa nismo,« je na okrogli mizi opozoril **Janez Poje**, prokurist podjetja Kern, d. o. o. In ob tem dodal še, da ima orodjarstvo enega največjih multiplikatorjev dodane vrednosti v industriji.

Vlada bi morala podpirati tiste sektorje industrije, ki dejansko ustvarjajo dobiček. »Vse prevečkrat se zgodi, da se vlada oz. tisti, ki ustvarjajo strategije, izgubijo v visoko letenih besedah, visokih tehnologijah, ki jih potem financirajo raziskovalne ustanove, kar pa se potem ne prenese v industrijo,« je opozoril direktor TECOS-a dr. **Aleš Hančič**. Po njegovih besedah se žal veliko denarja vlaga v tehnologije, v katerih je potem v Sloveniji zaposlenih nekaj 100 ljudi. Po drugi strani pa imamo proizvodni sektor, kjer je zaposlenih več kot polovico vseh v Sloveniji, pa se vanj vlaga praktično enako kot v te obrobne znanstvene zadeve, ki so sicer res vrhunska znanost, a je multiplikativni učinek v gospodarstvu zanemarljiv. Zato je TECOS, ki med drugim zastopa orodjarje pri vladi, to pozval, naj vlaga v tiste zadeve, sektorje, kjer bodo relativno majhni vložki prinesli veliko dobička.

Pri tem pa se praktično celotna industrija, ki se je predstavila na industrijskem četverčku, sooča s kroničnim pomanjkanjem kadra, kar že kaže prve posledice, ki bi morale biti opozorilo izobraževalnemu sis-

temu in družbi na sploh. Predstavniki orodjarskih podjetij ter šolstva in državnih institucij, ki so se udeležili razprave na to temo na sejmišču, so se večinoma strinjali, da gre za tek na dolge proge in da je veliko odvisno od sistema vrednotenja, ki ga imamo v družbi.

Kljub temu pa je spodbuden odziv več kot 1.000 mladih s šol po Sloveniji, ki je organizirano obiskalo štiri industrijske strokovne sejme. Na sejmih so pridobivali informacije izkušenih strokovnjakov, ki so jih skušali navdušiti za tehniške poklice, mladi pa so jim predstavili svoje raziskovalno in projektno delo na šolah in fakultetah. Poučen dan na celjskem sejmišču je bil namenjen



Med obiskovalci je bilo tudi veliko mladih bodočih strokovnjakov

predstavitvi orodjarskih poklicev, na t. i. tehnološkem dnevu pa so posebej za vedoželjne predstavili problematiko zelo trdih materialov. Vrste so se predstavitve usposabljanj za tehnične in kovinarske poklice.

Podeljena sejemska priznanja in razglašeni državni prvaki v varjenju

Del sejemskega dogajanja je bila tudi podelitev tradicionalnih sejmskih priznanj. Strokovne komisije so v okviru sejma Forma tool podelile zlato, srebrno in bronasto priznanje, v okviru sejma Plagkem je bilo zlato, srebrno in bronasto priznanje podeljeno v dveh kategorijah (kategorija domači proizvajalec, razvijnik in kategorija zastopnik), v okviru sejma Varjenje in livarstvo pa so bila podeljena zlato, srebrno in bronasto sejmsko priznanje.

Zlato sejmsko priznanje sejma Forma tool je prejelo podjetje **EMO Orodjarna, d. o. o.**, Celje, za simultani inženiring pri razvoju in izdelavi orodij za preoblikovanje pločevine. Na sejmu Plagkem je zlato priznanje v kategoriji domači proizvajalec, razvijnik, prejelo podjetje **Diverse, d. o. o.**, Šentjur, za karbonsko platišče za motocikel, v kategoriji zastopnik pa je zmagalo podjetje **KMS, strojna oprema, d. o. o.**, Šenčur. Na sejmu Varjenje in livarstvo je strokovna komisija zlato

V okviru dneva meroslovja 2015 obeležili 140 let od podpisa Metrske konvencije v Parizu leta 1875

Urad RS za meroslovje je 20. maja skupaj z Nacionalnim inštitutom za biologijo na Morski biološki postaji v Piranu organiziral dan meroslovja ob spominu na podpis pomembne mednarodne pogodbe leta 1875 v Parizu – Metrske konvencije. Takrat je bil ustanovljen mednarodni urad za uteži in mere v Parizu (BIPM), hkrati pa so bili vzpostavljeni osnovni pogoji za poenotenje merskih enot in mednarodno primerljivost merjenj.



Utrinek z Dneva meroslovja 2015

V Sloveniji pokriva področje merjenj in zanj skrbi Urad RS za meroslovje skupaj z nosilci nacionalnih etalonov in imenovanimi osebami, ki skupaj predstavljajo ter soustvarjajo pogoje za globalno primerljivost in konkurenčnost slovenskega gospodarstva ter za kakovost življenja z razvijanjem, raziskavami in neposrednimi aplikacijami na področju meroslovja.

V okviru pobude mednarodnih organizacij BIPM in OIML želi Urad vsako leto strokovno kot tudi širšo javnost opozoriti na pomen meroslovja, njegovo razširjenost v vse pore življenja in na različna področja meroslovnega delovanja. V letošnjem letu svetlobe je bil tudi dan meroslovja sestavljen iz predavanj in razmišljanj na temo »Meritve in svetloba«.

O tej temi so v zanimivih predavanjih govorili številni ugledni in uspešni strokovnjaki ter menedžerji, ki se ukvarjajo z različnimi področji, povezanimi tudi z meritvami in svetlobo:

1. **Helen Parkes**, vodja delovne skupine za bioanalizo pri CCQM, BIPM: »Illuminating Biomeasurements«;
2. **prof. dr. Jana Žel**, Nacionalni inštitut za biologijo: »NIB – Nešteti izzivi bioanaliz«;
3. **Andrej Mohar**, Euromix, d. o. o., društvo Temno nebo Slovenije: »Meritve svetlobnega onesnaženja«;
4. **Odelo Slovenija, d. o. o.**: »Luči navdahnemo s čustvi – pomen meritve v proizvodnji avtomobilskih luči«;
5. **mag. Roman Flegar**, Urad RS za meroslovje: »Elektromagnetno

valovanje, ključni element merjenja hitrosti v cestnem prometu«.

Dan meroslovja je Urad RS za meroslovje sklenil s predstavitvijo grobih izhodišč strategije meroslovja v Sloveniji in z okroglo mizo na temo »**Povezovanje uporabnikov in izvajalcev meroslovnega sistema**«.

Zaključki okrogle mize, na kateri so sodelovali tako predstavniki gospodarstva, uporabniki meroslovnih storitev, kot tudi različnih znanstvenoraziskovalnih inštitucij in izvajalcev meroslovnih nalog, so pokazali, da so pogovori, povezovanje, iskanje skupnih rešitev in prenos znanja med vsemi deležniki nujno potrebni. Sklenjeno je bilo, da se bodo v naslednjih tednih, mesecih, letih nadaljevala prizadevanja za dvig ravni meroslovne kulture v Sloveniji.

To je tudi eden od ključnih ciljev Urada RS za meroslovje, ki si želi ustvariti čim bolj fleksibilen, učinkovit in ciljno usmerjen sistem, ki bo uporabnikom omogočal doseganje strateških gospodarskih, družbenih in razvojnih ciljev Republike Slovenije.



Okrogla miza na Dnevu meroslovja 2015

Mag. Dominika Rozoničnik
Urada RS za meroslovje

Podelitev nagrad »SLO manus« 2015

Tako kot prejšnja leta so tudi letos v podjetju HENNLICH organizirali podelitev lokalnih nagrad manus®. To je bila že tretja podelitev. Nagrade »SLO manus« se podeljujejo vsako drugo leto, prav tako kot manus®. Podelitev nagrad »SLO manus« je bila prvič leta 2011, naslednji pa 2013 in 2015.

manus® je skupna pobuda podjetja igus®, raziskovalca in proizvajalca polimernih drsnih ležajev iz Kölna v Nemčiji, tehnične publikacije Industrieanzeiger, Tehnične Fakultete iz Kölna in Inštituta za kompozitne materiale iz Kaiserslauterna.

Prvi natečaj je bil organiziran že v letu 2003, nato pa kal vsako drugo leto. Število prijavljenih iz leta v leto narašča.

manus® simbolizira pogum in prizadevanja za raziskovanje novih tehnologij. Iščemo se aplikacije, ki že delujejo z uporabo polimernih ležajev. Razlikujejo se po tehničnih in komercialnih parametrih in so plod drznih idej in ustvarjalnosti ter dajejo presenetljive rezultate.

Letos je bila udeležba izjemno visoka saj je bilo prijavljenih 467 udeležencev iz 34 držav, od tega kar 17 iz Slovenije in je na visokem 8. mestu v absolutnem seznamu udeležencev, glede na število prijav na 1 milijon prebivalcev (8,5 prijav) pa daleč pred vsemi (koeficient 8,5).



»SLO manus« 2011, 2013 in 2015

Število udeležencev iz Slovenije narašča. Na prvem natečaju je bilo prijavljenih 10 udeležencev iz Slovenije, na naslednjem čez dve leti že 13, letos pa 17.

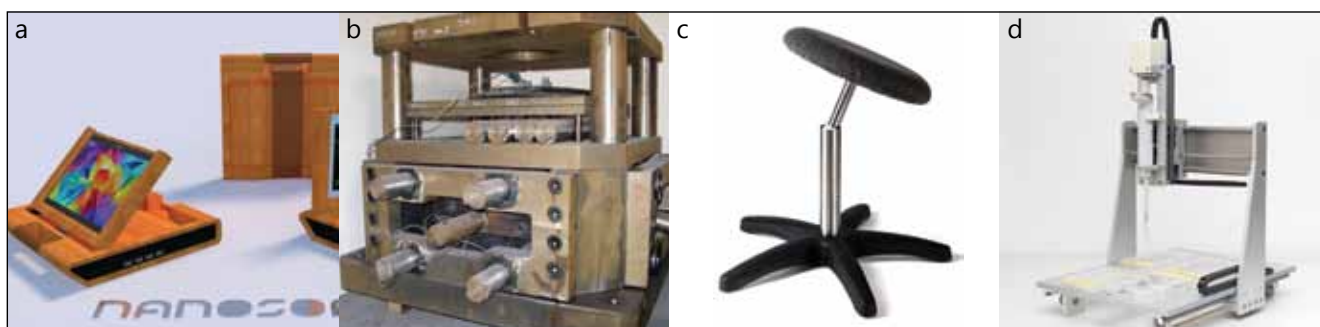
Letošnji nagrajenci so bili:

Zlati manus:

Miha Pelko iz podjetja Pel3o, d. o. o., za 3D tiskalnik.



3D tiskalnik za hitro in kvalitetno prototipiranje (levo), podelitev prve nagrade (desno)



Primeri, kjer so uporabljeni polimerni ležaji, a - nosilec zaslona, b – tlačno orodje, c – aktivni stol, d – pipetirni robot.



Polnilna enota PM13 (levo) in podelitev druge nagrade (desno)

Podjetje Pel3o, d. o. o., je razvilo nov 3D tiskalnik za hitro in kvalitetno prototipiranje, namenjen uporabi v industriji, malih in srednje velikih podjetjih ter za domačo uporabo.

Glavne prednosti tega tiskalnika so: tiskalna glava z dvema filamentoma, linearna vodila z magnetnimi zglobi, ki omogočajo ničto zračnost, grelna tiskalna mizica, ki omogoča tiskanje vseh popularnih plastičnih polimerov, in avtokalibracijski sistem, ki skupaj omogočajo zanesljivo in hitro operativnost delovanja ter visokoresolucijski 3D tisk. Zunanje ogrodje 3D tiskalnika je narejeno iz kovine, sestavljene v delta geometriji, ki je izrezana z visoko natančnostjo s pomočjo laserske tehnologije.

Glavne lastnosti tiskalnika Pel3o 3D so: visoka kvaliteta produkta in visoka kvaliteta tiskanega 3D izdelka, visoke hitrosti tiska, zanesljivost, tiho delovanje, velik volumen tiskanja, multilateralnost, odprtokodnost. Za vsesplošno zanesljivo in kvalitetno delovanje 3D tiskalnika se uporabljajo linearna vodila DryLin in vozički. Nizek profil vodil in visokotehnološke plastične komponente vozičkov omogočajo hitre pomike, nižji hrup, enostavno vzdrževanje, večji volumen tiskanja.

Srebrni manus:

Tilen Kovačič iz podjetja Futusol, d. o. o., za polnilno enoto PM13.

Stroj PM13 je namenjen polnjenju PVC-lončkov z rezano zelenjavo. Polnijo se lahko: kisl zelje, kisl repa, rdeča pesa, mešana rezana zelenjava.

Smernice pri razvoju stroja so bile: kompaktnost, prilagodljivost, vrhunska kakovost, enostavno posluževanje in visoka zmogljivost pakiranja. Stroj je izdelan iz nerjavnega jekla (W.Nr.1.4404) in ostalih materialov, skladnih s standardi FDA.

Vse vgrajene komponente so produkti priznanih nemških proizvajalcev (Festo, Fibro, Igus, Siemens). Stroj pri optimalnem delovanju lahko napolni 1000 enot na uro, kar pomeni tona na uro.



Rezalnik cevi (tretja nagrada)

Bronasti manus:

Tomaž Leskovšek iz podjetja G-M&M, d. o. o., za rezalnik cevi EXACT Pipecut 220E.

Rezalnik cevi EXACT Pipecut 220E je namenjen za rezanje cevi. Pri uporabi je pomembno, da priprava ne potrebuje vzdrževanja in je čim lažja. Z uporabo Igusovih puš sta dosežena oba cilja, saj puš ni potrebno mazati in vzdrževati, pa tudi lažje so kot kovinske. Neobčutljive so na ostružke, ki nastajajo pri rezanju, kot tudi na vlago.

Posebno nagrado manus pa so dobili Matjaž Mihelj in skupina študentov iz Univerze v Ljubljani za pipetirnega robota.



Pipetirni robot (levo), podelitev nagrade (desno)

Študentje so ob pomoči mentorja izdelali zanimiv robot, ki ga odlikujejo vrhunska rešitev, profesionalno oblikovanje, Igusova vodila, mirno in enakomerno delovanje brez vzdrževanja. Igusova vodila ne potrebujejo vzdrževanja in mazanja. Enakomerno in brez zatikanja delujejo v vseh pogojih. Robot je zelo stabilen zaradi posebne konstrukcije. Tudi natančnost delovanja je zadovoljiva.

Polimerni ležaji in puše se vse bolj uveljavljajo v industrijskih rešitvah. Predsodki o plastiki kot slabem in cenenem materialu se počasi umikajo iz stroke. Veliko razvojnikov že prisega izključno na polimerne rešitve. Svoje ideje utemljujejo z možnostjo izračuna življenjske dobe, prav tako tudi z rezultati opravljenih testov, ki jih podjetje Igus vsekozi opravlja v svojem testnem laboratoriju. Rezultati so dostopni, tako da se vsak lahko prepriča o kakovosti polimerov.



Podelitev nagrad na Hannoverškem sejmu

Podelitev nagrad svetovnega tekmovanja manus 2015 je bila, kot vedno na sejmu v Hannoveru.

Na koncu smo sklenili, da se čez dve leti zopet srečamo, verjetno v še večjem številu, z veliko novih in

zanimivih aplikacij. Želimo si, da bi podelitev slovenskih manusov postala tradicionalna prireditel. Z vašo pomočjo nam bo to tudi uspelo.

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

Garantiramo vam vsaj 1 milijon prepogibov!



igus®

chainflex®
cable works.

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

Za brezplačne vzorce pokličite 04/532 06 05.



HENNLICH

Več na www.hennlich.si/chainflex

V spomin prof. dr. Paji Cinerju

18. aprila letos je v Beogradu v starosti 93 let umrl prof. dr. Paja Ciner. O smrti me je obvestila njegova žena ga. Olivera Ciner.

Prof. dr. Ciner je bil nekaj let nosilec predmeta Fluidna tehnika na Fakulteti za strojništvo (FS) Univerze v Ljubljani (UL). Ta predmet se je predaval na univerzitetnem študiju, ki je bil v tistih letih še visokošolski študij. V brošurah takratnih seznamov predavanj je vpisan kot nosilec predmeta Fluidna tehnika za študijska leta 1989/90, 1990/91, 1991/92 in 1993/94. Za deset študijskih let v obdobju od 1984/85 do 1998/99 (razen naštetih štirih let) pa je v seznamih predavanj opomba (x), da bo predavatelj javljen naknadno, a je bil tudi v teh primerih večinoma naknadno izbran on. Problem nosilca predmeta Fluidna tehnika je bil

na FS UL torej prisoten petnajst let in je bil z »domačim kadrom« rešen šele za študijsko leto 1999/2000.

Prof. dr. Ciner mi je bil somentor pri doktoratu, ki sem ga uspešno zaključil leta 1997 pod mentorstvom prof. dr. Jožefa Vižintina. Ker je tematika poleg tribologije bistveno posegala na področje fluidne tehnike, in sicer pogonsko-krmilne hidravlike, je bilo nujno določiti somentorja s tega področja; izbran je bil prof. dr. Ciner. Bil je strog, a razumen. Ker seveda na konzultacije hodi študent oziroma doktorand k mentorju in ker je bil profesor redko v Ljubljani, sem moral občasno iti na konzultacije k njemu domov. Tedaj je živel še na Hrvaškem, v Bregani, torej blizu slovenske meje. V času »Tuđmanove vladavine« na Hrvaškem (ta njemu in ženi nekako

ni ustrezala) sta hišo prodala in se preselila v Beograd.

Prof. dr. Paja Ciner je bil pred upokojitvijo redni profesor na akademiji kopenske vojske v Zagrebu. Del podiplomskega študija je opravil tudi v ZDA, seveda še v času »naše skupne Jugoslavije«.

Prof. dr. Paja Ciner je ves čas po preselitvi v Beograd živel v svojem stanovanju, le nekaj zadnjih dni, ko oskrba doma ni bila več možna, je preživel v domu za starejše na Dedinju. Pokopan je bil z velikimi častmi; v poslovnih nagovorih je bilo navedeno tudi njegovo sodelovanje s Fakulteto za strojništvo v Ljubljani.

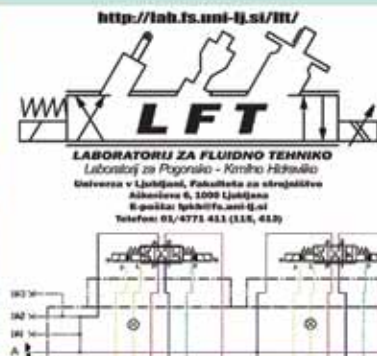
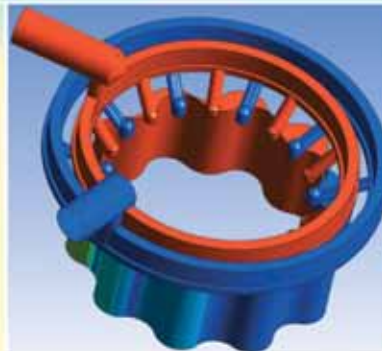
*Dr. Jožef Pezdarnik
do upokojitve v oktobru 2012
doc. na Fakulteti za strojništvo UL*

LABORATORIJ ZA FLUIDNO TEHNIKO

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

Obrnite se na nas, če potrebujete:

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



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



Kemijski inštitut v Ljubljani podaja roko sodelovanja gospodarstvu

Delegacija iz Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije obiskala Kemijski inštitut v Ljubljani.

Teško je na kratko opisati zanimive stvari, ki smo jih 27. maja udeleženci srečanja lahko videli ob obisku Kemijskega inštituta v Ljubljani. Navdušeni smo in hvaležni za pristrčen sprejem, pozornost in izkazano spoštovanje. Delegacija iz Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije je pod vodstvom predsednika odbora za znanost in tehnologijo pri OZS **Janeza Škrleca** obiskala Kemijski inštitut in posamezne laboratorije ter se seznanila z izjemnim znanstvenim in tehnološkim razvojem, ki se ustvarja na tem inštitutu, in z novimi materiali, ki bodo oblikovali našo prihodnost. Predstavljene tehnologije so seveda zanimive za industrijo in koristne tudi za širše gospodarstvo, še zlasti za manjša, srednja in mikropodjetja. Obisk delegacije iz Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije je bil le en korak k uspešnejšemu povezovanju gospodarstva in znanosti in boljšemu prenosu novih tehnologij v gospodarski sektor.

V. d. direktorja akademik prof. dr. Janez Levec je ob prihodu vsem zaželel dobrodošlico in na kratko predstavil Kemijski inštitut, njegovo poslanstvo in vizijo. V nadaljevanju je vodja Laboratorija za biotehnologijo prof. dr. Roman Jerala predstavil sintezo biologijo na področju bionanomaterialov za medicinske aplikacije. Razvojni dosežki so za večino ljudi nepredstavljeni, saj vstopajo v ekstremne meje znanosti, vendar s točno določenim ciljem, da z znanstvenimi dosežki dosežejo možnost zdravljenja danes neozdravljivih bolezni.

Izr. prof. dr. Matjaž Kunaver iz Laboratorija za polimerno kemijo in tehnologijo je predstavil povsem nov način pridobivanja revolucionarnega



Obisk delegacije iz Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije na Kemijskem inštitutu v Ljubljani (foto: Jernej Stare, KI)

materiala, nanoceluloze, kot izjemno priložnost za industrijo in gospodarstvo. Vodja laboratorija za anorgansko kemijo in tehnologijo prof. dr. Nataša Zabukovec Logar je predstavila svetovno novost principa shranjevanja toplote v nanoporoznih materialih, načine optimizacije materialov za izboljšanje gostote shranjevanja in zmogljivosti hranilnikov, ki so trenutno na tržišču, vodja Laboratorija za

okoljske vede in inženirstvo prof. dr. Albin Pintar pa mikrobnou produkcijo vodika iz odpadne biomase in priložnosti za implementacijo njihovih razvojnih dosežkov v gospodarstvo.

Doc. dr. Robert Dominko iz Laboratorija za kemijo materialov je prikazal razvoj baterij in e-mobilnosti, njihove dosedanje odlične rezultate ter izjemno vizijo Kemijskega inštitu-



Predstavitve L05 Laboratorija za okoljske vede in inženirstvo v novih prostorih v Preglovcem raziskovalnem centru (foto: Anton Šijanec, OZS)



Delegaciji OZS so predstavili transmisijski elektronski mikroskop, ki znanstvenikom omogoča raziskave na nivoju atomov in molekul. Gre za enega najboljših mikroskopov v tem delu Evrope (foto: Anton Šijanec, OZS).

ta. Doc. dr. Ivo Jerman iz istega laboratorija je kot strokovnjak za razvoj komponent za energetske sisteme, ki izkoriščajo obnovljive vire energije, predstavil prevleke kot materiale prihodnosti, ki so fokusirani že v leto 2020. V laboratoriju L10 za kemijo materialov je demonstriral nekaj razvojnih primerkov, ki se mnogim zdijo kot znanstvena fantastika. Na koncu nam je dr. Goran Dražić predstavil transmisijski elektronski mikroskop, ki znanstvenikom omogoča vstop v svet atomov in molekul.

Obisk Kemijskega inštituta nas je prepričal, da so že zdaj pripravljeni na prihodnost in za resno in odgovorno sodelovanje z industrijo in gospodarstvom.

Odbor za znanost in tehnologijo pri OZS
<http://www.ozs.si/>

JAKŠA

MAGNETNI VENTILI

od 1965

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



www.jaksa.si

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



48. MOS letos od torika do nedelje – Med novostmi največja predstavitev Kitajske

Največji sejem v regiji 48. MOS bo letos v Celju od torika do nedelje (8.–13. september). Celjski sejem skupaj s partnerji tudi letos pripravlja številne novosti. Med drugim bodo namenili posebno pozornost lesu, za vse ljubitelje kampiranja pa pripravljajo 1. veliko razstavo kampiranja in karavaninga. Posebno noto sejemskega dogajanja bodo znova dajale skupinske predstavitve tujih gospodarstev in nove poslovne priložnosti, ki jih prinaša sodelovanje podjetnikov. Največjo skupinsko predstavitev letos pripravlja Kitajska – v sejamski dvorani A bo od torika do petka (8.–11. september) mogoče obiskati Premium Brands China (PB China).

PB China pripravlja eden največjih kitajskih organizatorjev skupinskih sejamskih nastopov UAEC s podporo nacionalne zbornice mednarodne trgovine ter z različnimi državnimi organizacijami za pospeševanje trgovine. V okviru PB China se bo predstavilo približno 120 izbranih podjetij s ponudbo strojne opreme, gradbenih materialov, kovinskih izdelkov, zabavne elektronike, gospodinjstskih aparatov, varovalne opreme ...

Med skupinskimi predstavitvami gospodarskih priložnosti tujih



držav letos v Celju pričakujejo še Turke, Madžare, Indijce in Tajvance, Venezuelce in Brazilce, Egipčane, Srbe in Hrvate.

Učinkovita raba energije in okolju prijazni izdelki še vedno v ospredju širokega razstavnega programa sejma

Med drugim bodo letos na 48. MOS namenili posebno pozornost lesu, sicer pa bodo na sejmu tradicionalno najbolje zastopana podjetja, ki so ponudniki izdelkov in storitev na področju zaključnih del v gradbeništvu, najboljši domači in tuji ponudniki izdelkov in storitev za ogrevanje, hlajenje in prezračevanje, ter materialov za energetske učinkovito gradnjo ali obnovo stanovanjskih in industrijskih stavb. Rdeči niti predstavljenih vsebin sta energetska učinkovitost in odgovornost do okolja.

V razstavnem programu bodo tudi stroji in oprema za kovino, les, varilna tehnika in elektrotehnika, čistilne naprave, komunalna oprema in zaščitna delovna oblačila. Predstavili se bodo ponudniki notranjega pohištva in opreme, gospodinjstskih aparatov in opreme za dom, šport in aktivno preživljanje

nje prostega časa. Zastopan bo živilski in gostinski program, osebna in gospodarska vozila ter blago široke potrošnje. Predstavile se bodo domače zbornice, ponudniki bančnih in zavarovalniških storitev, finančnih storitev in poslovnega svetovanja. Med razstavljalci bodo ponudniki informacijsko-komunikacijskih tehnologij, operaterji telekomunikacij, ponudniki tiskarskih in marketinških storitev.

Prvi dan vstopnice po 2 EUR, ostale dni ceneje na sejem po 16. uri

V Celjskem sejmu so letos ohranili simbolično vstopnino prvi dan sejma, ko bodo obiskovalci za vstopnico odšteli le 2 evra. Ostale sejemske dneve, ki se bodo letos končali v nedeljo, saj bo 48. MOS odprl svoja vrata že v torek, pa lahko obiskovalci cenejše vstopnice izkoristijo vsak dan po 16. uri. Sejmsko dogajanje bodo popestrile posebne vsebine za posamezne ciljne skupine, veliko novosti pa napovedujejo tudi razstavljalci. V Celjskem sejmu vabijo obiskovalce k spremljanju www.ce-sejem.si, kjer sproti objavljajo zanimive sejmske vsebine.

Nataša Vodušek Fras,
Celjski sejem, d. d.



Legenda se poslavlja – v Revozu izdelan zadnji Clio druge generacije

V ponedeljek, 4. maja, je s proizvodnih trakov v Revozu zapeljal zadnji clio druge generacije. Proizvodnja clia II je v Novem mestu stekla marca 1998. V več kot 17 letih je v tovarni nastalo skupaj 1.490.607 vozil Clio II.

Clio II s seboj prinesel robotizacijo

Proizvodnja clia II je v Revozu stekla sočasno z drugima dvema Renaultovima tovarnama – francoskim Flinsom in španskim Valladolidom, kar je bilo prvič v zgodovini, saj je pred tem Renault Revozu zaupal proizvodnjo že uveljavljenih modelov. S cliom II se je tovarna močno posodobila, predvsem robotizirala. Z njim se je začelo obdobje velike rasti, ko smo zaradi velikega povpraševanja na trgu uvedli nočno izmeno (stalna nočna izmena je bila takrat velika novost v slovenskem prostoru), prvič presegli magično številko 100.000 izdelanih vozil na leto, med prvimi tako v Sloveniji kot v Renaultu pridobili okoljski certifikat ISO 14001 ...

Prilagajanje trgu s številnimi različicami Clia II

Clio II, ki smo ga v Sloveniji poznali pod komercialnim imenom clio storia, je v svojem obdobju doživel številne posodobitve tako navzven kot navznoter. Med šestimi različicami je bila najizrazitejša druga,



Clio II – legenda odhaja

iz leta 2001, poseben izziv pa je predstavljala športna različica clio renault sport, katere proizvodnjo je Revoz kot prva nespecializirana tovarna prevzel leta 2000 in se še enkrat več dokazal kot izrazito prilagodljiva in učinkovita tovarna.

»Clio II je za zgodovino Revoza izrednega pomena, z njim smo dosegli največji razvoj in številne rekorde. Pomembno je, da na tej poti konkurenčnosti in učinkovitosti vztrajamo tudi v bodoče,« Patrice Haettel, predsednik uprave Revoza.

Rekordne proizvodne količine

Clio II je dolga leta neutrudljivo vztrajal na evropskem tržišču, tudi

potem ko ga je izdelovala samo še novomeška tovarna in so se na evropskem trgu pojavile nove generacije tega modela. Zaradi nove evropske zakonodaje pa ga od začetka leta 2013 dalje na evropskem trgu ni bilo več mogoče prodajati, medtem ko je bilo povpraševanje na severnoafriškem trgu še vedno veliko. Prav ta trg, predvsem Alžirija, je pozitivno presenetil in še za nekaj let podaljšal proizvodnjo tega modela. Clio II je presegel vse svoje komercialne načrte in se iz Revoza ponosno poslavlja, posebno različico clia II – clio mio – pa izključno za lokalno tržišče še vedno izdelujejo v tovarni Cordoba v Argentini.

*Nevenka Bašek Zildžović,
Revoz, d. d., Novo Mesto
nevenka.basek@renault.com*



Podelitev priznanj RS za poslovno odličnost PRSPO 2014 letos potekala v Novem mestu

Slovenija se še vedno lahko pohvali s poslovno odličnimi organizacijami in prepoznavnostjo oziroma zavedanjem koristnosti modela odličnosti EFQM

Priznanja Republike Slovenije za poslovno odličnost (v nadaljevanju PRSPO) predstavljajo najvišjo državno nagrado za dosežke na področju kakovosti poslovanja kot rezultata znanja in inovativnosti. Podeljujejo se na podlagi meril in metodologije, ki je vzpostavljena po vzoru (evropske) nagrade EFQM za odličnost iz Bruslja, enako kot v ostalih državah Evropske unije,

Vladni program priznanja Republike Slovenije za poslovno odličnost se skladno z zakonom izvaja od leta 1998 in spodbuja podjetja k doseganju globalne konkurenčnosti, javnim inštitucijam pa nudi orodje za izboljšanje učinkovitosti poslovanja.

Na javni razpis za leto 2014 se je prijavilo in v procesu ocenjevanja za priznanje sodelovalo pet (5) organizacij, ki jih je ocenjevalo petintrideset (35) ocenjevalcev iz ocenjevalne komisije. Ocenjevanje uspešnosti poslovanja podjetij in inštitucij je potekalo po vseh devetih merilih (evropskega) modela odličnosti EFQM. To pomeni, da so se vrednotili uspešnost delovanja voditeljstva, udejanjanja strategije, menedžmenta zaposlenih, partnerstev in procesov ter doseženih rezultatov pri odjemalcih, zaposlenih, družbi in finančah.

Odbor PRSPO je na seji v marcu na predlog razsodniške skupine potrdil naslednje finaliste, ki so se uvrstili v ožji izbor:

I. v kategoriji organizacij z 250 in manj zaposlenimi na področju zasebnega sektorja:
• EUROPLAKAT, d. o. o., Ljubljana (katerega dejavnost je posredovanje oglaševalskega prostora),



Skupinska fotografija vseh prejemnikov CERTIFIKATOV EFQM, ki so dosegli v postopku ocenjevanja PRSPO 2014 nad 300 točk

II. v kategoriji organizacij z 250 in manj zaposlenimi na področju javnega sektorja:

• **FAKULTETA ZA ZDRAVSTVO JESENICE** (izvaja visoko strokovno izobraževanje),

III. v kategoriji organizacij z več kot 250 zaposlenimi na področju javnega sektorja:

• **Univerzitetni klinični center Ljubljana** (ki izvaja zdravstveno, pedagoško in raziskovalno dejavnost).

Vse navedene organizacije so dokazale uspešno uporabo (evropskega) modela odličnosti EFQM za nenehno izboljševanje in so vsaka v svoji kategoriji zgled dobrega poslovanja.

Tudi letos so bili na slovesnosti na podlagi distribucijske pogodbe med Uradom RS za meroslovje in EFQM iz Bruslja že tretjič podeljeni mednarodno veljavni certifikati »Prepoznani odličnosti« vsem 5

organizacijam, ki so prejele več kot 300 ali 400 točk od 1000 možnih. EFQM pa bo skupaj z ostalimi uspešnimi organizacijami v Bruslju vse objavil na svojem seznamu. Prejemniki tovrstnega certifikata so: **Javni holding Ljubljana, d. o. o., Šolski center Kranj, Europlakat, d. o. o., Fakulteta za zdravstvo Jesenice in Univerzitetni klinični center Ljubljana.**

Pridobitev mednarodno veljavnih certifikatov, ki jih izdaja EFQM, je izjemnega pomena, saj predstavlja udejanjanje evropskih kriterijev modela odličnosti v Sloveniji in priznava dosežke teh organizacij v mednarodnem merilu, kar lahko pomaga slovenskim podjetjem pri preboju na tuje trge in odpira nove poslovne priložnosti za dvig konkurenčnosti.

Stanje na področju gospodarstva v Sloveniji se počasi izboljšuje, kar ugotavlja tudi evropska komisija. Na tej poti rasti so tudi te uspešne organizacije, ki so se v preteklem



Okrogla miza na temo "Koristi modela EFQM v organizacijah javnega in zasebnega prava"

letu prijavile na javni razpis PRSPO, ter številne druge, ki jim še sledijo in se že samoocenjujejo ter iščejo svoje prednosti in prepoznavajo priložnosti za izboljšave.

Odbor za priznanja PRSPO pa tokrat žal ni prepoznal nobene organizacije, ki bi ustrezala najvišjim standardom za podelitev priznanja Republike Slovenije za poslovno odličnost za leto 2014. Zato je sklenil, da se najvišje priznanje Republike Slovenije za poslovno odličnost za leto 2014 ne podeli.

Odločitev odbora je bila težka, saj se zaveda razmer in uspešnosti organizacij, hkrati pa tudi namena (evropskega) modela odličnosti

EFQM ter vrednosti in odgovornosti, ki jo prinašata ta laskavi naziv in najvišje priznanje Republike Slovenije za poslovno odličnost. Ta odločitev mora biti motivacija in opomin, da je vsak dan priložnost za nove izzive in stalno izboljševanje. Tega se, kot kaže, vedno bolj zavedajo tudi številne organizacije v Sloveniji kot tudi Slovenski državni holding, ki se je odločno pridružil s priporočilom 5 in naložil vsem organizacijam v državni lasti, da se samoocenjujejo po modelu EFQM ter tako iščejo svoje prednosti in priložnosti za izboljšave. Tega smo zelo veseli, saj je to, kot znajo povedati naši pretekli zmagovalci, eden od ukrepov za dvig konkurenčnosti, izboljšanje rezultatov poslova-



PRSPO kipec

nja in organizacijske klime, ki organizacijam daje dodano vrednost in jih dviga iz povprečja.

Vsem letošnjim ocenjevalcem in njihovim delodajalcem se v imenu Odbora Republike Slovenije za priznanja in Urada RS za meroslovje iskreno zahvaljujem za dragoceni čas, trud in vloženo delo pri ocenjevanju kandidatov za priznanje.

Vsem letošnjim finalistom in prejemnikom certifikata EFQM pa izrekamo dobrodošlico v družbi odličnih.

*Mag. Dominika Rozoničnik,
Odnosi z javnostmi Urada RS za
meroslovje*

Predstavljamo IMI Precision Engineering
- Norgrenov novi videz!

Kazkrivno ODLIČNO
prihodnost z ODLIČNIMI
izdelki, ki jih že poznate

IMI
Precision Engineering

VENTIL
REVUIJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

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

Za uspešno gospodarstvo potrebna celotna inovacijska veriga: odlična znanost, vodilna vloga industrije in novi družbeni izzivi

V Odboru za znanost in tehnologijo, ki že vrsto let uspešno deluje v okviru Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije, intenzivno spremljamo izginjanje slovenske vizije in razkranje strategije, ki je sicer potrebna za učinkovit tehnološki razvoj. V Sloveniji smo lahko zelo zaskrbljeni, da se naša konkurenčnost zmanjšuje, da nas številne države prehitujejo na področju razvoja, raziskav in implementacije razvojnih dosežkov v industrijo in gospodarstvo. Povečuje se razkorak med gospodarsko, akademsko in znanstveno sfero. Zaradi mladih in predvsem naših znanstvenikov bi se morali zavedati, da živimo v času izjemnega tehnološkega razvoja, ki bo odločilno vplival na konkurenčnost našega gospodarstva, še zlasti na daljši rok.

Danes se v svetu ogromno vloga v informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) za tovarne prihodnosti, razvijajo in izdelujejo se IKT-komponente za inovativne proizvodne sisteme v vseh sektorjih, predvsem za bolj posebej, raznoliko in množično proizvodnjo in hitro prilagajanje spremembam in zahtevam na trgu. Velik poudarek je na razvoju novih generacij energetske učinkovitih komponent in vgrajenih sistemov. Pred nami je naslednja generacija računalništva: napredni in varni računalniški sistemi ter tehnologije, vključno z računalništvom v oblaku in internetom stvari. Nova in stara ekonomija bosta neizogibno trčili druga ob drugo in se verjetno sčasoma zlili v eno. V tem revolucionarnem obdobju bodo podjetniki in menedžerji stare ekonomije morali najti poti in rešitve za uspešno prilagoditev svojih podjetij ter ravnotežje med tradicionalno produktno orientirano industrijo in novim načinom po-



Tovarne prihodnosti bodo povsem digitalizirane, avtomatizirane, robotizirane v sinergiji s popolnimi mehatronskimi sistemi

nujanja servisnih storitev, ki bodo na koncu ustvarjale višjo dodano vrednost.

Danes se intenzivno razvijajo tehnologije za digitalne vsebine in upravljanje z informacijami. Ustvarjajo se IKT za digitalne vsebine in kreativne industrije. Razvijajo se napredni vmesniki in vedno bolj sofisticirani roboti, mehatronski sistemi, avtomatizirana postrojenja in drugo. Spodbujajo se ključne tehnologije in horizontalne inovacijske aktivnosti. Načrtuje se proizvodnja brez napak, z maksimalno učinkovitostjo in uporabo številčnih modelov za optimalno vodenje proizvodnih procesov. Razvijajo se napredne strategije za spremljanje in nadzorovanje strojev in izboljšanje modelov za simuliranje procesov. Zarisujejo se povsem nova obzorja na področju distribuiranega spremljanja in nadzornih sistemov na osnovi brezžičnih senzorskih omrežij. Spodbujajo se trajnostni materiali, še zlasti v avtomobilski industriji, ponovna uporaba izdelkov in recikliranje raznovrstnih materialov. Vse pomembnejše postajajo nove tehnologije in multidisciplinarne raziskave ter povsem

novi poslovni modeli. Vedno bolj se poudarja pomen trajnostnih tehnologij in trajnostnega razvoja.

Vir inovacij in kreativna delovna mesta se danes in v prihodnje pričakujejo predvsem v avtomobilski industriji, energetiki, IKT in okoljskih tehnologijah. Avtomobilska industrija je namreč eden ključnih stebrov evropske industrijske politike, ki kljub gospodarski krizi ostaja bistven dejavnik konkurenčnosti v Evropi. EU mora ohraniti svojo avtomobilsko industrijo (in naša slovenska podjetja kot koopertante), stremeti mora k proizvodnji energetske čim učinkovitejših in varnih vozil in s tem ohraniti kakovostna delovna mesta. Danes se evropska avtomobilska industrija sooča z mnogimi izzivi, kot so selitev proizvodnje v države v razvoju, spremembe na področju rabe virov ter padec povpraševanja po avtomobilih v Evropi. Da bi se evropska avtomobilska industrija kar najbolje spopadla s temi izzivi, so opredeljena štiri ključna področja delovanja: naložbe v napredne tehnologije in financiranje inovacij, izboljšanje pogojev na trgu, izboljšanje konkurenčnosti na svetovnem trgu in ustrezna prestruktura



Prilagojene in posebljene delovne postaje bodo v prihodnosti nekaj povsem običajnega

riranja. Kot poseben element večanja konkurenčnosti je izpostavljeno povezovanje med podjetji (nabavna združenja, konzorciji, sodelovanje, združitve), saj bomo le na ta način kos vedno hujši mednarodni konkurenci. Posebna pozornost pa je

namenjena tudi malim in srednje velikim podjetjem, ki zaradi svoje sposobnosti hitrega prilagajanja predstavljajo smer razvoja, ki jo je potrebno izkoristiti. Potrebno jim je omogočiti lažji dostop do kapitalskih trgov in spodbujati njihovo

vklučevanje na trg. Ključnega pomena je, da Evropska unija na tem področju deluje precej usklajeno, predvsem pa, da je zavezana pozitivni spirali razvoja, ki vključuje tako (eko)inovacije, zaposlovanje, rast in konkurenčnost kot tudi zdravje in okolje. Se pa zastavlja vprašanje, ali bo Slovenija tista, ki se bo uspela dovolj prilagoditi evropskim razvojnim trendom, ali pa bomo zamudili enkratne priložnosti, ki jih zaenkrat še imamo zaradi znanja, naravnosti v inovacije in teženj po prebojnih tehnologijah. Zastavlja se tudi vprašanje, ali bomo sposobni izvesti uspešno strategijo pametne specializacije in počrpati kohezijska sredstva za uspešen razvoj slovenskega gospodarstva in nemoten razvoj slovenske znanosti

*Janez Škrlec, inž. mehatronike
Obrtno-podjetniška zbornica
Slovenije*

*Robert Harb, univ. dipl. inž. str.
Visoka strokovna šola Ptuj*

Kaj je natančnost, hitrost, zanesljivost?



Stäubli roboti zagotovilo za optimalne rešitve v vseh industrijskih panogah.

DOMEL®
Trajnostne inovativne rešitve

STÄUBLI

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

Nemška pogonska in fluidna tehnika

Vodilni branžni sejem MDA (Motion, Drive & Automation – Gibanje, pogoni in avtomatizacija) v Hannoveru prikazuje vrhunski položaj nemške pogonske in fluidne tehnike, ki temelji na učinkovitosti, inteligenci in vrhunski kakovosti.

Ključni pomen pogonske in fluidne tehnike za industrijo 4.0

Na letošnjem hannovrskem sejmu sta se nemška pogonska in fluidna tehnika lahko veselili vrhunskega položaja v okviru svetovne konkurence. skupni promet obeh pomembnih industrij obsega 22 milijard evrov, kar je največ znotraj nemške strojegradnje.

Promet nemške pogonske tehnike je v letu 2014 dosegal okoli 15,4 milijard evrov, fluidne tehnike pa okoli 6,6 milijard evrov, kar pomeni: 1-odstotni porast prometa s pogonsko tehniko in 6-odstotni s fluidno tehniko.

Vrhunska tehnologija Made in Germany

Z 21 % je pogonska tehnika v svetovnih prodajnih razmerjih pred Kitajsko s 13 % in fluidna tehnika s 25 % pred ZDA s 16 %. S tem sta nemška pogonska in fluidna tehnika na prvem mestu v svetu, in to že leta nazaj.

Obseg nemškega izvoza je v letu 2014 za pogonsko tehniko znašal 13,4 milijarde evrov in za fluidno tehniko 3,6 milijarde evrov. Najpomembnejši partnerji so Kitajska, ZDA in EU. S partnersko državo Indijo nemška podjetja pričakujejo nove impulze za tretje izvozno tržišče Azije.

Dobre možnosti za leto 2015

V letu 2015 nemška pogonska in fluidna tehnika pričakujeta porast

prometa: pogonska tehnika za okoli 2 % in fluidna tehnika za okoli 3 %. Seveda je to odvisno od geopolitičnih razmer in s tem povezanih omejitev na posameznih trgih.

Odločajo učinkovitost, inteligenca in vrhunska kakovost

Za uspešnost in mednarodno konkurenčnost pogonske in fluidne tehnike »Made in Germany« je zelo pomemben trikotnik: učinkovitost, inteligenca in vrhunska kakovost. Ta trikotnik je ob inovacijski moči pomemben gradnik nemške pogonske in fluidne tehnike.

Industrija 4.0: Ključna vloga pogonske in fluidne tehnike

Pogonska in fluidna tehnika imata osrednjo vlogo pri razvoju industrije 4.0. Z inteligentnimi sestavinami predstavljata vir pri rudarjenju podatkov, ki so pomembni za snovanje inteligentnih in učinkovitih proizvodnih procesov.

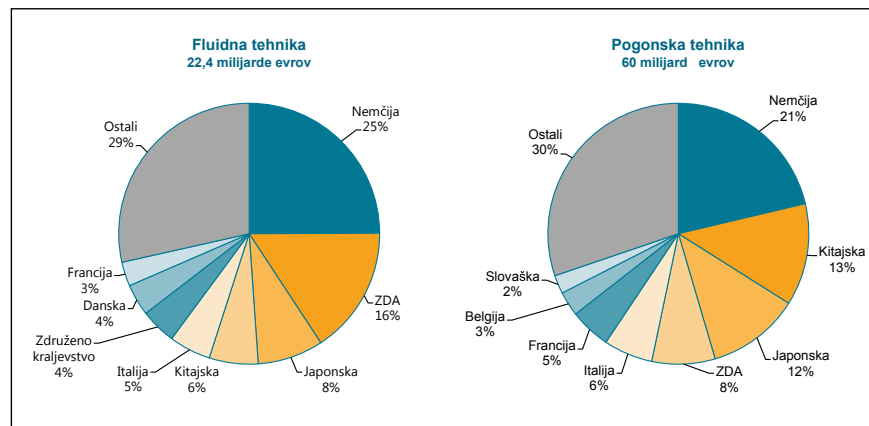
Inšpiciranje, interpretiranje, inoviranje in inteligentno produciranje so faktorji uspešnosti industrije 4.0. Letošnji vodilni sejem MDA po besedah *Hartmuta Rauena*, namestnika poslovodje VDMA, kaže odločilni pomen pogonske in fluidne tehnike.

Trajnost ostaja osnovna tema

V središču pozornosti ostajajo tematska področja, povezana z energijsko učinkovitostjo in ohranjanjem virov, zahtevami uporabnikov in zakonskimi predpisi. »Upoštevati moramo osnovne zahteve in sočasno izpolnjevati posebne želje uporabnikov in trgov. To so naši izzivi za izpolnjevanje sistemskih rešitev,« poudarja Wilhelm Rehm, član predstojništva ZF Friedrichshafen AG in predsednik VDMA, strokovnega združenja pogonske tehnike. Osrednje vprašanje nemške pogonske in fluidne tehnike ostaja trajnost v povezavi s konkurenčnostjo. »Za uspešnost v mednarodni konkurenci je odločilno razmišljanje o osnovnih konceptih izdelkov od razvoja do sistemske integracije. Samo celovita obravnava zagotavlja učinkovite in konkurenčne sestavine,« poudarja *Christian H. Kienzle*, poslovodja ARGO-HYTOS GmbH in predsednik VDMA – strokovnega združenja fluidna tehnika

Vodilni sejem MDA kot tržni in razstavni prostor

MDA v Hannoveru je s svojim mednarodnim pristopom in povezanostjo z vodilnima sejmoma Wind (veter) in Mobil Tec, hibridne in električne pogonske tehnologije, vodilni sejem za pogonsko in fluidno tehniko.



Svetovni trg: pogonska in fluidna tehnika (Vir: VDMA – 2013)

Težišče sejma MDA so pogonske sestavine, zavorni sistemi, prenosniki, sklopke, električna pogonska tehnika, linearna tehnika, kotalni ležaji in zobniki. Temu so dodane hidravlične črpalke in motorji, valji, ventili, akumulatorji, filtri, cevni priključki in gibki cevovodi ter drugi elementi za spajanje, sensorika, pnevmatične, hidravlične naprave in tesnilna tehnika.

»Predstavniki 1200 razstavljalcev v okviru sejma MDA poudarjajo

atraktivnost vodilnega sistema, ki enakomerno predstavlja tržni in razstavni prostor. Tukaj se srečujejo strokovnjaki, mediji in politika ter zainteresirana javnost,« poudarja Hartmut Rauhen.

Forum MDA

Na forumu MDA so bila predstavljena zanimiva predavanja in so potekale številne razprave. Težiščne teme so bile: trajnost, energijska učinkovitost,

industrija 4.0, sistem monitoringa stanja naprav, pogonski sistemi za vetrne naprave, tesnilna tehnika, razvoj industrijskega trga.

Vir:

VDMA Presseinformation
kontaktna oseba: Hartmut Rauhen
e-pošta: ant@vdma.org,
fluid@vdma.org
internet: www.vdma.org

Anton Stušek
uredništvo revije Ventil



Univerza v Mariboru
Fakulteta za Strojništvo
Laboratorij za Oljno Hidravliko



član

FTS – Fluidna Tehnika Slovenije
CETOP – Evropski Komitee Fluidne Tehnike

MARIBOR, 17. in 18. SEPTEMBER 2015



*Cenjeni uporabniki hidravličnih in pnevmatičnih naprav
objavljen je program mednarodne, jubilejne konference*



Fluidna Tehnika 2015

Z izbranimi, za uporabnika zelo pomembnimi temami, se bomo v okviru letošnje jubilejne konference posvetili sledeči problematiki:

- Četrta industrijska revolucija se je pričela – so naše komponente in sistemi že primerni za uporabo v prihajajočem obdobju (nove rešitve, razvojni potencial, nove tekočine, ...)
- Total fluid management – celovita podpora uporabnikom tekočin. Zgolj želja ali realna praksa?
 - Sodobni pogonski koncepti in koncepti vodenja, mehatronski pristop k snovanju komponent in sistemov... odpirajo nove možnosti za uporabnika.
 - Inovativne rešitve s področja hidravlike in pnevmatike ...

... je samo nekaj izhodišč, ki jih bomo podrobneje obravnavali na konferenci. Več informacij o samem programu in ostalem dogajanju na konferenci lahko najdete na spletni strani konference.

Vabimo vas, da se udeležite osrednjega dogodka branže!

Več informacij na laoh@um.si
ali na spletni strani konference

<http://ft.fs.um.si>

Glavni pokrovitelj

FESTO

HYDAC

POCLAIN
Hydraulics

BECKHOFF

la&co

IRT
10 LET

OLMA
www.olma.si

HAWE
HYDRAULIK

ULBRICH
HIDROAVTOMATIKA

PANOLIN +

VENTIL

Modificirano diskasto mešalo z asimetričnimi lopaticami za dispergiranje velikih količin plina v fermentorju

Andrej BOMBAČ

Izvleček: V delu so predstavljene osnovne karakteristike mešala za dispergiranje velikih količin zraka pri fermentacijskem procesu. Radialno diskasto mešalo z asimetrično zapognjenimi lopaticami (ABT) je bilo razvito in patentirano kot zadnje v sklopu raziskave modificiranih mešal v Laboratoriju za dinamiko fluidov in termodinamiko (LFDT) na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani. Analiza osnovnih karakteristik mešala v modelni mešalni napravi standardne geometrijske konfiguracije zajema meritve (a) moči mešala pri mešanju kapljevine in pri dispergiranju zraka v vodi vse do nastanka in (b) nastanek poplavnega stanja in (c) čase pomešanja. Disipacija energije ABT-mešala je pri mešanju kapljevine v režimih delovanja industrijskih naprav zelo majhna, izraženo s številom moči $\sim 1,75$. Pri dispergiranju zraka v vodo mešalo pri istih vrtljajih ($Fr = 0,3$) ob zelo majhnem zmanjšanju moči ($<16\%$) dispergira bistveno večjo (53%) količino zraka kot standardno Rushtonovo mešalo in pri tem dosega tudi krajše čase pomešanja. Za primerjavo učinkovitosti tega mešala z drugimi mešali so v delu povzeti tudi izsledki iz naših predhodnih raziskav.

Gljučne besede: mešanje, dispergiranje zraka, ABT diskasto mešalo z asimetričnimi lopaticami, moč mešanja, poplavno stanje, čas pomešanja

■ 1 Uvod

V farmacevtski industriji je pri nekaterih izvedbah fermentacijskega procesa potrebno zagotoviti zelo velike količine zraka. Pri tem se za dispergiranje zraka najpogosteje uporabljajo vitki reaktorji z večstopenjskim mešalom^[1,12,13,14,15]. Takšno večstopenjsko mešalo lahko tvorijo enaka mešala, kot npr. večstopenjsko Rushtonovo mešalo^[1,4,12,13], ali pa kombinacija aksialnih in radialnih mešal^[14,15], ki v zadnjem času prevladujejo. Izbira primerne mešala je za dano geometrijsko konfiguracijo mešalne posode ključnega pomena za optimalno izvedbo tehnološkega procesa fermentacije: v fermentorju mora biti zagotovljeno ustrezno to-

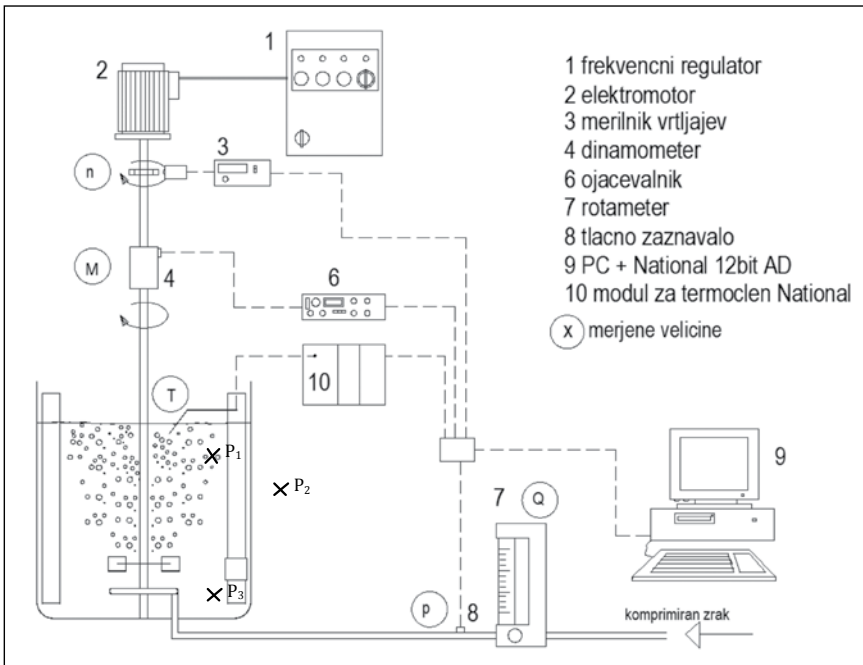
kovno polje, ki preskrbi organizme z zrakom po celotnem volumnu kapljevine. Vsaka zastojna (mrtva) cona lahko povzroči odmiranje kultur ali pa napačne produkte fermentacije. Večstopenjsko mešalo ustrezne konfiguracije tako zagotavlja ustrezno cirkulacijo snovi v fermentorju in s tem čim bolj enakomerno porazdelitev plinaste faze po volumnu kapljevine, kar predstavlja ustrezen hidrodinamski režim. Za popis takšnih razmer moramo poznati osnovne karakteristike takšnega večstopenjskega mešala, kot so npr. moč mešanja, prirastek plinaste faze, čas pomešanja, stična površina itn.^[3,5,6,7]

Pri večstopenjskem mešalu je spodnje mešalo zaradi prevelike količine vnesenega zraka lahko poplavljen, pri tem postane porazdelitev plinaste faze izrazito nehomogena, spremenijo se tudi ostale osnovne karakteristike. Z vidika procesne

operacije je poplavno stanje neučinkovita operacija. Pri večstopenjskem mešalu poplavno stanje nastopi celo pri nižjih pretokih zraka kot pri dispergiranju z enim mešalom^[4]. Pri običajnih izvedbah vnosa zraka z razpršilnim obročem na dnu fermentorja je spodnje mešalo ključnega pomena za učinkovito dispergiranje. Pri tem je na voljo precej izvedb radialnih mešal, od klasičnega Rushtonovega mešala do različnih izvedb turbinskih in diskastih mešal z različnimi oblikami lopatic^[5,9,13,15,16].

V nadaljevanju je obravnavano mešalo z asimetričnimi lopaticami (ABT), ki je bilo razvito in patentirano^[2] v LFDT posebej za dispergiranje velikih količin zraka. Od doslej razvitih in postopno izpopolnjevalnih mešal v LFDT (mešalo z zavrtimi lopaticami – TBT, mešalo z zapognjenimi lopaticami z zarezo – SBT)^[16] dosega ABT-mešalo pri disper-

Doc. dr. Andrej Bombač, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo



Slika 1. Merilna linija

giranju zraka najmanjšo disipacijo mehanske energije v kapljevino, velik prirastek plinaste faze, majhno zmanjšanje moči pri dispergiranju zraka ter poplavno stanje pri bistveno večjih količinah vnesenega zraka kot ostala mešala^[2].

Za določitev osnovnih karakteristik mešala so bile izvedene številne meritve tako pri mešanju kapljevine kot pri dispergiranju zraka v vodi z enim mešalom pri standardni geometrijski konfiguraciji mešalne posode. Raziskava poplavnega stanja je potekala pri različnih vrtilnih frekvencah mešala in različnih pretokih zraka, vsakokrat pri konstantni vrtilni frekvenci mešala v smeri naraščajočega pretoka zraka vse do nastanka poplavnega stanja (angleško Loading-Flooding transition, L→F). Moč mešanja je prikazana v obliki števila moči, pretok zraka pa s pretočnim številom, značilnim za naprave industrijskih velikosti. Iz meritev moči je bilo ugotovljeno, da je moč mešanja ABT-mešala zelo majhna za radialno mešalo, na področju delovanja industrijskih naprav je število moči $Ne < 2$. Pri dovajanju plina v kapljevino pa mešalo ob majhnem zmanjšanju moči (< 16 %) dispergira bistveno večjo (53 %) količino zraka kot primerjano Rushtonovo mešalo in je zelo primerno za dovajanje velikih količin plina pri procesu.

■ 2 Merilna linija in preizkus

Meritve moči mešanja so potekale na mešalni napravi, katere osnovo predstavljata pokončna cilindrična posoda iz akrilnega stekla (notranjega premera $T = 450$ mm in maksimalne višine $H = 1350$ mm) z zaobljenimi robovi in ravnim dnom ter pogonska mešalna gred, na katero so lahko nameščena različna mešala (kot enostopenjsko ali večstopenjsko mešalo), *slika 1*.

Na steni posode so osnosimetrično nameščeni štirje motilniki toka, podroben opis vseh geometrijskih razmerij je v delu^[4], višina namesti-

tve mešala je na $T/3$. Merilna linija je prikazana na *sliki 1*, podrobnejši opis merilnih naprav in točnost izmerjenih vrednosti, ponovljivost meritev itn. so podani v delih^[1,4,5,16]. Za delovno kapljevino sta bila uporabljena vodovodna voda in zrak iz razvoda stisnjenega zraka na FS, oboje pri sobni temperaturi.

Časi pomešanja so bili izračunani po metodi *motnja-odziv*, kjer je bila za 'motnjo' uporabljena količina 1 dm^3 vroče vode, odziv pa je predstavljal časovni potek temperature, podrobno predstavljeno v delu^[10,16]. Čas pomešanja t_{95} je definiran kot razlika med končnim časom (t_k), ko je temperatura dosegla vrednost ± 5 % končne vrednosti, in začetnim časom ob vnosu motnje (t_z). Časi pomešanja so bili izračunani iz temperaturnih zapisov na treh lokacijah^[17]:

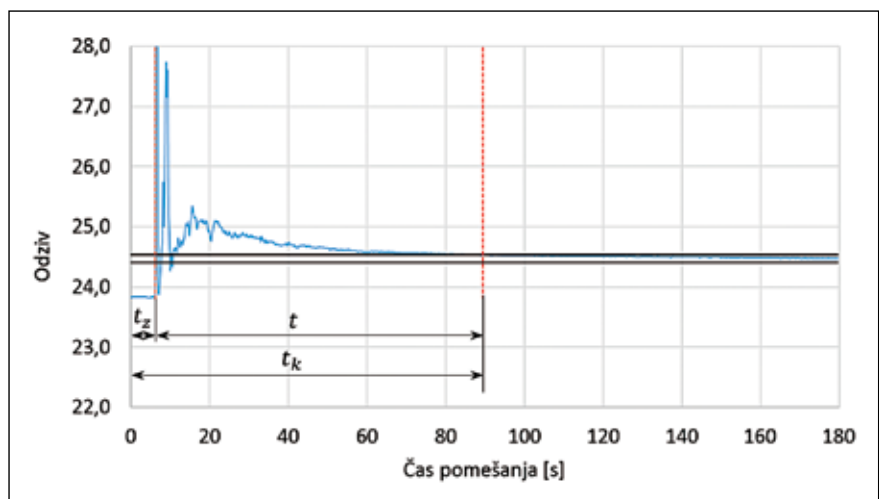
$P_1(r_1, z_1)$: (T/4,7 od osi mešala, T/4,5 od gladine),

$P_2(r_2, z_2)$: (T/2,2 od osi mešala, T/3 od gladine) in

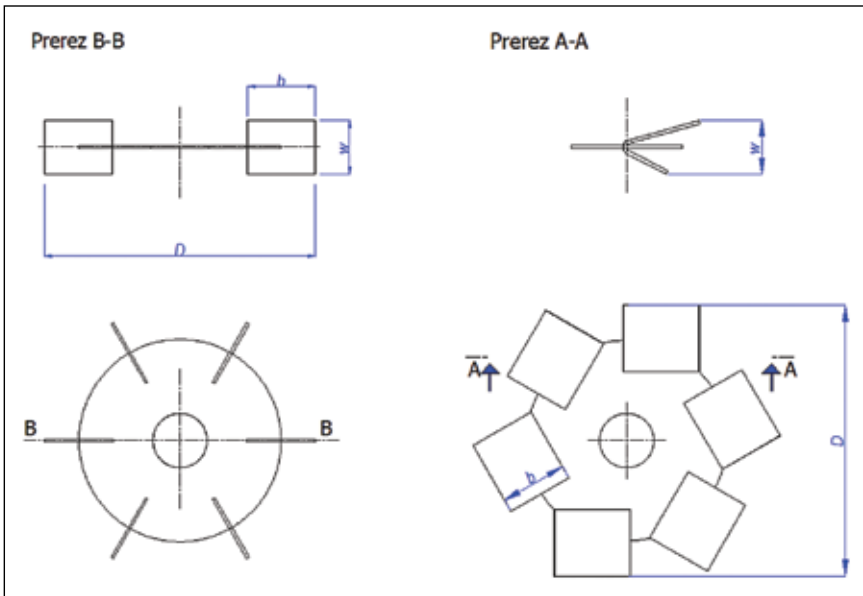
$P_3(r_3, z_3)$: (T/8 od osi mešala, T/50 pod spodnjim robom mešala).

Na *sliki 2* je predstavljen časovni potek temperature na merilni lokaciji po vnosu vroče vode.

Za tipalo je bil uporabljen termoclen Ni-CrNi (tip K) s premerom zaznavala 0,2 mm. Tipalo je bilo priključeno na ojačevalnik signala proizvajalca National Instruments.



Slika 2. Temperaturni odzivi z merilne lokacije P_1



Slika 3. Standardno RuT-mešalo (levo) in modificirano ABT-mešalo (desno)

Odzivnost zaznavala je bila 750 °C/s, kar je zadoščalo za meritev časov pomešanja. Beleženje odziva je potekalo s frekvenco 10 Hz, čas posamezne meritve je trajal 360 s.

Globalni delež plinaste faze (dpf) je bil pri dispergiranju zraka definiran kot razmerje volumna zraka V_g z volumnom kapljevine V , kar lahko za cilindrično posodo izrazimo kot:

$$\alpha_g = (H_g - H)/H_g \quad (1)$$

pri čemer pomenita: H_g – višina gladine pri dispergiranju zraka, H – višina gladine vode brez dovajanja zraka. dpf je bil izmerjen vsakokrat pri $n = \text{konst.}$ in postopnem povečevanju pretoka dovajanega zraka z merjenjem višine gladine v mešalni posodi. Meritve višine so bile izmerjene za vsak posamezen hidrodinamski režim petkrat, za nadaljnjo analizo je vzeta njihova povprečna vrednost.

Modificirano mešalo ABT premera $T/3$ je prikazano na sliki 3 (desno), za primerjavo je prikazano tudi Rushtonovo mešalo (levo).

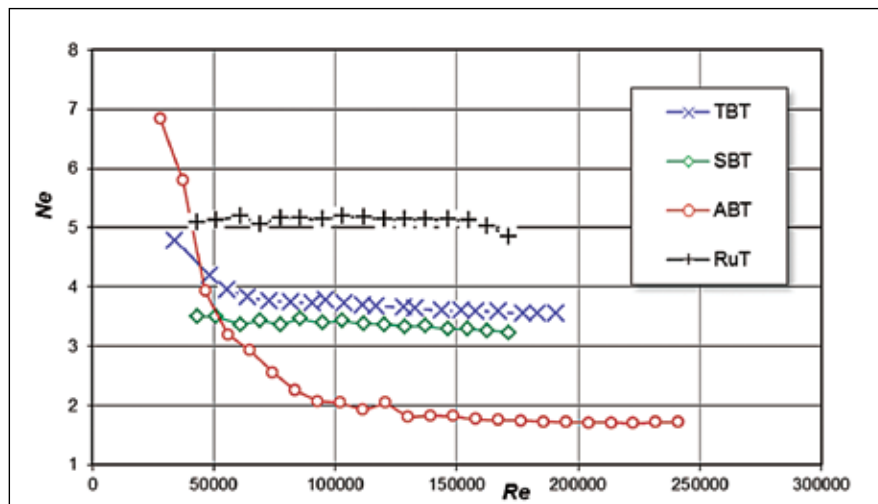
Lopatica ABT-mešala je v sredini po svoji dolžini (b) zapognjena v obliki črke V, pri tem pa je nagib zgornjega dela manjši od spodnjega, zgornji del pa daljši od spodnjega, kot je prikazano na sliki 3, prerez A-A. Obe mešali imata enak premer di-

ska, enako dolžino (b) in višino (w) lopatic ter dimenzijo mešala (D), kot je prikazano na sliki 3.

3 Rezultati in razprava

3.1 Moč mešanja v vodi

Pri mešanju vode z ABT-mešalom so bile izmerjene moči mešala pri različnih vrtilnih frekvencah v razponu od 50 do 600 vrt/min. Moč mešanja je izražena s številom moči oz. Newtonovim številom, vrtilna frekvenca pa z Reynoldsovimi številom. Za primerjavo so podane tudi vrednosti ostalih mešal (iz sklopa raziskav v LFDT)^[5,7,8,11,16], kot je prikazano na sliki 4.

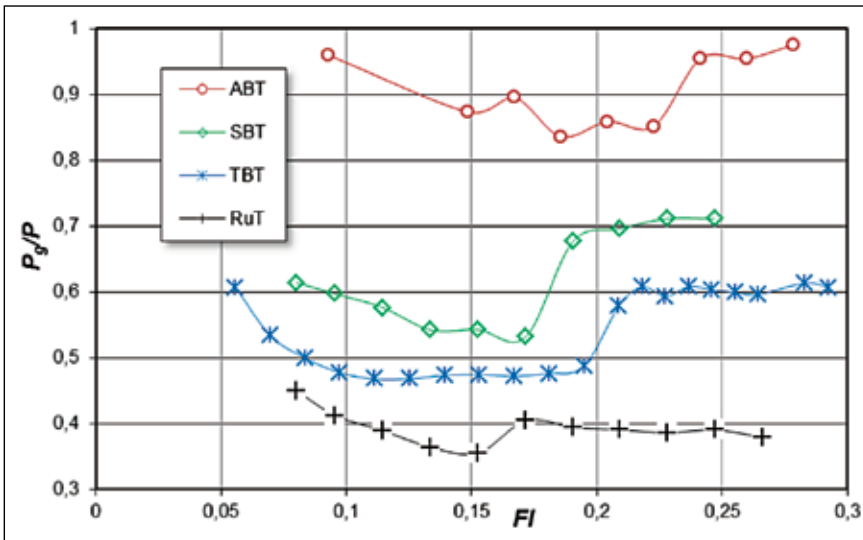


Slika 4. Odvisnost števila moči od Reynoldsovega števila pri mešanju v vodi različnih diskastih mešal

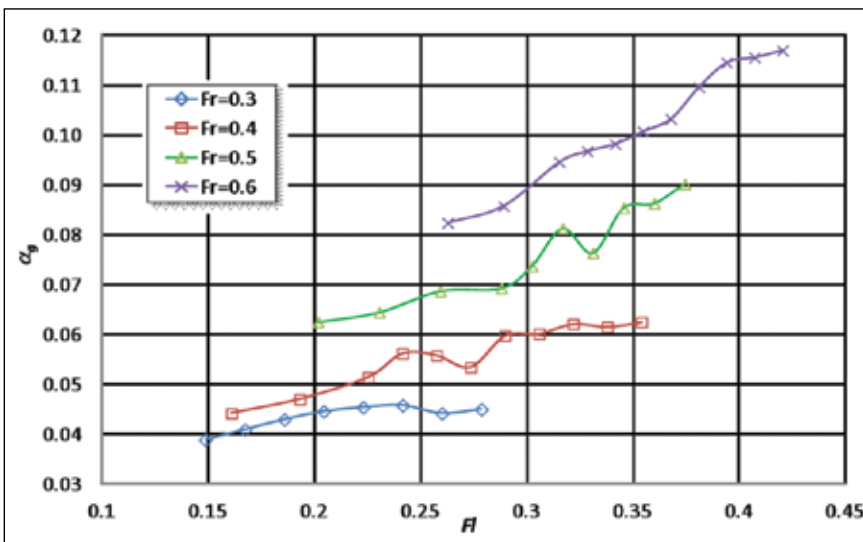
Vrtilna frekvenca mešala je naraščala od 50 min⁻¹ do 650 min⁻¹. Kot je razvidno s slike 4, se v območju $Re > 110000$ vrednost ABT-mešala ustali in znaša $Ne \sim 1,75$, povprečna vrednost za standardno RuT-mešalo pri enakih režimih je $\sim 5,13$ ^[5]. Pri tem pa se pri RuT-mešalu karakteristika moči z naraščanjem vrtiljajev ($Re > 150000$) manjša zaradi površinske aeracije, to je vdora zraka s površine v kapljevino. Takšno stanje se obravnava kot dispergiranje zraka z manjšim dpf . Pri ostalih mešalih, kot npr. pri TBT, SBT in ABT, v primerljivem režimu ni bilo zaznati površinske aeracije.

3.2 Dispergiranje zraka v vodo

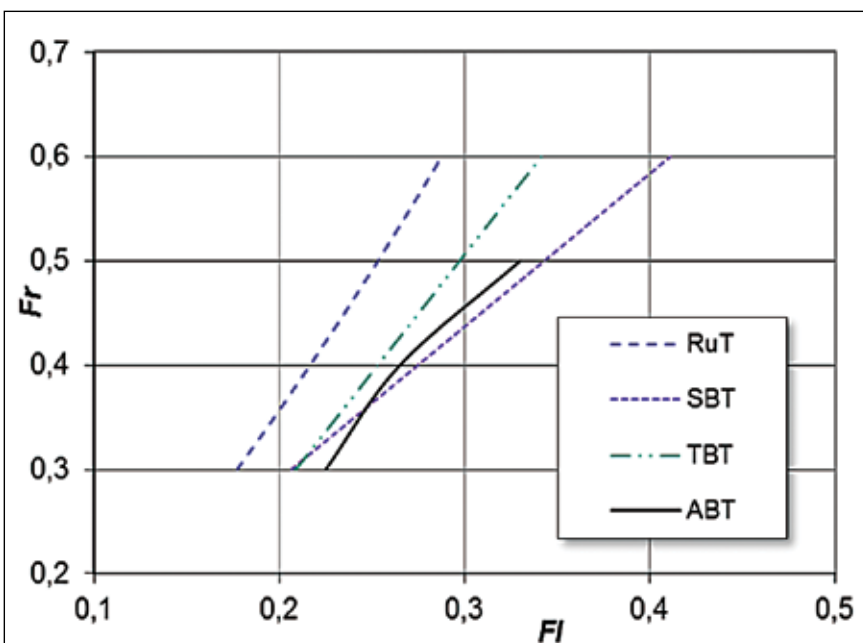
Moč mešala je pri dispergiranju zraka navadno manjša kot pri mešanju v kapljevini in se z naraščanjem pretoka zraka navadno manjša. Razlog je v slabenju črpalne zmogljivosti mešala, saj so podtlačna področja lopatic zapolnjena s plinom, kar predstavlja tako imenovane plinske votline. Z večanjem pretoka zraka postajajo plinske votline večje, črpalna zmogljivost mešala pa vse manjša. Ko postanejo vzgonske sile vzpenjajoče se plinaste faze prevladujoče (ob izrazito slabi primarni cirkulaciji kapljevine izstopajočega toka iz mešala), nastopi poplavno stanje. Pri meritvi moči mešala se to stanje odraža kot porast moči (glede na predhodni režim), razmerje



Slika 5. Razmerje moči pri $Fr = 0,3$



Slika 6. dpf v odvisnosti od pretočnega števila Fl



Slika 7. Meja poplavnega stanja mešal

P_g/P kot lokalni minimum predstavlja zadnje, mejno stanje dispergiranja (angl. loading), ki mu sledi poplavno stanje (angl. flooding).

Na sliki 5 so prikazane vrednosti P_g/P pri dispergiranju zraka z ABT-mešalom v odvisnosti od pretoka zraka ter za primerjavo vrednosti drugih diskastih mešal (pri istem režimu $Fr = 0,3$). Več kot očitno je, da RuT-mešalo najprej poplavlja pri $Fl = 0,17$, pri tem pa primarna cirkulacija izstopajočega toka iz mešala z naraščanjem pretoka slabi, moč se pri dispergiranju v zadnjem stanju pred poplavo zmanjša za kar 65%! S primernejšo obliko lopatic^[5] mešalo TBT poplavlja nekoliko kasneje pri $Fl = 0,21$ – pri dispergiranju pa je še vedno opazno zmanjšanje moči za 52 %. Mešalo SBT^[16] ima sicer manjše zmanjšanje moči pri dispergiranju, poplavlja pa nekoliko prej kot TBT-mešalo. Iz obrazloženega izhaja, da ABT-mešalo kot zadnje od obravnavanih v skupini dosega poplavno stanje pri $Fl = 0,24$, pri tem pa pri dispergiranju dosega majhno zmanjšanje moči, zgolj 18 %. To praktično pomeni, da mešalo ohranja cirkulacijo dvofaznega sistema v posodi tudi pri višjih pretočnih številih oz. pretokih vnesenega zraka. Pri višjih številih ($Fr=0,6$) po tej metodi poplavnega stanja ABT mešala ni bilo možno zaznati.

Poplavno stanje je pri dispergiranju z enim mešalom^[5] možno zaznati tudi iz spremembe dpf , kot je prikazano na sliki 6. S povečevanjem vnosa zraka v kapljevino se viša gladina kapljevine vse do neke mejne vrednosti pri dispergiranju. Ob nadaljnjem minimalnem povečanju vnesenega zraka nastane poplavno stanje, kar se odraža kot znižanje vrednosti dpf . Ta stanja so še evidentna pri $Fr = 0,3, 0,4$ in $0,5$, medtem ko pri $Fr = 0,6$ ni zaznati poplavnega stanja.

Tako so na osnovi nizov meritev za ABT-mešalo podane vrednosti nastanka poplavnega stanja, kot je prikazano na »tokovni mapi« – slika 7. Za primerjavo so podane še meje poplavnega stanja drugih mešal SBT, TBT in RuT, povzeto po predhodnih

Tabela 1. Parametri regresijske krivulje enačbe (1)

Mešalo	a	b	R
ABT	32,64	-0,464	0,97
TBT	19,913	-0,3162	0,96
RuT	32,978	-0,378	0,9231
SBT	26,26	-0,2932	0,912

delih^[5,7]. Kot je razvidno, zmore SBT-mešalo dispergirati celo nekoliko večjo količino zraka kot ABT-mešalo pred nastopom poplavnega stanja, vendar je bistvena razlika med njunim delovanjem v tem, da ABT-mešalo pri tem disipira za približno 20 % manj energije, slika 5.

3.3 Čas pomešanja pri mešanju v vodi

Časi pomešanja ABT-mešala so bili na osnovi meritev aproksimirani po že predstavljenem kriteriju za modificirana diskasta mešala RuT, TBT in SBT^[5,10] v odvisnosti od moči mešal:

$$t_{95} = a \cdot P^b \quad (2)$$

kjer so koeficienta *a* in *b* ter korelacijski koeficient *R* prikazani v tabeli 1.

S slike 8 je razvidno, da se z večanjem moči mešanja čas pomešanja pri vseh obravnavanih mešalih eksponentno krajša. Večja moč mešala za individualno mešalo v osnovi lahko predstavlja večjo črpalno zmogljivost mešala oziroma intenzivnejšo cirkulacijo ter s tem povezano krajši čas pomešanja. Razlike v času pomešanja med diskastimi mešali enakih gabaritov pa so pri isti moči mešanja lahko povezane le še z obliko lopatic posameznega mešala oziroma z izstopajočim dvofaznim tokom iz mešala. Tako je razvidno, da so npr. pri SBT-mešalu časi pomešanja zelo dolgi, tudi za 100 % in več daljši od časov pri ABT-mešalu, kar seveda močno vpliva na samo učinkovitost mešala, kot je obravnavano v nadaljevanju.

Izmerjeni časi pomešanja so bili primerjani tudi z vrednostmi po virih iz literature, kriterij (Ruszkowski 1994, Grenville s sod. 1995) cit.^[5] izhaja iz

opravljenih meritev časov pomešanja kot povzetih vrednosti (*t*₉₅) po drugih virih z različnimi mešali:

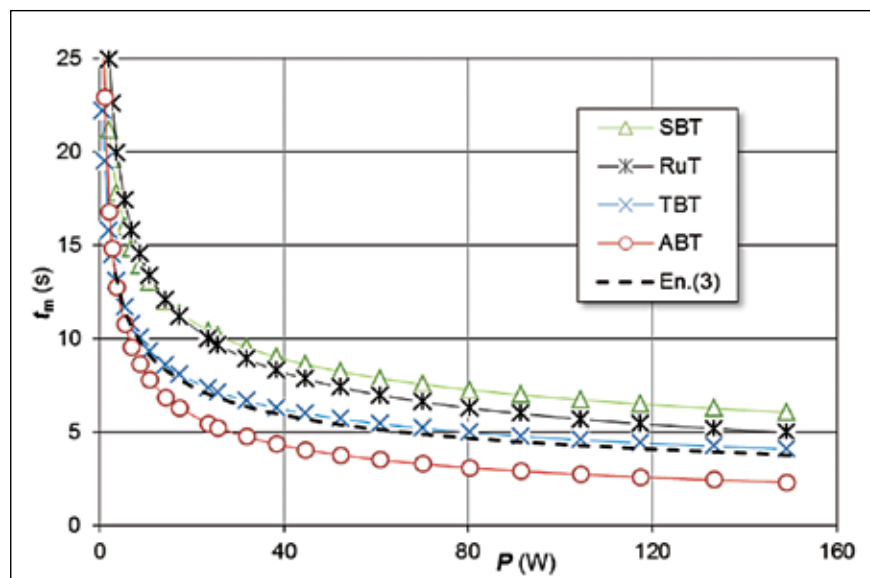
$$t_m = 5,3 \cdot \left(\frac{1}{n}\right) \cdot \left(\frac{1}{Ne^1}\right) \cdot \left(\frac{T}{D}\right)^2 \quad (3)$$

Čas pomešanja po kriteriju (3) velja za poljubno obliko mešala znotraj robnih pogojev $1/3 < D/T < 1/2$ in $H = T$. Primerjava izmerjenih vrednosti z izračunanimi po zgornjem kriteriju kaže relativno dobro ujemanje v medsebojni odvisnosti parametrov $P - t_m$, pojavi pa se vprašanje smiselnosti same primerjave absolutnih vrednosti. Namreč, že sama vrednost *Ne* za RuT-mešalo je pri standardni konfiguraciji po virih iz literature^[22] med $4,8 < Ne < 6,3$, kar predstavlja odstopanje že v osnovi od izmerjenih med -7 do 23 %. Prav tako tudi različne eksperimentalne metode določanja časa pomešanja medsebojno odstopajo tako v fizikalni osnovi (temperaturni odziv, sprememba konduktivnosti, metoda razbarvanja, ...) kot tudi po kriteriju določitve doseženega stanja pomešanja. Tako je lahko pomešanje doseženo po krite-

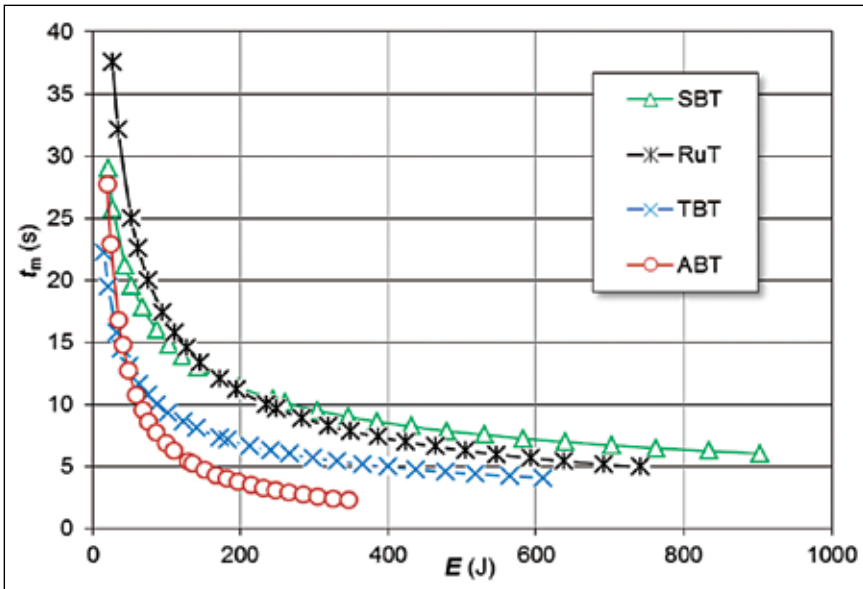
riju (i) $A_n = \pm 0,5 \times \Delta A$ ^[18,19] ali pa (ii) $A'_n = \pm 1 \%$ ^[20], kjer *A* predstavlja poljubno merjeno veličino, *A'* pa njeno fluktuacijo. Če izhajamo iz lokalnih meritev, potem je dodatno treba upoštevati še vpliv same lokacije (*r*, *z*, ϕ), saj so medsebojna odstopanja od -6 % do 11 % od skupne srednje vrednosti^[20]. Metoda motnja/odziv določa tudi neko minimalno količino vnesene snovi, ki predstavlja motnjo. V našem primeru izlitje enega litra vroče vode (kot motnje) traja ocenjeno med 0,75 in 1 s. Ta čas vlitja je neposredno vključen v čas pomešanja, medtem ko so časi vnosa motnje po metodi spremembe konduktivnosti, razbarvanja, *pH* (vnos 3 ml kisline, solne raztopine, ...) precej krajši.

Čas pomešanja, izražen z lokalnimi spremembami poljubne veličine, predstavlja samo čas, pri katerem so nehomogenosti na izbrani lokaciji v posodi, kar pa ne pomeni, da dosežajo različna mešala enake rezultate procesa ob enaki moči mešanja, kot je razbrati iz različnih virov^[18,19,20]. Za kvaliteten produkt procesa je pomembno tudi odstopanje homogenosti po volumnu kapljevine v posodi, kar je prikazano v nadaljevanju, slika 12. Iz povedanega sledi, da je zgolj čas pomešanja dokaj groba ocena mešanja. Primernejša cenilka je učinkovitost mešanja, ki je postulirana z najmanjšo disipacijo energije mešal ob enakem doseženem času pomešanja.

$$E = t_m \times P \quad (3)$$

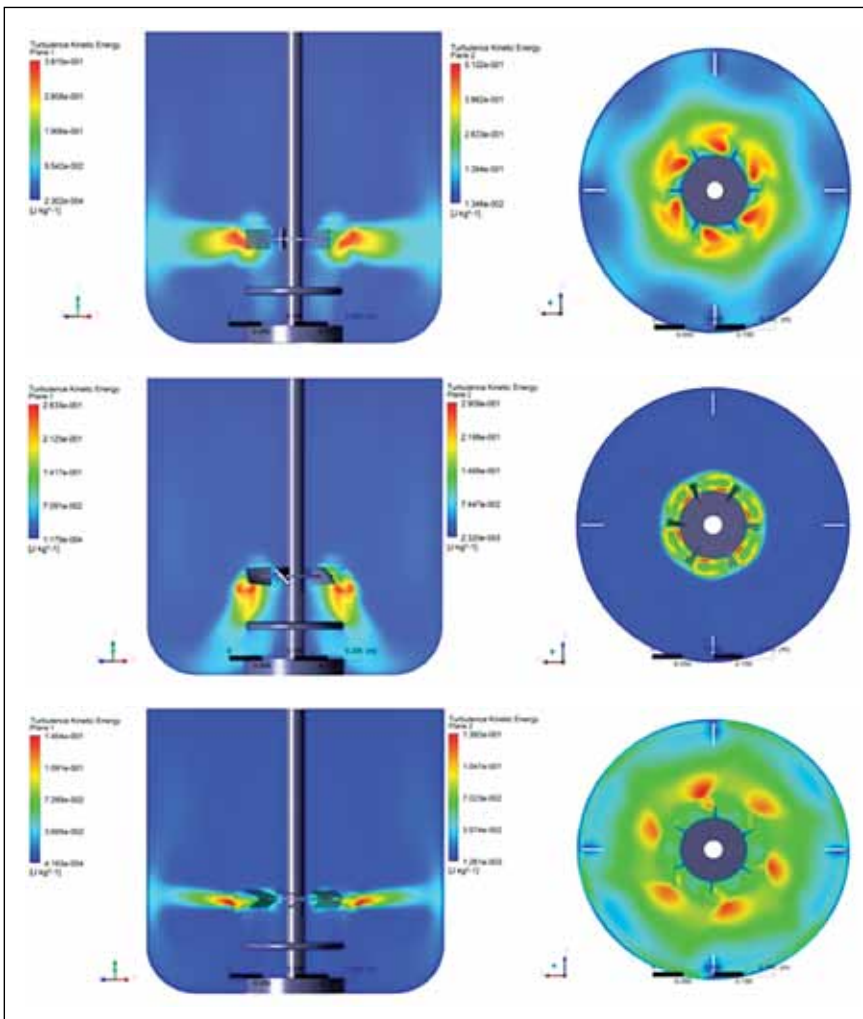


Slika 8. Časi pomešanja različnih diskastih mešal v odvisnosti od moči mešanja



Slika 9. Učinkovitost različnih diskastih mešal

Iz podrobnejše analize s pomočjo računalniške dinamike tekočin (CFD – angl.) pri mešanju v vodi z različno oblikovanimi lopaticami na diskastem mešalu^[11] (in ni predmet obravnave v tem delu) je šele razvidno, da se npr. tokovna polja kot tudi drugi parametri medsebojno dokaj razlikujejo pri uporabi omenjenih mešal. Tako je s slike 10 razvidno, da turbulentna kinetična energija pri mešanju z RuT-mešalom v izstopajočem toku iz mešala predstavlja največ turbulence, kar je razvidno iz presečne vzdolžne in prečne ravnine v višini sredine mešala, desno zgoraj. Radialno usmerjen izstopajoč tok iz mešala se ob steni posode razdeli v zgornjo in spodnjo cirkulacijsko zanko, kot je razvidno iz tokovnega polja z vektorji hitrosti na *sliki 10*, zgoraj.



Slika 10. Turbulenčna kinetična energija v tokovnem polju pri mešanju z mešali RuT, TBT in ABT ^[11]

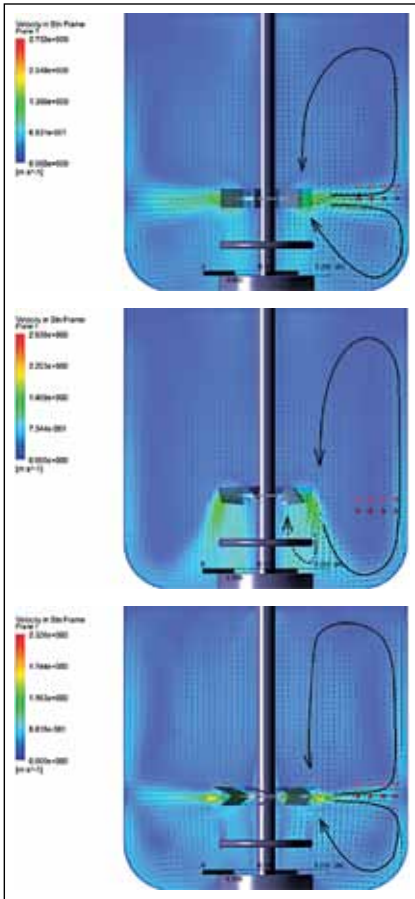
Precej drugačne so razmere pri TBT-mešalu: dosega nekoliko nižje vrednosti turbulentne kinetične energije, izstopajoč tok iz mešala je pri mešanju v vodi usmerjen aksialno navzdol (ki pa se popolnoma spremeni pri dispergiranju zraka in postane radialen) in ustvarja eno glavno cirkulacijsko zanko. Tokovno stanje je zelo podobno sicer aksialnim mešalom, katerih osnovni namen je predvsem zagotoviti intenzivno cirkulacijo s čim manj turbulence. Pri ABT-mešalu je turbulentna kinetična energija precej manjša in se pojavlja v ožjem pasu. Izstopajoč tok iz mešala je radialen in se ob steni razdeli na zgornjo in spodnjo cirkulacijsko zanko, cirkulaciji sta intenzivnejši kot pri RuT-mešalu.

Na *sliki 12* je prikazano širjenje motnje v presečni ravnini $r-z$ v že razvitem toku pri mešanju v vodi z RuT-mešalom. Rdeča barva predstavlja doseženo stanje pomešanja v odstopanju $\pm 5\%$ od končne vrednosti.

Iz časovnega razvoja mešanja je potrjena predhodna trditev, da čas pomešanja (izražen z lokalnimi spremembami poljubne veličine) predstavlja zgolj čas, v katerem so nehomogenosti na izbrani lokaciji v posodi. To se posebej lepo vidi pri zadnjem času 4,7 s (spodaj desno), ko je na lokaciji x (pri meritvah) že doseženo pomešanje kljub (še) pri-

Tako je s *slike 9* takoj razvidno, da so ob enaki disipirani energiji mešal časi pomešanja zelo različni; za enak čas pomešanja, kot ga dosega

ABT-mešalo (5 s), disipira TBT-mešalo približno 3-krat več, RuT-mešalo pa 5,5-krat več energije!



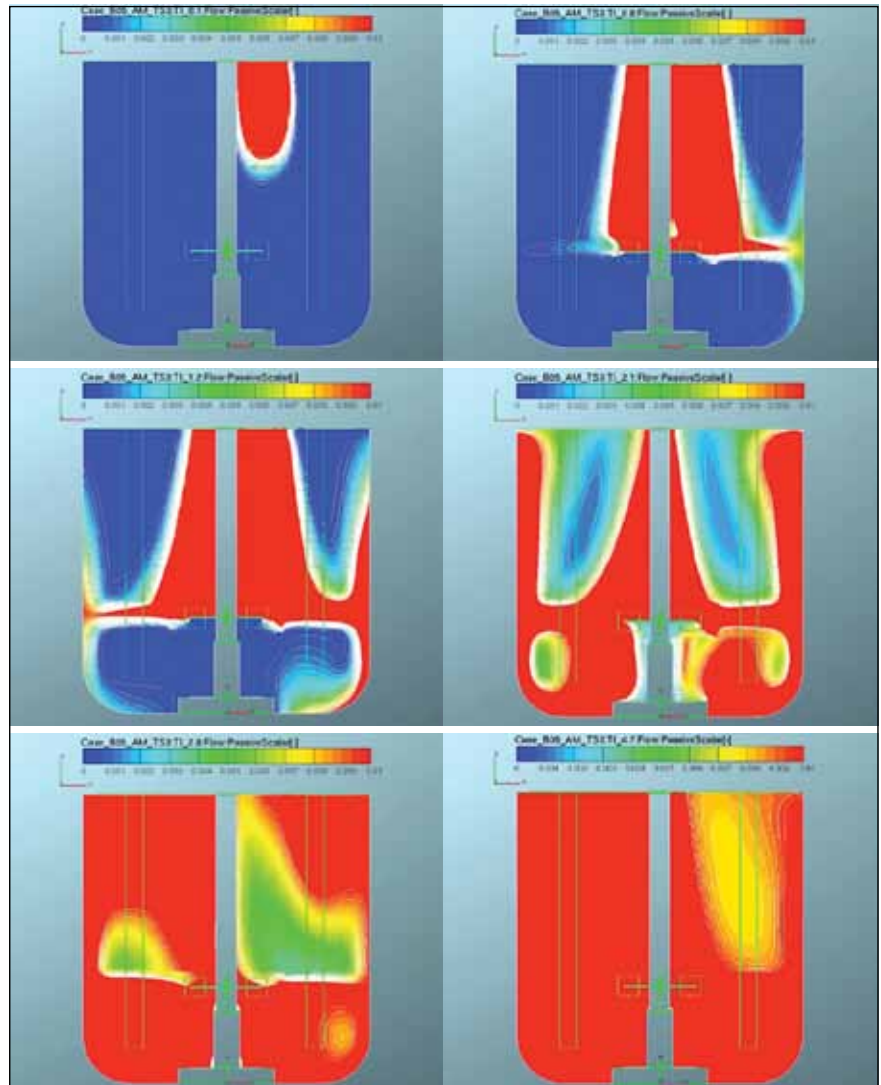
Slika 11. Tokovno polje z vektorji hitrosti za mešali RuT in ABT [11]

sotnim nehomogenostim v kapljevini v neposredni bližini.

■ 4 Zaključek

V prispevku je predstavljena učinkovitost novo razvitega in patentiranega mešala z asimetrično zapognjenimi lopaticami (ABT) pri mešanju in dispergiranju zraka v vodo z enim mešalom v STC-konfiguraciji mešalne posode. Za primerjavo učinkovitosti tega mešala so v delu povzeti tudi izsledki iz naših predhodnih raziskav drugih diskastih mešal (RuT, TBT, SBT). Meritve moči mešanja so potekale pri mešanju kapljevine in dispergiranju zraka v posodi z enim mešalom standardne geometrijske konfiguracije vse do eventualnega nastanka poplavnega stanja.

Število moči ABT-mešala dosega pri mešanju kapljevine zelo majhno vrednost, v območju delovanja industrijskih naprav je število moči skoraj konstantna vrednost in znaša ~1,75.



Slika 12. Širjenje motnje v ustvarjenem tokovnem polju z RuT-mešalom po 0,1, 0,9, 1,2, 2,1, 2,8, in 4,7s [23]

Pri dispergiranju zraka v vodo mešalo ohranja svojo črpalno zmogljivost, kar izhaja iz majhnega zmanjšanja moči ($P_g/P = 84\%$) pri dispergiranju ob bistveno večji količini zraka (53 %) kot pri Rushtonovem mešalu ali pri preostalih dveh mešalih. Do nastanka poplavnega stanja zmore ABT-mešalo ob manjši moči mešanja kot RuT dispergirati ~40 % večjo količino vnesenega zraka kot primerjano mešalo. Časi pomešanja so od predstavljenih mešal (pri enaki moči mešal) najkrajši pri mešanju z ABT-mešalom. Še opaznejša pa je razlika v učinkovitosti mešal: tako ob enakem času pomešanja ABT-mešala (5s) disipira TBT-mešalo približno 3-krat več, RuT-mešalo pa 5,5-krat več energije.

Opravljeni so bile tudi analize z računalniško dinamiko tekočin pri mešanju z omenjenimi mešali, ki

omogočajo »vpogled« v tokovno polje izbranega mešala.

Oznake:

- b – širina lopatice mešala (m)
- D – premer mešala (m)
- E – disipirana energija mešala (J)
- g – zemeljski pospešek (m/s^2)
- H – višina vode v posodi (m)
- q – volumski pretok (m^3/s)
- n – vrtilna frekvenca mešala (s^{-1})
- P, P_g – moč mešala pri mešanju kapljevine oz. dispergiranju (W)
- t_{95} – čas pomešanja pri doseženem ± 5 -odstotnem odstopanju od končne vrednosti
- T – premer posode (m)

w – višina lopatice mešala (m)
 ν – kinematična viskoznost (m²/s)
 a_g – delež plinaste faze, tudi dpf (%)
 ρ – gostota (kg/m³)

Brezdimenzijska števila

Reynoldsovo število:

$$Re = D^2 n / \nu$$

Newtonovo število:

$$Ne = P / (\rho n^3 D^5)$$

Froudovo število: $Fr = n^2 D / g$

Pretočno število: $Fl = q / (n D^3)$

Okrajšave:

L→F – prehod iz dispergirnega v poplavno stanje

ABT – mešalo z asimetrično zapognjenimi lopaticami

TBT – mešalo z zavrtimi lopaticami

SBT – mešalo z zapognjenimi lopaticami z zarezo

Reference


- [1] Bombač, A., Vpliv geometrijskih parametrov na Newtonovo število pri aeraciji v posodi z mešali (Effects of geometrical parameters on Newton number in an aerated stirred tank). *Strojniški vestnik*, 44, 3/4, 105–116, 1998
- [2] Bombač, A., Diskasto mešalo z asimetrično zapognjenimi lopaticami : SI 24012 (A), 2013-09-30. Ljubljana: Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo, Urad RS za intelektualno lastnino, 2013
- [3] Avinash, R., Khopkar, Philippe, A. Tanguy, CFD simulation of gas-liquid flows in stirred vessel equipped with dual Rushton turbines: influence of parallel, merging and diverging flow configurations. *Chemical Engineering Science*, 63, 3810–3820, 2008
- [4] Bombač, A., Žun, I., Individual impeller flooding in aerated vessel stirred by multiple-Rushton. *Chemical Engineering Journal*, 116, 2, 85–95, 2006
- [5] Bombač, A., Žun, I., Dispergiranje zraka v posodi z modificiranim diskastim mešalom z zavrtimi lopaticami = Air dispersing in a vessel with modified twist blade disk impeller. V: Glavič, P. (ur.), Brodnjak-Vončina, D. (ur.). Slovenski kemijski dnevi 2005, Maribor, 22. in 23. september 2005. Maribor: FKKT, 1–8, 2005
- [6] Wernersson, E. S., Christian Trägårdh, C. (1999), Turbulence characteristics in turbine-agitated tanks of different sizes and geometries, *Chemical Engineering Journal*, 72, 97–107, 1999
- [7] Bombač, A., Žun, I., Eksperimentalna raziskava učinkovitosti modificiranega turbinskega mešala = Experimental research of efficiency of modified disk type impellers. V: Kuhljevi dnevi 2005, Podčetrtek, 22.–23. september 2005. Korelc, J. (ur.), Zupan, D. (ur.). Zbornik del. Ljubljana: Slovensko društvo za mehaniko, 41–48, 2005
- [8] Bombač, A., Beader, D., Žun, I., Mixing times in a stirred vessel with a modified turbine. *Acta Chimica Slovenica*, 59, 4, 707–721, 2012
- [9] Bombač, A. Meritve zaznave poplavnega stanja in deleža plinaste faze na industrijskem fermentorju F001-30m³. Ljubljana, Fakulteta za strojništvo, 2013
- [10] Bombač, A., Žun, I., Flooding-Recognition Methods in a Turbine-Stirred Vessel. *J. Mech. Engng.*, 2002, 48, 663–676..
- [11] Matijević, I., Numerične simulacije pomešanja vode v mešalni posodi z različnimi mešali. Diplomsko delo, FS, Ljubljana, 2013.
- [12] Zhang, Lifeng, Pan, Qinmin, Rempel, G. L., Liquid phase mixing and gas hold-up in a multistage-agitated contactor with co-current upflow of air/viscous fluids. *Chemical Engineering Science*, 61, 18, 6189–6198, 2006
- [13] Vrabel P., van der Lans, R. G. J. M., van der Schot, F. N., Luyben, K. C. A. M., Bo Xu, Enfors, S. O., CMA: integration of fluid dynamics and microbial kinetics in modelling of large-scale fermentations. *Chemical Engineering Journal*, 84, 3, 463–474, 2001
- [14] Vrabel, P.; van der Lans, R. G. J. M., Luyben, K. C. A. M., Boon, L., Nienow, A. N., Mixing in large-scale vessels stirred with multiple radial or radial and axial up-pumping impellers: modelling and measurements. *Chemical Engineering Science*, 55, 23, 5881–5896, 2000
- [15] Magelli, F., Montante, G., Pinelli, D., Paglianti, A., Mixing time in high aspect ratio vessels stirred with multiple impellers. *Chemical Engineering Science*, 101, 712–720, 2013
- [16] Bombač, A., Žun, I., Power consumption and mixing time in stirring with modified impellers. V: Magelli, F. (ur.), Baldi, G. (ur.), Brucato, A. (ur.). Proceedings of the 12th European Conference on Mixing, Bologna, Italy, 27–30 June, 2006. Milano, Italy: AIDIC Servizi S.r.l., 153–160, 2006
- [17] Paul L. E., Atiemo-Obeng A. V., Kresta M. S., Handbook of Industrial Mixing – Science and Practice, John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, New Jersey, 2004
- [18] Vasconcelos, J. M. T., Orvalho, C. P., Rodrigues, A. M. A. F., Alves, S. S., Effect of Blade Shape on the Performance of Six Bladed Disk Turbine Impellers. *Ind. Eng. Chem. Res.*, 39, 203–213, 2000
- [19] Nienow, A. W., On impeller circulation and mixing effectiveness in the turbulent flow regime. *Chemical Engineering Science*, 52, 2557–2565, 1997
- [20] Haucine, I., Plasari, E., David, R., Effects of the Stirred Tank's Design on Power Consumption and Mixing time in Liquid Phase, *Chem. Eng. Technol.* (23), 7–15, 2001
- [22] Roman, R. V., Tудоze, R. Z., Studies on Transfer processes in Mixing Vessels. *Chemical Engineering Journal*, 61, 83–93, 1996
- [23] Bombač, A., Beader, D., Žun, I., Računalniška analiza porabe energije in časov pomešanja v posodi z modificiranim turbinskim mešalom = CFD analysis of the power consumption and mixing time in a stirred vessel with a modified turbine impeller. V: Kuhljevi dnevi, 24. september 2009, Cerklje na Gorenjskem. Boltežar, M. (ur.), Slavič, J. (ur.). Zbornik del. Ljubljana: Slovensko društvo za mehaniko, 25–32, 2009

Modified disk impeller with asymmetric blades for dispersing at high gas flow rate

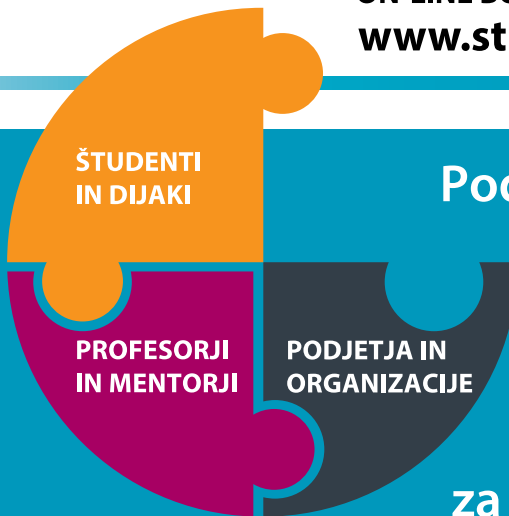
Abstract: The paper presents the basic characteristics of a modified impeller for air dispersing by high flow rates in the fermentation process. An asymmetrically curved blades turbine (ABT) was developed and patented as the last one in a series of research works on modified disk impellers in the Laboratory for Fluid Dynamics and Thermodynamics (LFDT) at the Faculty of Mechanical Engineering in Ljubljana. The analysis of the ABT impeller basic characteristics on a model scale mixing device includes the following measurements: (a) the mixing power in liquid mixing and in air dispersing up to the flooding occurrence, (b) the loading to flooding transitions ($L \rightarrow F$) and (c) the mixing times. The energy dissipation of an ABT impeller in the range of hydrodynamic regimes at an industrial scale operation is found to be very small; the power number equals ~ 1.75 . When air is being dispersed into water, while experiencing a very small reduction in power ($< 16\%$), at the same stirrer speed ($Fr = 0.3$), the ABT impeller is capable of dispersing a substantially higher amount of air (53%) than the Rushton turbine and it also achieves shorter mixing times. To compare the efficacy of this impeller with other modified impellers, some results of our preliminary research are summarized.

Key words: liquid mixing, air dispersing, ABT impeller, mixing power, flooding, mixing time







ON-LINE BORZA RAZISKOVALNIH NALOG:
www.studentsforindustry.eu




Podjetja, preoblikujte svoje poslovne in razvojne izzive v raziskovalne naloge in projekte za študente in dijake!




SEMINSARSKA NALOGA




RAZISKOVALNA NALOGA




PROJEKT




ZAKLJUČNA NALOGA




PREVAJANJE, LEKTORIRANJE




PRAKSA



Naložba v vašo prihodnost
 Operacija delno financirana Evropska unija
 Evropski sklad za regionalni razvoj



REPUBLIKA SLOVENIJA
SLUŽBA VLADE REPUBLIKE SLOVENIJE ZA RAZVOJ IN EVROPSKO KOHEZIJSKO POLITIKO



SI HR
 EVROPSKO TERTORIALNO SODELOVANJE

Janez Tušek

NOVO!

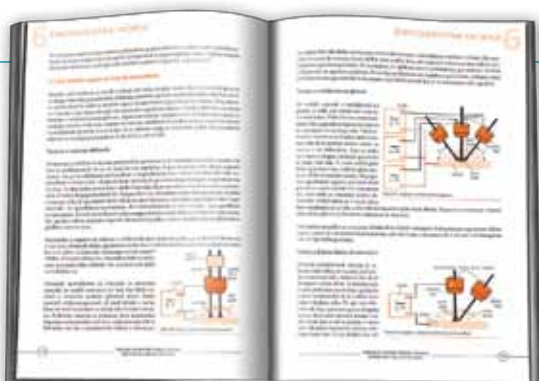
Varjenje in sorodne tehnike spajanja materialov v neločljivo zvezo



O knjigi

Knjiga obsega 15 ločenih poglavij, ki so smiselno povezana. Prvo poglavje je uvod v vsebino knjige, drugo pa kratek zgodovinski pregled razvoja tehnik, postopkov in tehnologij spajanja materialov v neločljivo zvezo. Osnovni in posebni izrazi, ki jih pogosto uporabljamo v vsakdanjem pogovoru in v pisnih gradivih s tega področja, so podani in razloženi v tretjem poglavju. Nekaj mednarodno priznanih različnih razdelitev varjenj in drugih tehnik spajanja v trajno zvezo je prikazanih v četrtem poglavju, v petem pa nekaj fizikalno-metalurških osnov spajanja materialov pri sobni in zvišani temperaturi. Šesto poglavje je najboljše poglavje in obravnava obločna varjenja s taljivo in netaljivo elektrodo v zaščiti plinov in plinskih mešanici, v zaščiti praškov in še nekaterih drugih medijev. Poleg klasičnih talilnih varjenj poznamo še varjenja z visoko gostoto energije, med katera

spadajo varjenje z elektronskim snopom, varjenje z laserjem in varjenje s plazmo ter so zajeta v sedmem poglavju. Osmo obsega varjenja s kemično energijo, med katera uvrščamo plamensko varjenje, termično (aluminotermično) varjenje in eksplozijsko varjenje. Drugo najboljše poglavje je deveto, ki obravnava elektroporovno varjenje in postopke za ta način spajanja materialov v trajno zvezo. Deseto poglavje opisuje varjenje z mehansko energijo in enajsto spajkanje, ki ga imenujemo tudi lotanje, ter dvanajsto metalizacijo z navarjanjem in toplotnim nabrizgavanjem. Lepljenje je podano v trinajstem poglavju in v štirinajstem mehansko spajanje materialov. Hibridno varjenje in postopki za ta način varjenja in spajanja materialov v neločljivo zvezo so zajeti v petnajstem poglavju.



Komu je knjiga namenjena

Študentom dodiplomskega in podiplomskega študija na fakultetah za strojništvo ter na vseh drugih fakultetah in višjih šolah, ki imajo v svojem izobraževalnem programu tudi področje spajanja materialov v neločljivo zvezo. Nadalje je lahko knjiga v veliko pomoč vsem udeležencem različnih tečajev, seminarjev in specializacij iz varilstva. Knjiga bo koristila tudi zaposlenim v industriji, ki delujejo na varilskem in širšem področju spajanja materialov ter se spoprijemajo z različnimi tehničnimi in tehnološkimi težavami. Veliko koristnih nasvetov, podatkov in informacij pa bodo našli še vsi, za katere je varilstvo le dopolnilna aktivnost, konjiček ali priložnostna dejavnost.

Iz vsebine

- Zgodovinski pregled varjenja in sorodnih tehnik spajanja materialov
- Osnovni izrazi v tehnikah spajanja materialov
- Razdelitev tehnik varjenj in sorodnih tehnik spajanja materialov
- Fizikalno-metalurške osnove varjenja in sorodnih tehnik spajanja materialov
- Elektroobločno varjenje
- Varjenje z visoko gostoto energije
- Varjenje s kemično energijo
- Elektroporovno varjenje
- Varjenje z mehansko energijo
- Spajkanje
- Metalizacija, navarjanje in toplotno nabrizgavanje
- Lepljenje
- Mehansko spajanje materialov v neločljivo zvezo
- Hibridno varjenje in drugi hibridni postopki spajanja materialov v neločljivo zvezo

NAROČILO KNJIGE

Naročila sprejemamo na e-poštni naslov:
knjiznica@fs.uni-lj.si

ZALOŽBA:

Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani

CENA KNJIGE

40 €



Univerza v Ljubljani

Pregled uporabe laserskih tehnologij v avtomobilski industriji

Damjan KLOBČAR, Janez TUŠEK

Izvleček: Prispevek predstavlja pregled uporabe laserskih tehnologij v avtomobilski proizvodnji. Opisuje uporabo laserskega varjenja v primerjavi z uporovnim varjenjem ter njune prednosti in slabosti pri izdelavi avtomobilske karoserije. Predstavlja tudi uporabo laserskega rezanja pri izdelavi notranjih in zunanjih delov vozila pri proizvodnji vozil manjših serij. Predstavljeni so primeri pravilnega uvajanja laserskih tehnologij v proizvodni proces in oblikovanja izdelkov za lasersko varjenje.

Ključne besede: lasersko varjenje, lasersko varjenje s parnico, lasersko hibridno varjenje, lasersko transparentno varjenje, lasersko rezanje, uporovno točkovno varjenje

1 Uvod

V zadnjem času postajajo laserski sistemi cenejši in s tem bolj dostopni za množično proizvodnjo. Zato se že kmalu pojavi vprašanje smotrnosti takšne uvedbe, kakšne so tehnološke in ekonomske prednosti in ali jih bomo lahko uspešno izkoristili tudi v našem primeru. Namen tega prispevka je podati prednosti in opisati omejitve, ki jih je potrebno upoštevati pri oblikovanju in izdelavi izdelka v proizvodnih pogojih.

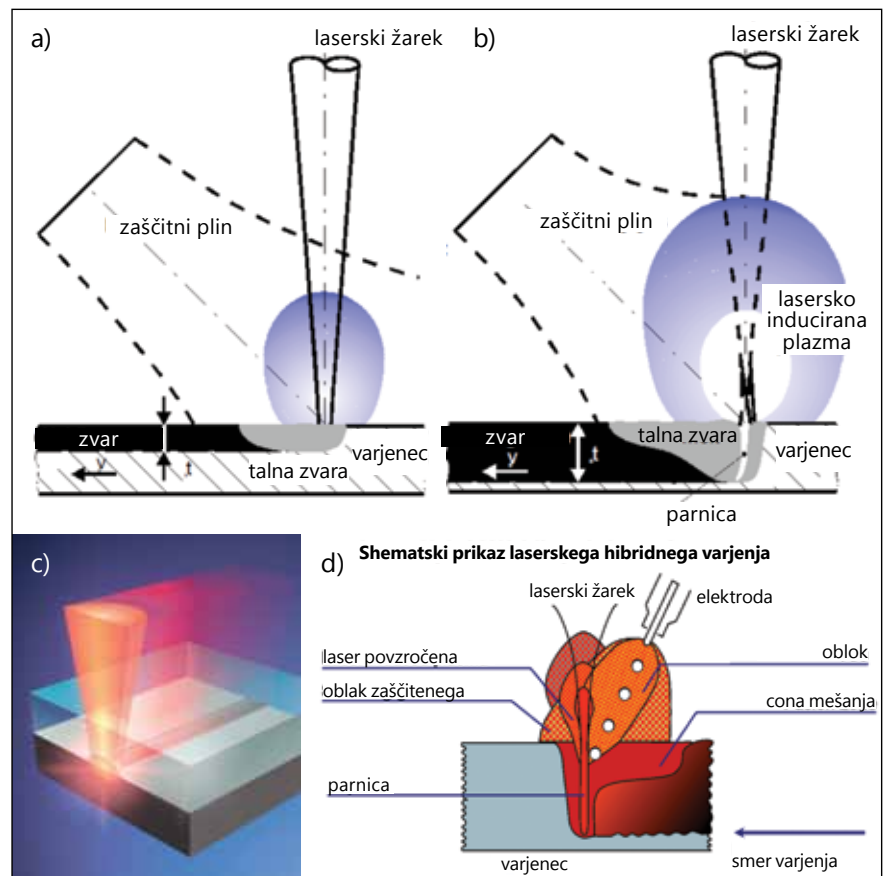
Laser se v proizvodnih pogojih lahko uporablja za rezanje, varjenje, vrtanje, spajkanje, toplotno obdelavo, površinsko obdelavo, označevanje in nabrizgavanje. Prednost laserskega žarka je njegova univerzalnost, saj lahko z manjšimi spremembami isti žarek uporabimo za različne tehnološke operacije na isti napravi.

Lasersko lahko varimo prevodno ali konduktivno brez izparevanja materiala ali s parnico (ang. key-hole) (slika 1a, b), polimere pa tudi

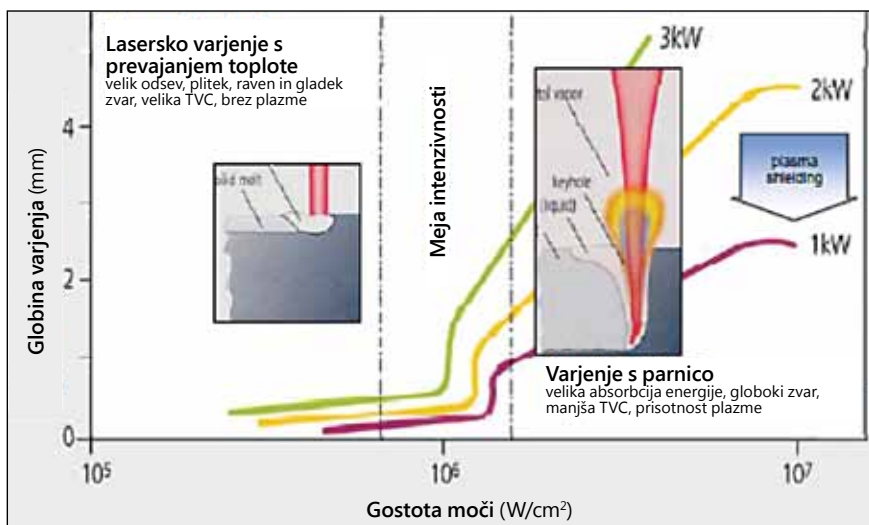
Doc. dr. Damjan Klobčar, univ. dipl. inž., prof. dr. Janez Tušek, univ. dipl. inž., oba Univerza v Ljubljani, fakulteta za strojništvo

s prenosom laserskega žarka preko transparentnega polimera (slika 1c). V praksi se uporablja tudi hibridno lasersko varjenje, pri katerem običajno kombiniramo varjenje MIG z laserskim varjenjem (slika 1d). Pri prevodnem laserskem varjenju do-

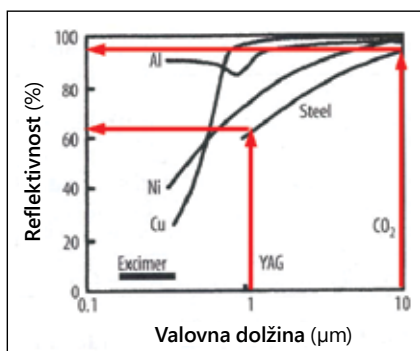
sežemo manjšo globino laserskega žarka, širši var in večjo toplotno vplivano območje (TVP). Videz zvara je lep in gladek. Ta način varjenja se uporablja za varjenje tanjših varjenec, kot so folije, žice, tankostenke cevi itd. Pri varjenju s parnico



Slika 1. Lasersko varjenje a) s prevajanjem toplote, b) s parnico, c) s prenosom žarka preko transparentnega polimera in d) hibridno varjenje [1]



Slika 2. Vpliv gostote moči laserskega žarka na globino uvara [1]



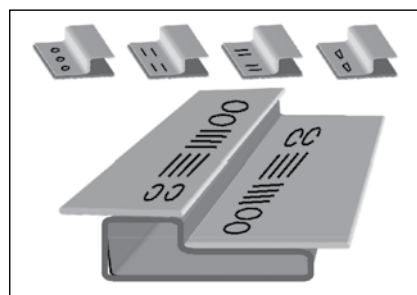
Slika 3. Vpliv valovne dolžine svetlobe na absorpcijo energije laserskega žarka [1]

se doseže večje globine vara, zvari so ožji, TVP pa je manjše. Varjenje s parnico je primerno za lasersko varjenje debelejših materialov, varjenje tankih materialov s parnico pa je izjemno zahtevno. Da dosežemo varjenje s parnico, potrebujemo laserje večjih moči oz. gostoto moči laserskega žarka nad 10^6 W/cm² (slika 2). Na izkoristek energije laserskega žarka vpliva tudi absorpcija laserske svetlobe v materialu, ki je odvisna od valovne dolžine laserskega žarka (slika 3).

■ Prednosti laserskega varjenja

Med prednosti štejemo minimalen vnos toplote, ki povzroča manj zvijanja in deformacij na izdelku, majhno toplotno vplivano območje in ozek var. Izdelani spoji lahko dosežejo višjo trdnost (možnost oblikovanja zvara – slika 4), izboljšano

togost konstrukcije (slika 7) ob sočasni manjši teži izdelka (slike 3–6). Z laserskim žarkom lahko varimo na težko dostopnih mestih, ki jih z ostalimi varilnimi postopki ne bi mogli doseči (ozka špranja, dostopnost samo z ene strani). Lasersko varjenje je varjenje visoke kakovosti, omogoča enakomerno penetracijo in videz zvara, ponovljivost, mogoče ga je avtomatizirati in ga integrirati v obstoječo opremo in v proizvodni proces. Lasersko varjenje je prilagodljivo, saj lahko z laserskim žarkom enostavno manipuliramo, ga delimo, varimo različne materiale in izdelke na različnih mestih v proizvodnji. Varjenje je zaradi visoke gostote energije laserskega žarka in naprednega ter hitrega vodenja običajno hitrejšo kot klasično obločno ali uporovno varjenje. Lasersko varjenje je lahko cenovno konkurenčno, če uspemo izkoristiti njegove prednosti, ki zajemajo visoko produktivnost, krajše čase ciklov (potrebno manjše število proizvodnih celic), zmanjšanje števila slabih izdelkov in popravil,



Slika 4. Oblikovanje zvara glede na obremenitev [1]

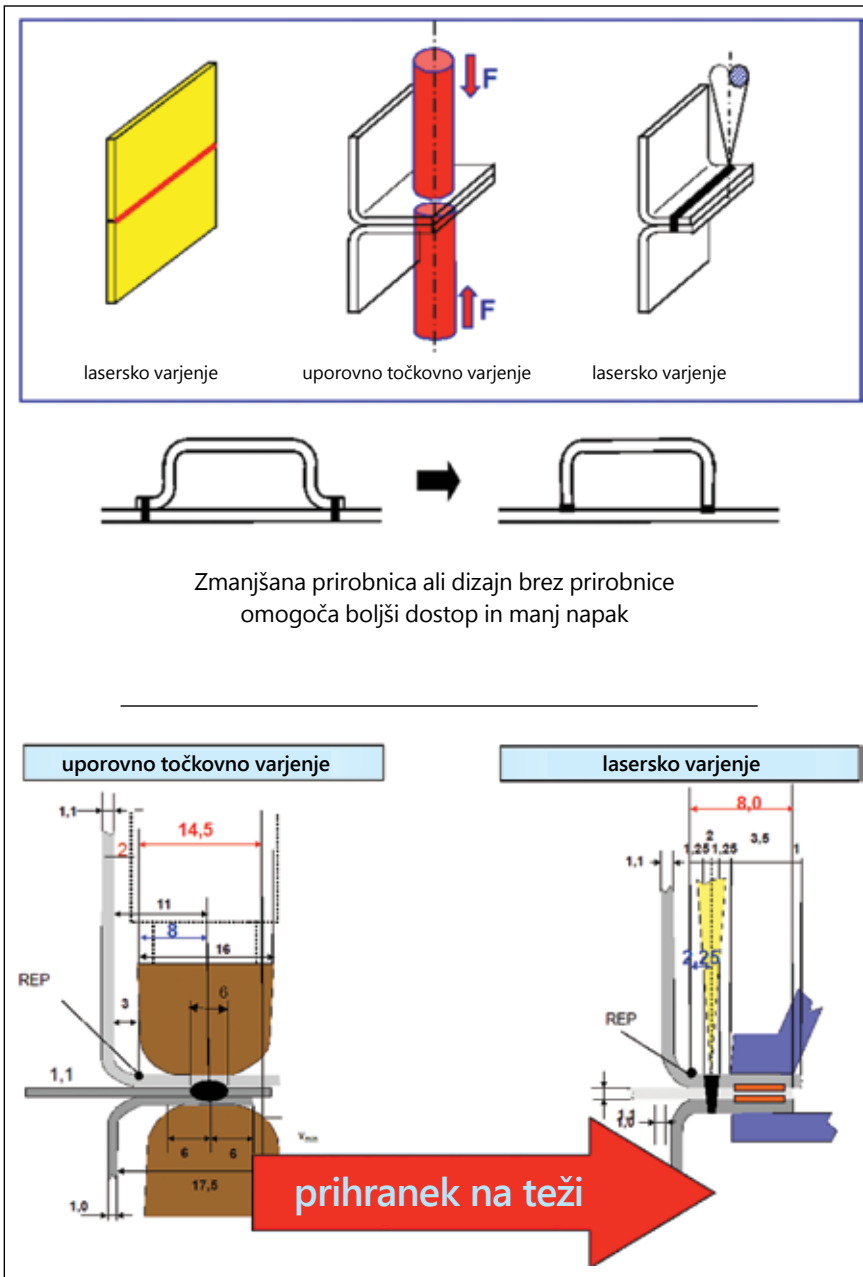
zmanjšanje količine ročnega dela, zmanjšanje potrebnega materiala in teže, ter če lahko z zamenjavo tehnologije eliminiramo kako tehnološko operacijo.

■ Prednost laserskega varjenja pred uporovnim varjenjem

Lasersko varjenje ima glede na uporovno točkovno varjenje kar nekaj prednosti. Prva je zmanjšanje velikosti prirobnic (slika 5). Manjše prirobnice, vgrajene v avtomobilsko karoserijo, imajo manjšo velikost in težo, za izdelavo se porabi manj materiala, kar znižuje stroške izdelave. Dodatni prednosti sta povečanje vidljivosti iz avtomobila in lažje dostopanje v vozilo (slika 5). Naslednji prednosti sta večja trdnost in togost komponent in izdelkov, ki ju dosežemo z lokalnim povečanjem trdnosti in togosti komponent, optimiranjem oblike in postavitve varov glede na obremenitve (slika 6a) ter eliminacijo odprtih za dostop elektrod (slika 6b). Z zaprtim nosilcem lahko namreč zmanjšamo debelino sten nosilca in s tem težo komponente. Ker se z uporabo laserskega varjenja hitrost spajanja običajno poveča, so lahko časi ciklov bistveno krajši, za varjenje se zato potrebuje manj varilnih mest in opreme, manjše pa so tudi prostorske potrebe (tabela 1 in slika 8). Pri uporabi laserskega varjenja ni potrebnega toliko prostora za dostop do mesta spajanja, mogoče je tudi varjenje na oddaljenih, težko dostopnih in utesnjenih mestih. S stališča vzdrževanja odpadejo vse dela, povezana s popravili obrabljenih in deformiranih elektrod za uporovno varjenje in njihove menjave, za kar potrebujemo tudi manj zaposlenih.

■ Izzivi laserskega varjenja glede na konvencionalno varjenje

Laserski sistemi so kljub padcem cen laserjev in razvoju novih vrst laserjev, ki imajo večji izkoristek energije, še vedno zelo dragi glede na klasične



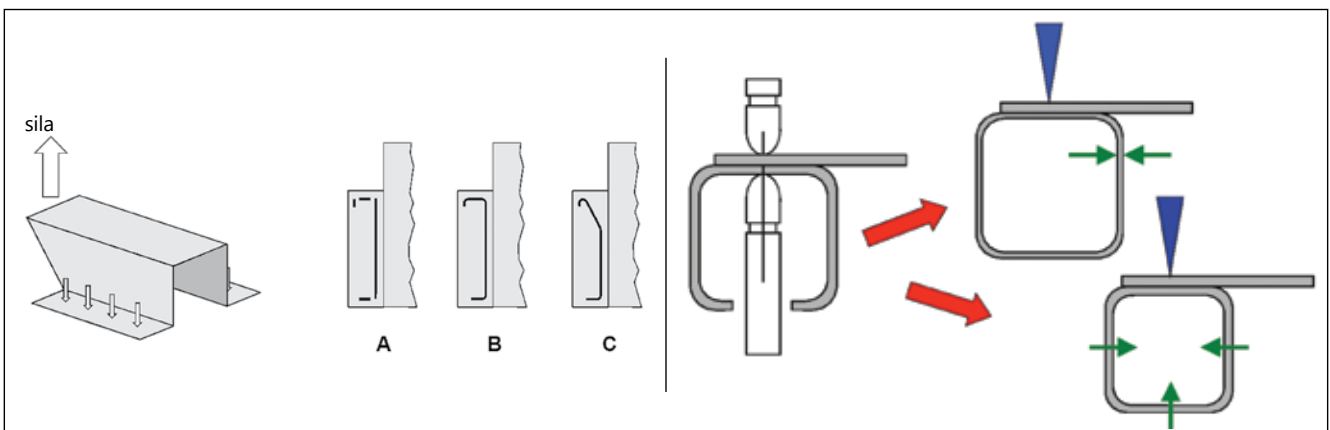
Slika 5. Optimiranje oblike spoja glede na uporabljeno tehnologijo za zmanjšanje teže (zgoraj) ter zmanjšanje velikosti prirobnice pri uporabi laserskega varjenja, ki poveča vidljivost iz vozila in dostopnost v vozilo (spodaj) [1].

varilne postopke. Za uspešno varjenje je potrebno pripraviti varjence v ozkih dimenzijskih tolerancah, z ustrezno pripravljenimi zvarnimi robovi (raven rez brez zaokrožitev in koničnih stranic pri sočelnem zvarnem spoju), ob uporabi ustreznih orodij in vpenjal. Poleg tega je potrebno zagotoviti natančno vodenje laserskega žarka, zlasti v primeru varjenja sočelnih zvarnih spojev. Na splošno velja, da je pri varjenju sočelnih zvarnih spojev potrebno izredno natančno pripraviti varjence, da eliminiramo vse špranje, saj se lahko pri reži, večji od debeline laserskega žarka, proces varjenja ustavi. Zato je bolj priporočljivo varjenje v prekrvnem zvarnem spoju.

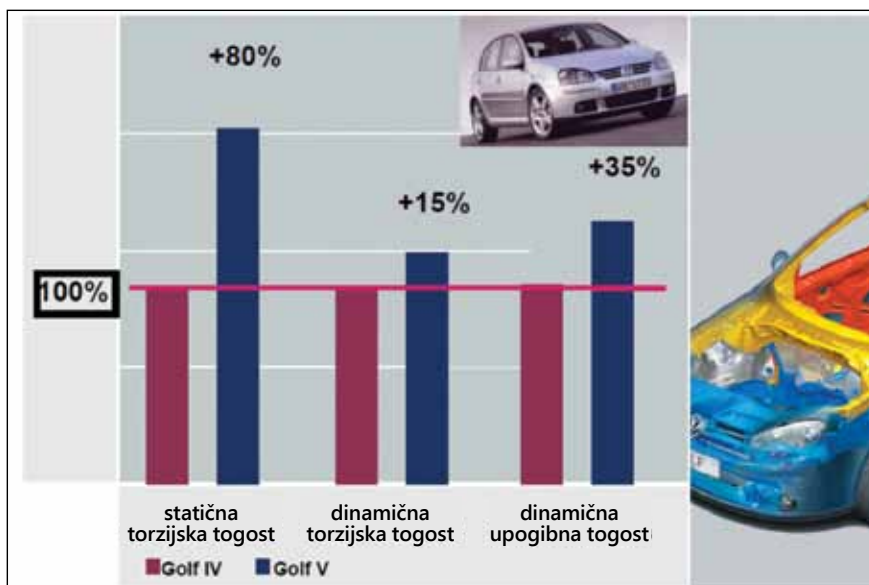
Izziv za lasersko varjenje je tudi varjenje pocinkane pločevine v prekrvnem zvarnem spoju. Pri postavitvi laserskega sistema v prostor je potrebno upoštevati sevanje laserskega žarka. Zato je potrebno laserski sistem izolirati od preostalega dela proizvodnje z ustreznimi zaščitnimi kabinami. Osebe v podjetju se mora dodatno izobraziti glede varstva pri delu pri uporabi laserja v proizvodnji. Dodatno izobrazbo za potrebe vzdrževanja opreme potrebuje tudi vzdrževalno osebje.

Primer iz avtomobilske industrije

Slika 7 prikazuje izjemno povečanje statične in dinamične torzijske togosti ter dinamične upogibne togosti z uporabo laserske tehnolo-



Slika 6. Oblikovanje zvara glede na obremenitev (levo) in povečanje togosti komponente z odstranitvijo odprtine in zmanjšanjem debeline in/ali velikosti nosilca, s čimer se zmanjša teža komponente (desno) [1].



Slika 7. Primerjava povečanja statične in dinamične torzijske togosti ter dinamične upogibne togosti z uporabo laserske tehnologije pri modelu Golf IV in Golf V [1]

logije pri modelu Golf V glede na prejšnjo generacijo Golf IV. To je bilo doseženo z delno zamenjavo tehnologije uporovnega točkovnega varjenja z laserskim varjenjem. Ostale prednosti, ki so bile dosežene pri modelu Golf V, so bile večja hitrost spajanja, povečana produktivnost, kratki časi ciklov (30 sekund), zmanjšanje težav z zvijanjem zaradi manjšega vnosa toplote, ožje prirobnice oz. spoji brez uporabe prirobnic, visoka fleksibilnost spajanja s prenosom energije laserskega žarka po kablilih do različnih celic in zmanjšanje velikosti proizvodnega prostora.

Pri novem modelu se je proizvodni prostor pri izdelavi stranic vozila zmanjšal za 50 %, pri izdelavi podvozja pa za 33 % (tabela 1). Prejšnji model Golfa je bil spojen s 4608 zvarnimi točkami in 1,4 metri zvara, model V pa s 1400 točkami ter 70 metri laserskega zvara.

Primer Passat

Naslednji primer je lasersko skenirno varjenje pokrova prtljažnika VW Passata (slika 8). Pri izdelavi pokrova s točkovnim uporovnim varjenjem so izdelali 34 zvarnih točk, pri tem so kodo izdelka zapisovali mehansko. Varilna celica je vsebovala štiri robote in pet varilnih klešč. Čas spajanja je znašal 34,7 sekund. Pri zamenjavi tehnologije z laserskim skenirnim varjenjem so izdelali 34 laserskih C-spojev in z laserjem izpisali kodo izdelka. Za celoten proces so potrebovali enega robota in eno skenirno optiko. Čas varjenja pri uporabi 4-kilovatnega laserja je znašal 13 sekund, pri uporabi 6-kilovatnega laserja pa pod 10 sekund.

V tem času (2004, Trumpf, [3]) so pri Volkswagenu laserje uporabljali za varjenje, spajkanje in rezanje. Na lokaciji v Wolfsburgu so instalirali 150 4-kilovatnih laserjev Nd:YAG (skupaj

250), en 1-kilovatni laser Nd:YAG (skupaj 3), 250 laserskih varilnih glav (skupaj 420) ter tri laserske glave za rezanje (skupno 9). Pri tem je bila za potrebe delovanja laserjev potrebnih 24 MW električne energije (skupno 40 MW) ter za hlajenje laserskih sistemov 23 MW (skupno 38 MW), kar veliko pove o izkoristku laserskih virov. Na tej lokaciji so s pomočjo teh laserjev dnevno izdelali 2000 vozil (skupno preko 3000) in 140 km laserskih spojev (skupno preko 210 km) [3].

Primeri varjenja in rezanja iz industrije

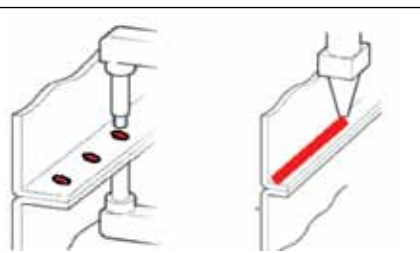
V industriji se v zadnjem času uporabljajo vlakenski laserji moči od 4 kW do 20 kW. Ti omogočajo visoko stopnjo fleksibilnosti ter posledično veliko kreativnosti pri oblikovanju izdelkov. V industrijskih pogojih se razni senzorji vgrajujejo v plastična ohišja. Tak primer je elektronika pri izdelavi žarometov. Včasih inženirji v fazi izdelave prototipov ugotovijo, da na primer ultrazvočno spajanje takih komponent vnaša v izdelek preveč vibracij, ki lahko poškodujejo elektronske komponente. V takih primerih je zelo dobra izbira lasersko spajanje.

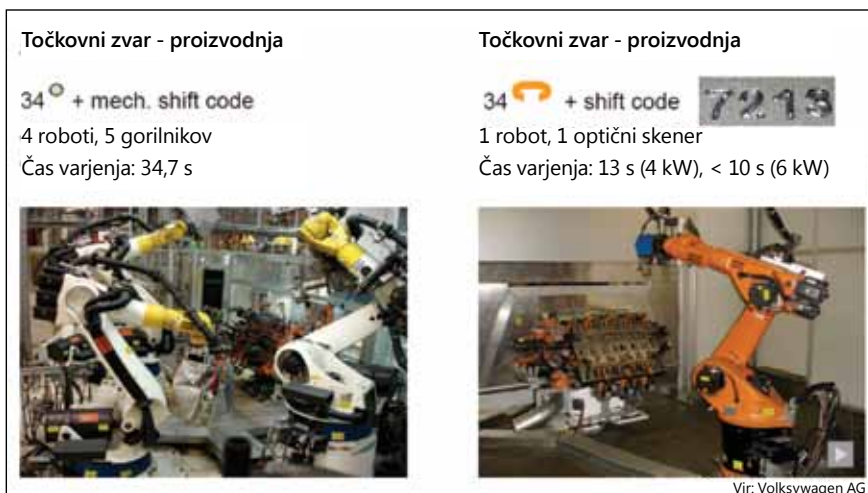
Detajli oblikovanja spoja

Pri vpeljavi laserskih tehnologij v proizvodni proces je pogosto potrebno narediti spremembe v obliki izdelka pri spremembi tehnologije iz klasičnega spajanja. To je zlasti v primeru, ko so tolerance rege spojev prevelike za lasersko varjenje. Najtežje je takšne novosti vpeljati v podjetja, ki že dolgo poznajo in uporabljajo klasično obločno varje-

Tabela 1. Zmanjšanje proizvodnega prostora pri proizvodnji novega modela na račun zamenjave tehnologije spajanja [1]

	Golf IV	Golf V	Razlika
Velikost proizvodnega prostora pri izdelavi stranic [m ²]	2816	1472	-50 %
Velikost proizvodnega prostora pri izdelavi podvozja [m²]	480	320	-33 %
Št. zvarnih točk	4608	1400	
Dolžina laserskega vara [m]	1,4	70	





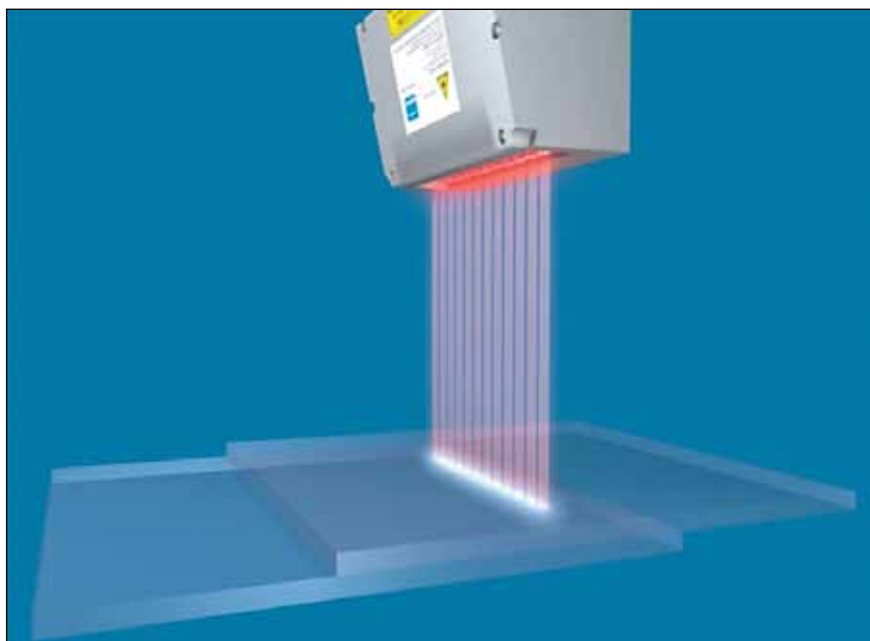
Slika 8. Lasersko skenirno varjenje pokrova prtljažnika VW Pasata [1]

nje, ki je bistveno manj občutljivo na slabše ujemanje spojev. V takih primerih je potrebno spremeniti obliko izdelka in s tem tudi spoja, da se zagotovi uspešno spajanje z laserjem.

V zadnjem času nekatere industrije težijo k zamenjavi kovinskih izdelkov s polimernimi. Tak primer sta letalska in avtomobilska industrija zaradi zmanjšanja teže izdelkov in tudi medicinska industrija, ki skuša z uporabo polimernih materialov pri izdelkih za enkratno uporabo preprečiti pojav infekcij. Zato je lasersko varjenje polimerov postalo popularno. Zlasti pri prenosu laserskega žarka skozi transparentni polimer je ključnega pomena izbira

materialov (slika 9). Zgornji polimer mora biti prevoden za laserski žarek, medtem ko mora spodnji dobro absorbirati energijo žarka. Za uspešno izvedbo spoja je potrebno varjenec stisniti s pritisno silo, da se pri raztalitvi spodnjega varjenca, ta sprime z zgornjim.

Pri oblikovanju izdelka za lasersko varjenje je priporočeno sodelovanje konstruktorjev izdelka s tehnologi za lasersko varjenje, saj lahko manjše oblikovne spremembe olajšajo izdelavo in učinkovitost v serijski proizvodnji. Tovrstno sodelovanje naj se prične v zgodnji fazi konstruiranja izdelka, saj so spremembe v tej fazi cenejše, kakor če se opravijo na že izdelanem orodju.



Slika 9. Lasersko varjenje polimerov skozi transparentni polimer [9]

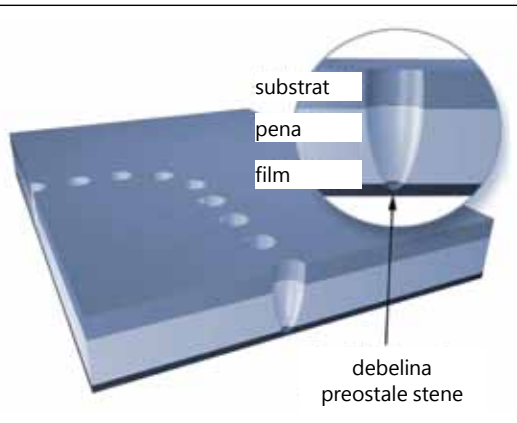
V zadnjem času se veliko dela s pikosekundnimi in femtosekundnimi pulznimi laserji. Njihova uporaba omogoča hladno varjenje brez večjega vnosa toplote.

Pri vpeljavi laserja v proizvodnjo je potrebno doseči določene prednosti pred klasičnim spajanjem. Sem spadajo majhna toplotno vplivana cona, spajanje brez brizganja in poškodb na površini izdelka, spajanje brez dimov, plinov in iskenja, trdnejši in bolj togi spoji in izdelki itd.

Lasersko rezanje

Tudi na področju rezanja se v zadnjem času opaža trend opuščanja tehnologije prebijanja z laserskim rezanjem, zlasti v avtomobilski industriji. Tehnologija prebijanja je izredno kakovosten proces za serije okoli 100.000 enakih izdelkov letno. Pri poplavi različnih modelov avtomobilov, ki dosegajo serije od 30.000 do 40.000 letno, pa postane posebno orodje predrago, zato se proizvajalci ozirajo po alternativnih rešitvah. Tipičen primer laserskega rezanja v avtomobilski industriji je izdelava perforacije za izdelavo oslabitev na delih armaturne plošče za zračne blazine (slika 10). Za integracijo zračne blazine v armaturno ploščo je bilo potrebno izdelek v celoti spremeniti. To je omogočilo številne prednosti pri izdelavi in sami funkciji zračne blazine. V preteklosti so zračne blazine izdelali s posebnim orodjem, nato jih je bilo potrebno vstaviti v armaturno ploščo. Za celoten proces je bilo potrebnih kar nekaj operacij, opreme in delavcev. Z uporabo laserske tehnologije in integracijo zračne blazine v armaturno ploščo so odpadle številne operacije, ki so prinesle velike prihranke pri izdelavi komponente.

Pri laserskem rezanju je potrebno upoštevati bistveno manj vplivnih faktorjev kot pri varjenju. Pri izbiri laserskega sistema za rezanje so pomembne velikost izdelka, debelina rezanja in hitrost rezanja. Tak laserski sistem mora biti dobro integriran v proizvodni proces. Tako lasersko rezanje kot manipulacija z



Slika 10. Lasersko perforiranje [9]

izdelkom morata biti enako zmo-gljiva, da je proces dobro integriran v proizvodnjo.

■ Ugotovitve

Sodobni laserski sistemi postajajo zelo konkurenčni »zrelim« tehnologijam spajanja, saj omogočajo natančno dovajanje energije in bistveno večje izkoristke kot predhodniki. Intenziven razvoj in raziskave na področju laserskih tehnologij so znižali cene laserskih sistemov, kriza pa je temu segmentu dala nov zagon. Ob uvajanju laserja v proizvodnjo je poleg tehnoloških vidikov potrebno upoštevati tudi varnost zaposlenih in njihovo izobraževanje. Sama uvedba laserja v proizvodnjo še ne zagotavlja uspeha, saj je podobno kot pri ostalih tehnologijah ključno celostno obravnavanje težave oz. izdelka.

Literatura

- [1] Dave Locke, David Havrilla, Design for Laser Welding Seminar, Trumpf, 2013
- [2] David Havrilla, Design Principles for Laser Welding, Uva 2014
- [3] Tim Morris, VW Golf V Laser Processing Concept and Production Implementation, www.autosteel.org. 2004
- [4] Jamie Vondruska, Golf 7 tech highlights, <http://www.vwvortex.com/features/technical-features/golf-7-technicalpreview/>
- [5] Rüdiger Brockmann, Laser Joining of Aluminium in the European Automotive Industry, TRUMPF Laser- und Systemtechnik GmbH
- [6] Thomas Fittkau, Mariana Forrest, Laser beam welding – the alternative solution, Energy-Efficient Transportation Systems Conference, 13 May, 2014
- [7] Roger O'Brian, Richard Hewitt, Remote fibre laser welding benefits when applied to leading edge chassis structural and suspension products, LTS 2011 – WMG, 20th July, 2011
- [8] Wobbling the weight off cars, http://www.laser-community.com/technology/laser-remote-welding-wobbling_3448/
- [9] <http://www.iws.fraunhofer.de/>
- [10] Jorg Neukum Laser based polymer welding in medical device manufacturing, http://www.industrial-lasers.com/articles/2010/07/laser-based_polymer.html

An overview of use of laser technologies in the automotive industry

Abstract: The paper presents an overview of use of laser technologies in the automotive production. It describes the use of laser welding compared to resistance welding and their advantages and disadvantages in the production of car body in white. It also presents the use of laser cutting for production of parts for the car's interior and exterior in the smaller series production. It sets some examples on how laser technologies should be implemented in the production and how designing for laser welding should be done.

Keywords: laser welding, laser keyhole welding, laser hybrid welding, transparent laser welding, laser cutting, resistance spot welding

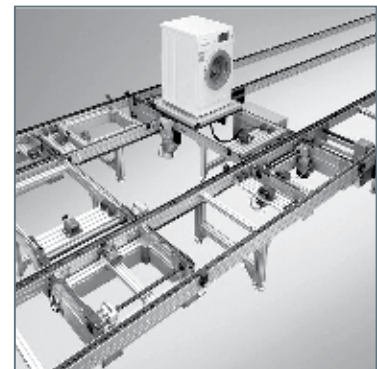
Rexroth

ORGATEX®

LEANPRODUCTS®



BOSCH



OPL

automation

OPL avtomatizacija, d.o.o.
Dobrave 2
SI-1236 Trzin, Slovenija

Tel. +386 (0) 1 560 22 40
Tel. +386 (0) 1 560 22 41
Mobil. +386 (0) 41 667 999
E-mail: opl.trzin@siol.net
www.opl.si

Vodenje invertiranega sferičnega nihala z robotom tipa SCARA

Žiga PETRIČ, Igor ŠKRJANC

Izvleček: Prispevek raziskuje možnosti modeliranja in simulacije sistemov na PLC krmilniku proizvajalca Allen-Bradley in pripadajoči programski opremi. Za nalogo smo izbrali robot tipa SCARA, ki ima na prijemo pritrjeno invertirano sferično nihalo (to je nihalo, ki je prosto gibljivo v dveh prostostnih stopnjah). Naloga robota je, da zaniha nihalo v navpično lego in jo vzdržuje, medtem pa se lahko giblje v delovnem območju in izvaja druge operacije (npr. pobiranje in odlaganje predmetov). Delo vključuje izdelavo matematičnega modela nihala, algoritem za zanihanje nihala v navpično lego, regulator za vodenje nihala, simulacijo in 3D vizualizacijo celotnega sistema. Narejen je tudi grafični vmesnik (HMI) za upravljanje s poskusom in nastavljanje različnih parametrov.

Ključne besede: Invertirano nihalo, sferično nihalo, SCARA robot, napredno vodenje, simulacija, 3D izris, Allen-Bradley

1 Uvod

Cilj dela je preučiti, uporabiti in ovrednotiti nekatere napredne funkcije, ki jih ponuja oprema proizvajalca Rockwell Automation (Allen-Bradley), vendar so pri realizaciji praktičnih projektov večinoma neizkoriščene. Te funkcije so krmilnik gibanja (*motion control*), inverzna in direktna kinematika za različne tipe robotov, napredno vodenje, možnosti simulacije in modeliranja sistemov. Nastala naj bi demonstracijska in učna platforma, uporabna za izobraževalne namene in za prikaz zmožnosti krmilnega sistema potencialnim uporabnikom.

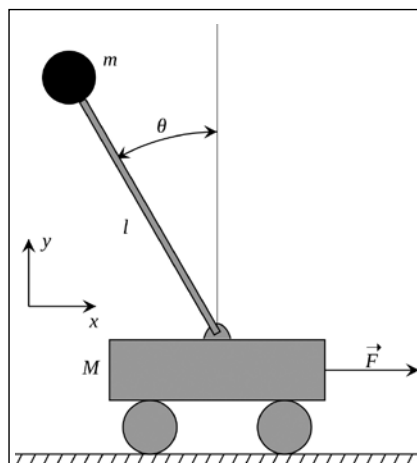
Fizična naprava je za takšen namen nepraktična, ker ni prenosljiva, poleg tega pa potrebujemo delovno mesto za več udeležencev šolanja ali predstavitve hkrati.

Demonstracijska naprava naj bo torej modelirana in simulirana, vendar do te mere, da so rezultati hitro in z minimalnimi posegi prenosljivi na realno, fizično napravo. V tem smislu je izbra-

Žiga Petrič, univ. dipl. inž., Tehna, d. o. o., Ljubljana
Prof. dr. Igor Škrjanc, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko

na platforma za simulacijo programabilni krmilnik (proizvajalca Allen-Bradley, družina CompactLogix), za vizualizacijo pa smo izbrali program RSTestStand (Rockwell Automation).

Kot delovno nalogo smo izbrali invertirano nihalo na vozičku, ki je klasičen referenčni sistem za preizkušanje različnih sistemov vodenja (slika 1.) [1].



Slika 1. Shema invertiranega nihala na vozičku

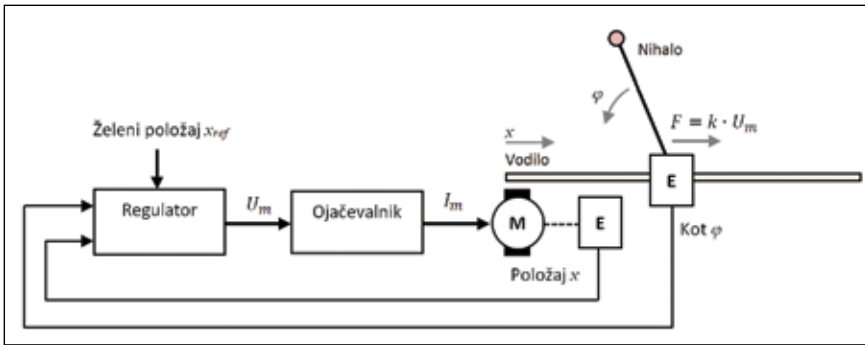
2 Invertirano nihalo kot eksperimentalna platforma

Praktično je tak sistem navadno izdelan kot laboratorijska naprava za izobraževalne namene, ki jo sestavlja:

- linearno vodilo (dolžine 1 do 2 m);
- voziček s pritrjenim nihalom (0,2 do 1 m);
- DC elektromotor, ki žene voziček direktno ali preko jermena;
- napetostno krmiljen ojačevalnik (driver) za motor;
- dva optična linijska dajalnika (enkoder) za merjenje kota odmika nihala in pomika vozička, z vezjem za pretvorbo merjene veličine v analogno (napetost) ali digitalno vrednost;
- regulator, ki je lahko analogno vezje z operacijskimi ojačevalniki, programabilni (mikro)krmilnik ali PC programska oprema (npr. Matlab paket) z ustreznimi I/O vmesniki.

Splošno shemo naprave prikazuje slika 2 [10].

Vhodne veličine regulatorja so željeni in dejanski položaj vozička ter dejanski položaj nihala. Željeni položaj oz. kot nihala je 0 (navpično lega); če je ta različen od 0, se mora sistem pospešeno gibati v pozitivno ali negativno smer, to gibanje pa ima mehanske omejitve. Izhodna veličina regulatorja je napetost U_m , ojačana v krmilni tok motorja I_m . Ta generira moment M in preko jermenskega ali zobniškega prenosa silo F na voziček. Navadno se sma-



Slika 2. Eksperimentalna naprava z invertiranim nihalom

tra, da so U_m, I_m, M in F linearno odvisne veličine:

$$F = k_1 \cdot M = k_2 \cdot I_m = k_3 \cdot U_m. \quad (1)$$

Regulator, ki vzdržuje navpično lego nihala, je lahko različnih izvedb; v literaturi lahko najdemo klasično rešitev z regulatorjem stanj (State Space Controller), PID regulator, uporabo mehke logike (Fuzzy Logic), nevronske mreže (Neuron Network Controller) in druge različne sisteme.

Alternativna oblika te naprave je »vozilo«, ki je v mirovanju nestabilno, vendar lahko lovi ravnotežje z vožnjo naprej in nazaj. Praktična izvedba je npr. Segway, pri katerem je "nihalo" voznik in krmilo, "voziček" pa sta dve kolesi, ki sta gnani neodvisno. Naprave takšnega tipa za izobraževalne namene lahko najdemo tudi na osnovi Fischertechnik in LEGO Mindstorms sestavljanj.

3 Dodatne zahteve

Problem invertiranega nihala [7] je torej že mnogokrat teoretično

in praktično obdelan, zato smo ga razširili z dodatnimi zahtevami:

- Nihalo je sferično nihalo, naj ima dve prostostni stopnji (slika 3.).
- V tem primeru je potreben sistem, ki lahko premika pivot nihala v smereh x in y . Analitično je najpreprostejša uporaba kartezičnega sistema, katerega prostostni stopnji gibanja sta x in y (lahko tudi z). Zdi se, da je regulator za takšen sistem preprosta razširitev že prikazane naprave (slika 2.) na dve neodvisni koordinati gibanja. Kot zahtevnejšo rešitev smo izbrali industrijski robot tipa SCARA, ki ravno tako omogoča gibanje v ravnini x - y , pri čemer pogoni za posamezne osi gibanja niso neodvisni. Kratica SCARA pomeni Selective Compliance Articulated Robot Arm in je pogosta oblika

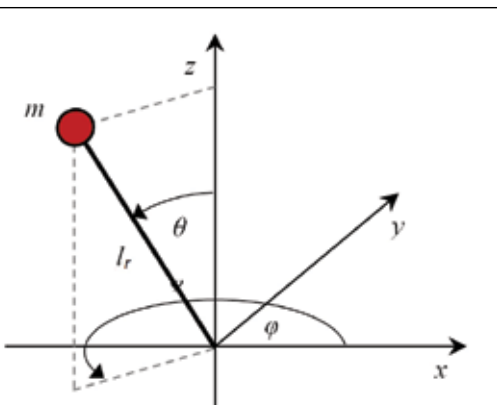
robot za preprostejša opravila (npr. "Pick-and-place").

- Sistem mora imeti možnost, mehansko in v smislu krmiljenja, da zaniha nihalo iz spodnje (stabilne) lege v zgornjo (nestabilno), kjer vodenje prevzame regulator. Za ta namen se zdi SCARA robot primerna konstrukcija, ker minimalno ovira prosto gibanje nihala. [3]
- Realiziranih naj bo več tipov regulatorjev, med katerimi lahko preklapljamo (v realnem času) in primerjamo delovanje.
- Sistem bo sicer simuliran, vendar bo grafično prikazan v realnem času v 3D izrisu. Realiziran bo operaterski vmesnik za upravljanje s poskusno napravo.

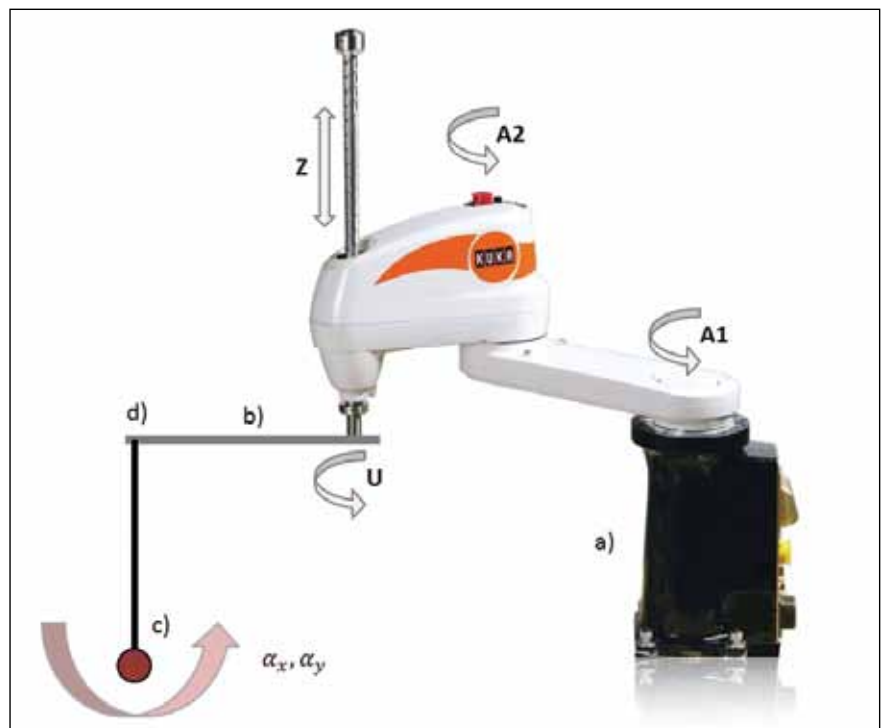
4 Izvedba

Idejno izvedbo naprave prikazuje slika 4.

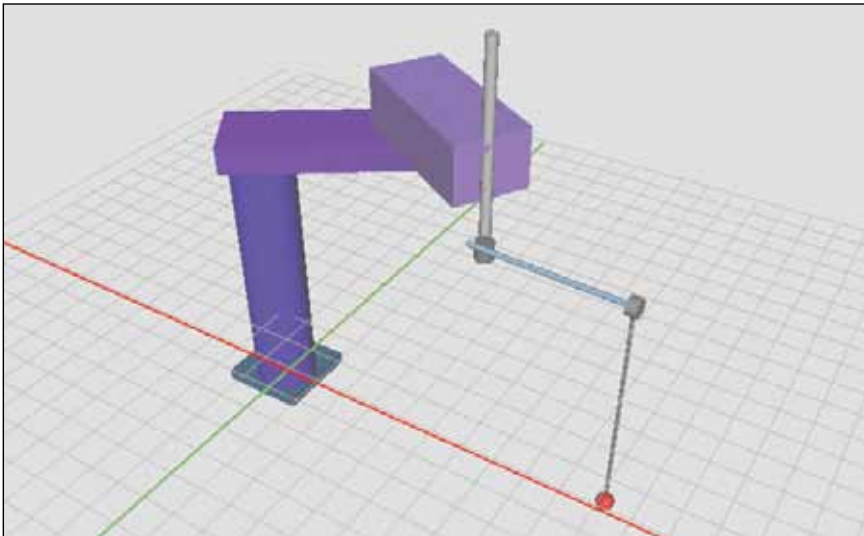
Poskusna naprava je torej robot tipa SCARA (a). Na mesto za vpetje orodja je pritrjen tog nosilec (b), ter nanj nihalo (c) preko krogličnega zgloba (*universal joint*) (d). Nosilec omogoča, da se nihalo lahko prosto giblje v vsaj eni ravnini za polni kot 360° in pri tem ne zadane v druge



Slika 3. Sferično nihalo



Slika 4. Idejna shema SCARA robota s sferičnim nihalom na prijemu

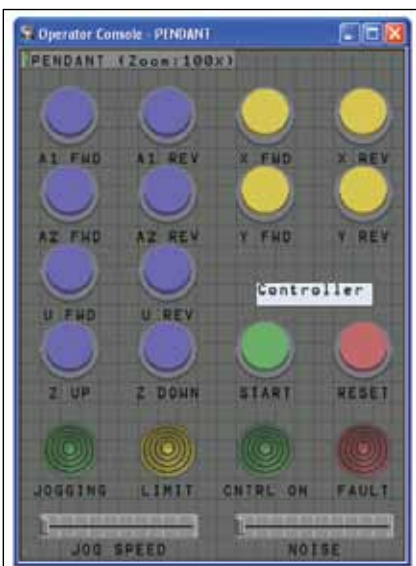


Slika 5. 3D vizualizacija robota s sferičnim nihalom v programu RSTestStand

dele robota. Prostostne stopnje robota so označene kot A1, A2, Z in U [14]. A1 in A2 določata položaj roke v x-y ravnini, os Z ustreza kartezični koordinati z, os U pa opravlja vrtenje orodja okoli osi z. V pravilnem položaju roke robota je možno zanihati nihalo v navpično lego. Lego nihala določata kota α_x in α_y , ki ju dobimo s projekcijo nihala na ravnino x-z in y-z.

Idejno shemo smo nato realizirali kot 3D vizualizacijo v programu RSTestStand (slika 5).

RSTestStand je namenjen interaktivnemu razvoju in preizkušanju krmilnega (PLC) programa na na-



Slika 6. HMI vmesnik v programu RSTestStand

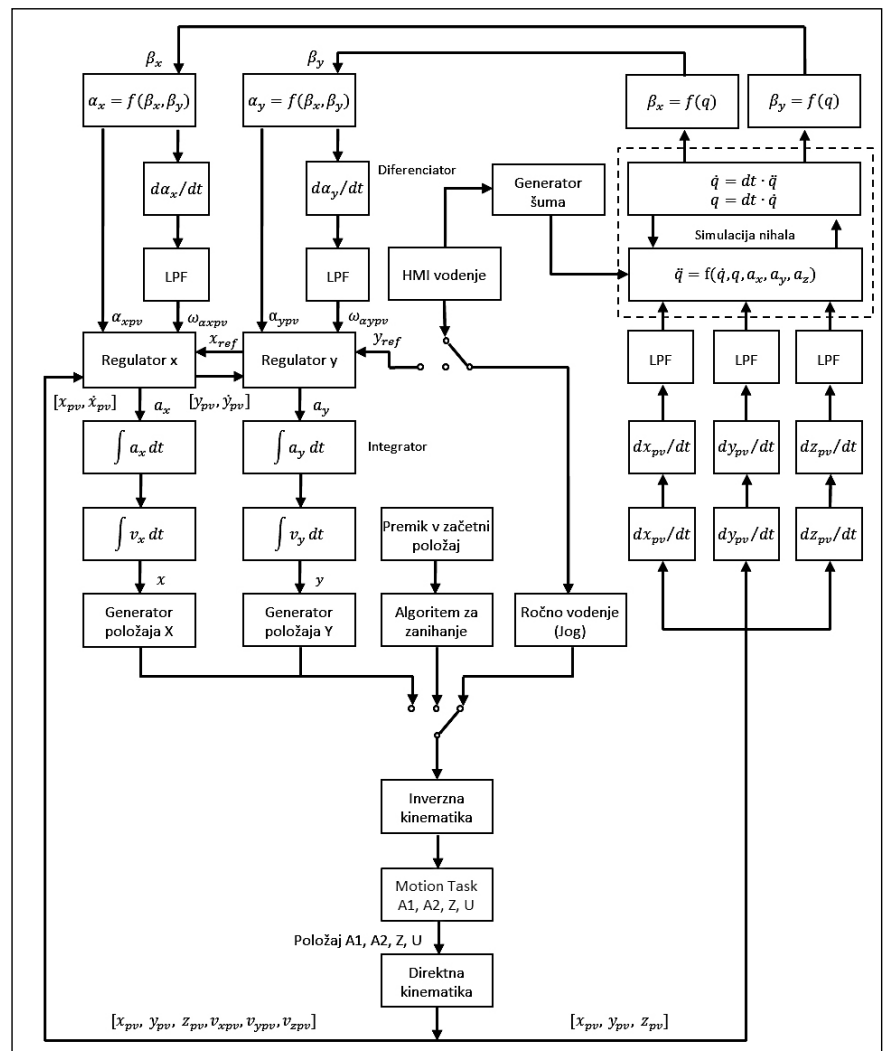
mizju – vhodne in izhodne veličine PLC zamenja s simuliranim procesom. Za to nalogo smo iz množice funkcij uporabili samo možnost 3D izrisa, virtualni operaterski vmesnik

in generator šuma. Kvaliteta grafike 3D vizualizacije sicer zaostaja za sodobnimi sistemi, ki ponujajo 3D izris, je pa izdelava in animacija objektov dokaj preprosta in intuitivna.

Model robota in nihala je sestavljen iz osnovnih geometrijskih oblik (kvader, valj, krogla) v 3D editorju programa RSTestStand. Posamezni gradniki so hierarhično gnezdeni in povezani v skupine.

Objekti ali skupine objektov imajo možnost povezave atributov rotacije, translacije in velikosti (po koordinatah x, y ali z) s spremenljivkami, katerih vir je krmilnik ali interni modeli oz. generatorji RSTestStand okolja. Tako lahko animiramo sklepe robota (A1, A2, Z, U), oba kota nihala (α_x, α_y) in dolžino nihala (l_r).

RSTestStand uporablja za povezavo s krmilnikom (ali drugimi naprava-

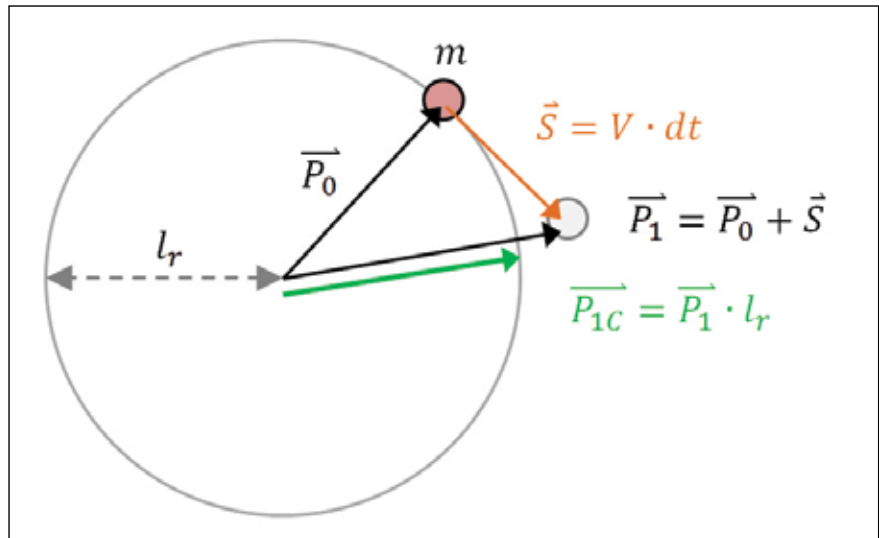


Slika 7. Bločna shema simulacije na PLC platformi

mi) standard OPC, kot fizično vodilo pa je uporabljen protokol Ethernet/IP (industrijski ethernet).

Operaterski vmesnik (HMI) za upravljanje s poskusom prikazuje *slika 6*.

Programski del simulacije je v celoti realiziran na platformi PLC krmilnika CompactLogix in vključuje ročno in avtomatsko vodenje robota (inverzna kinematika za tip SCARA), model nihala, regulator (dve varianti), algoritem za zanihanje nihala in pomožne programe. Bločna shema je prikazana na *sliki 7.*, posamezne sklope pa bomo podrobneje opisali v nadaljevanju.



Slika 8. Izpeljava rešitve za invertirano nihalo

5 Simulacija nihala

Simulacija nihala povezuje položaj pivota nihala x_p, y_p in z_p (ki je funkcija položajev, hitrosti in pospeškov osi A1, A2, Z in U) s položajem kotov α_x in α_y [11].

Za realizacijo regulatorja zadostuje model dveh nesklopljenih nihala, ki sta projicirani na ravnini x-z in y-z, želeli pa smo razviti kompleten model.

Razvoj simulacije naj bi potekal takole:

- razvoj matematičnega modela nihala z diferencialnimi enačbami (Lagrangeova funkcija);
- pretvorba enačb v eksplicitno obliko, kjer je najvišji odvod odvisne spremenljivke enak (nelinearni) funkciji nižjih odvodov, torej:

$$\ddot{q} = f(\dot{q}, q, \dots) \quad (2)$$

- kjer je q posplošena koordinata;
- numerično reševanje diferencialnih enačb z Eulerjevo metodo, pri kateri najprej izračunamo vrednost najvišjih odvodov z enačbo (2), nato s (približno) integracijo izračunamo vse nižje odvode, jih vstavimo nazaj v izraz (2) in to zanko ponavljamo.

Spremenljivke, ki jih potrebujemo za opis nihala, so:
 x, y, z ... kartezični koordinatni sistem,
 φ, θ ... sferična kota nihala,
 l_r ... dolžina nihala,

m ... točkasta masa,
 g ... gravitacija.

Lagrangeova funkcija sistema je razlika med kinetično (T) in potencialno energijo (V) sistema (mehaniko trenje, upor in izgube v tej izpeljavi zanemarimo) [8]:

$$L = T - V \quad (3)$$

Po izpeljavi dobimo diferencialne enačbe za sferično nihalo:

$$\ddot{\theta} = (\dot{\varphi}^2 \sin(\theta) \cos(\theta) + g \sin(\theta)) / l_r \quad (4)$$

$$\ddot{\varphi} = -2\dot{\varphi}\dot{\theta} \cos(\theta) / \sin(\theta) \quad (5)$$

Vidimo, da izraz (5) predstavlja težavo za reševanje z Eulerjevo numerično metodo [15], ker vsebuje singularnost v točki $\sin(\theta) = 0$, torej v ravnovesni ($\theta = 0$) in navpični legi ($\theta = \pi$). Opisana metoda reševanja je zato tu neuporabna.

Po več poskusih smo razvili alternativo metodo, kjer problem rešujemo v x-y-z koordinatnem sistemu kot gibanje masnega delca m po površini sfere z radijem l_r (*slika 8*).

- V nekem trenutku ima masa m položaj $P_0(x, y, z)$, ki je na površini sfere z radijem l_r , in hitrost V , ki je pravokotna na normalo sfere oz. P_0 .
- Pod vplivom sile $F(x, y, z)$ naredi masa m v času dt pot $S(x, y, z)$ do novega položaja $P_1(x, y, z)$.
- P_1 ni več na površini sfere, zato izvedemo korekcijo:

$$P_{1c} = P_1 \cdot l_r / |P_1| \quad (6)$$

(6) pod predpostavko, da gre $P_{1c} \rightarrow P_1$, ko gre $dt \rightarrow 0$. V našem primeru je dt enak periodi izvajanja programa, stremimo torej k čim hitrejšemu izvajanju programa ter računsko enostavnejši rešitvi.

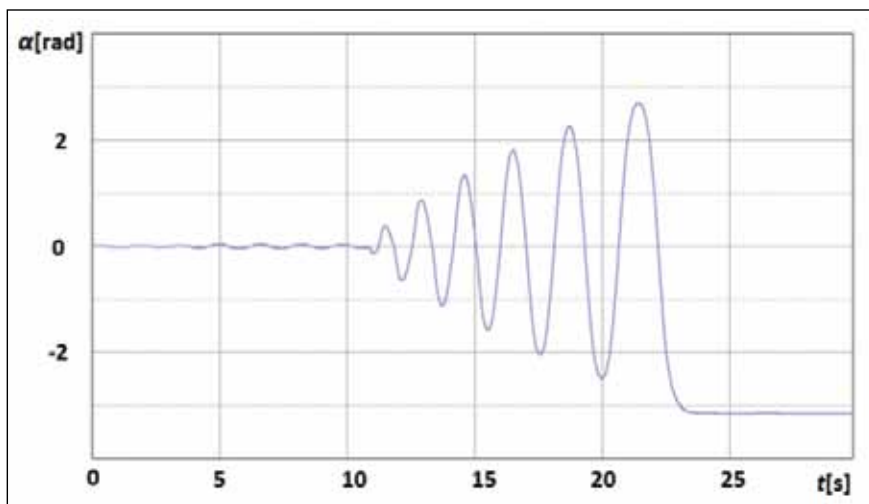
- Nov trenutni položaj P_0 postane enak P_{1c} .
- Zanko ponavljamo s periodo dt . (Tak model ne upošteva rotacije nihala okoli lastne osi.)

Vhodi v sistem so pospeški a_x, a_y in a_z . Dobimo jih z dvojnimi odvajanjem položaja pivota nihala. Izhod sistema je položaj mase nihala P_{x0}, P_{y0}, P_{z0} , ki je nato pretvorjen v kota α_x in α_y .

6 Strategija za zanihanje

Strategija za zanihanje temelji na naslednjih izhodiščih:

- Smer zanihanja je v ravnini y-z, nekako na sredini dosega robota v koordinati x, kjer ima ta največji doseg v smeri y.
- Temu ustreza tudi izbrani tip robotske roke in izvedba pritrdilnega mehanizma (kot α_y , ki predstavlja odklik v ravnini y-z, nima omejitve gibanja, medtem ko je kot α_x (v ravnini x-z).
- Pri vzbujanju se sme nihalo gibati samo v izbrani ravnini, sicer pride do kroženja.
- Energijo za vzbujanje je potrebno dovajati v intervalih, ki so enaki



Slika 9. Časovni diagram zanihanja od mirovne lege do vklopa regulatorja (območje $t = 0 \dots 30$ s, $\alpha = -4 \dots 4$ rad)

naravni frekvenci sistema (ki pa ni konstantna) [4].

- Postopek je uspešen, ko privede nihalo v bližino navpične lege pri dovolj majhni krožni hitrosti, oba parametra sta nastavljiva v programski proceduri in sta bila ugotovljena s poskušanjem. Vgrajen evaluator nato preklopi fazo zanihanja v regulacijo.

Rezultat vidimo na *sliki 9*, prikazan je dosežen kot α_y , ki je v spodnji legi enak 0 in se v zgornji navpični legi približa $-\pi$. Celotno trajanje procesa zanihanja je 15 sekund.

7 Regulator

Invertirano nihalo je klasična platforma za preizkušanje različnih regulatorjev. V literaturi so opisani uspešni primeri vodenja s PID, regulatorjem stanj (*State Space Controller*), mehko logiko (*Fuzzy Logic*) [9], adaptivnimi nevronskimi mrežami (*ANN*) in drugim.

Najpogostejši regulator je *regulator stanj*, načrtan po metodi LQR. Ta tip regulatorja je bil prvi, ki smo ga uporabili na razvitem modelu.

Izhodišče za načrtovanje regulatorja je predpostavka, da sferično nihalo v okolici navpične (in ravnovesne) lege ($\alpha_x, \alpha_y \rightarrow 0$) lahko aproksimiramo z dvema nesklapljenima (neodvisnima) nihaloma – projekcijama na ravnini x-z in y-z.

Načrtovanje regulatorja torej lahko opravimo na osnovi modela za nihalo z eno prostostno stopnjo (7), kot je to v primeru klasičnega poskusa z vozičkom.

$$\ddot{\alpha}_y = \left(g \cdot \sin \alpha_y + \ddot{y} \cdot \cos \alpha_y - \frac{f \cdot \dot{\alpha}_y}{m \cdot l_r} \right) \cdot \frac{1}{l_r} \quad (7)$$

Uporabljene spremenljivke in njihove privzete vrednosti so:

- $\alpha_x, \alpha_y \dots$ kot nihala;
- $g \dots$ gravitacijski pospešek ($9,8 \text{ m/s}^2$);
- $x, y, z \dots$ kartezični koordinatni sistem;
- $f \dots$ konstanta viskozne trenja ($0,02 \text{ Nm/s}$);
- $l_r \dots$ dolžina nihala ($0,6 \text{ m}$);
- $m \dots$ masa nihala ($0,3 \text{ kg}$).

Sistem lahko lineariziramo s pretpostavko (8):

$$\sin(\alpha_y) \approx \alpha, \cos(\alpha_y) \approx 1, \dot{\alpha}_y \approx 0 \quad (8)$$

Dobimo izraz (9), ki je primeren za pretvorbo v matrično obliko - prostor stanj (10):

$$\ddot{\alpha}_y = (g \cdot \alpha_y + \ddot{y}) \cdot \frac{1}{l_r} \quad (9)$$

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & g/l_r & 0 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1/l_r \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad D = 0 \quad (10)$$

Odpertozančni sistem je inherentno nestabilen, brez ustreznega zunanjege vzbujanja bo nihalo padlo iz navpične v spodnjo ravnovesno lego.

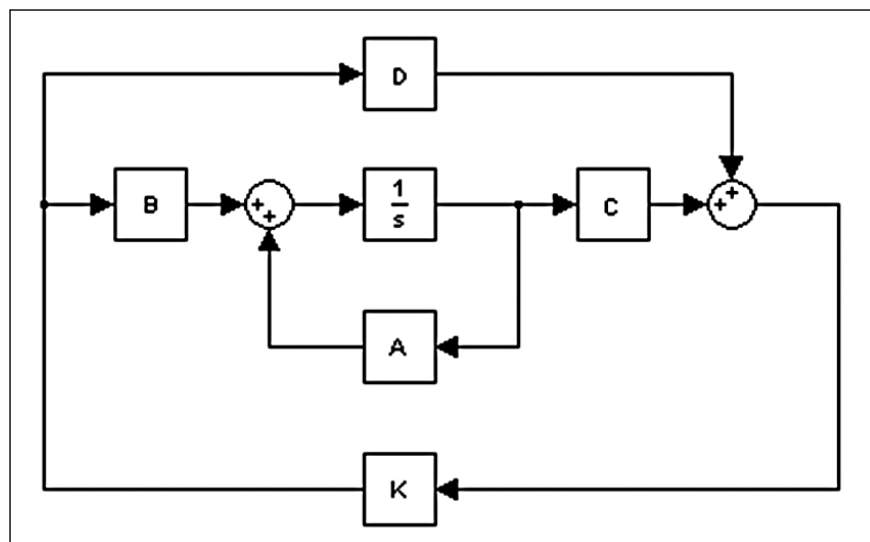
Regulator stanj dobimo, če sistem zaključimo z (negativno) povratno zanko preko ojačanja K (*slika 10*) [6] [12] [13].

Vhod sistema, u je sedaj povezan z vektorjem stanj X preko matrike ojačanj K :

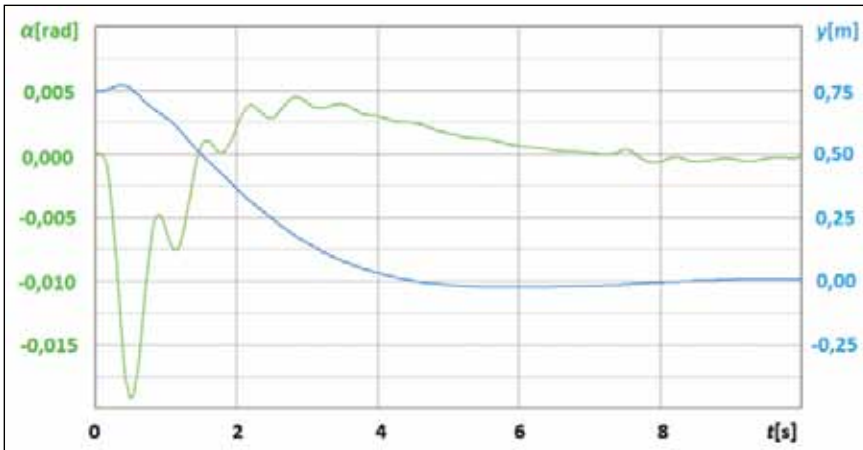
$$u = -K \cdot X \quad (11)$$

Parametre vektorja K lahko dobimo s pomočjo paketa *Matlab* in vgrajene funkcije *lqr* [5]. Dobljen rezultat je $k_1 = -1,00$, $k_2 = -1,91$, $k_3 = -27,70$ in $k_4 = -6,85$.

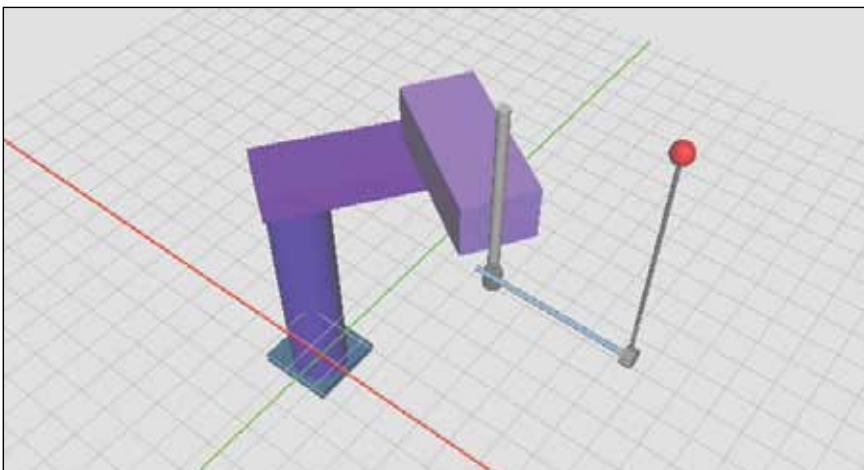
Odziv regulatorja na stopničasto vzbujanje ($0,3 \text{ m}$) prikazuje *slika 11*.



Slika 10. Shema zaprtozančnega sistema v obliki prostora stanj



Slika 11. Odziv LQR regulatorja (območje $t = 0 \dots 10$ s, kot α (zeleno) = $-0,02 \dots 0,01$ rad, položaj y (modro) = $-0,50 \dots 1,00$ m)

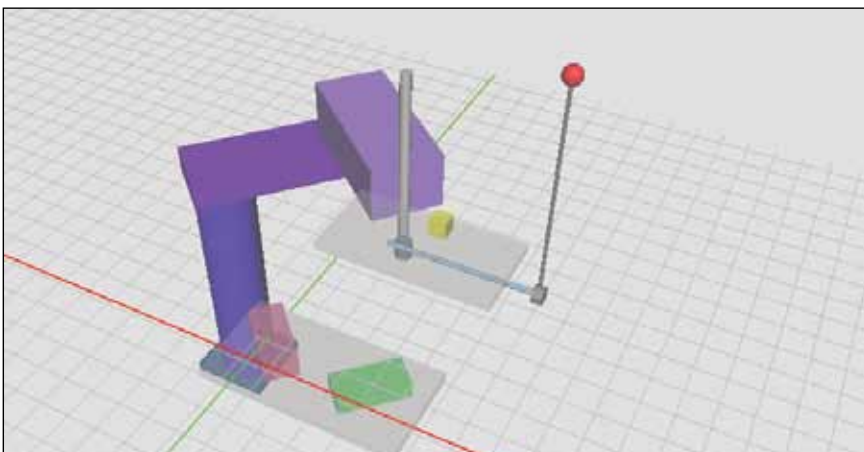


Slika 12. Regulator v delovanju

Regulator vklopimo, ko algoritem za zanihanje uspešno privede nihalo v bližino navpične lege pri majhni kotni hitrosti. Regulator prevzame gibanje robota v ravnini x - y in s tem vzdržuje navpično lego nihala (slika 12.). V model nihala pripeljemo tudi generator šuma (slika 7.), ki simulira različne motnje v sistemu. Referenčni položaj

pivota nihala v ravnini x - y seveda lahko spreminjamo. Neodvisno od regulatorja lahko vodimo osi Z (koordinatna os z) in U (vrtenje orodja), kar predstavlja motnjo za sistem.

Izveden je tudi PID regulator, ki je po pričakovanju manj stabilen od regulatorja stanj, saj ima kot vhodni



Slika 13. Robot in virtualno delovno okolje

veličini na voljo samo dve spremenljivki, x in α_x (oz. y in α_y).

■ 8 Sekundarna opravila

Robot se lahko, medtem ko vzdržuje navpično lego nihala, giblje v delovnem območju in izvaja sekundarne operacije (*Nullspace Motion*) [2], npr. pobiranje in odlaganje predmetov (*pick-and-place*). V ta namen smo v okolju RSTestStand dodali virtualno delovno površino z nekaj predmeti, ki jih lahko robot z orodjem prime, prenese in odloži (slika 13.).

Natančnost odlaganja je seveda neposredno odvisna od motnje, ki jo nihalo vnaša v gibanje prijemala.

■ 9 Zaključki

Opisano platformo smo v podjetju uspešno uporabili v demonstracijske in učne namene. Vsi rezultati, matematične izpeljave, programska koda in drugo so prosto dostopni pri avtorju prispevka.

Platforma je odprta za množico nadaljnjih poskusov in upamo, da jih bomo v sodelovanju s Fakulteto in bodočimi študenti tudi uresničili.

Literatura

- [1] Control Tutorials for MATLAB and Simulink (CTMS). <http://ctms.engin.umich.edu/CTMS/index.php?aux=Home>. [Dostopano: 12. 8. 2014].
- [2] G. Schreiber, C. Ott in G. Hirzinger, Interactive Redundant Robotics: Control of the Inverted Pendulum with Nullspace Motion. Wessling: German Aerospace Center – DLR, Institute for Robotics and Mechatronics, b. l.
- [3] B. Sprenger, L. Kucera in S. Mourad, Balancing of an Inverted Pendulum with a SCARA Robot. Zurich: Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETHZ), Institute of Robotics.
- [4] K. J. Astrom in K. Furuta, "Swinging up a Pendulum by Energy Control", Automatica, vol. 36, 2000.

- [5] Control System Design. Dosegljivo: <http://csd.newcastle.edu.au/control/simulations/pendulum.html>. [Dostopano: 12. 8. 2014].
- [6] J. P. Hespanha, Undergraduate Lecture Notes on LQG/LQR controller design, April 1, 2007.
- [7] Wikipedia, The Free Encyclopedia, »Inverted pendulum«. Dosegljivo: http://en.wikipedia.org/wiki/Inverted_pendulum. [Dostopano: 12. 8. 2014].
- [8] Wikipedia, The Free Encyclopedia, »Euler-Lagrange equation«. Dosegljivo: [http://en.wikipedia.org/wiki/Euler-Lagrange](http://en.wikipedia.org/wiki/Euler-Lagrange_equation).
- [9] Y. Beceriklia in K. Celik, Fuzzy control of inverted pendulum and concept of stability using Java application. Mathematical and Computer Modelling, 46, str. 24–37, 2007.
- [10] Googol Technology, »Inverted Pendulum Experimental Manual suitable for GLIP series,« 2nd edition, 2006.
- [11] B. Zupančič, Simulacija dinamičnih sistemov. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo, 1995.
- [12] B. Zupančič, Zvezni regulacijski sistemi (2. del, 2. popravljena in dopolnjena izdaja), Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo, 1995.
- [13] I. Škrjanc, Regulacije I, Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo, 2006.
- [14] T. Bajd, Osnove robotike (7. popravljena in dopolnjena izdaja). Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 2006.
- [15] B. Jurčič in B. Orel, Numerične metode. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo, 2004.

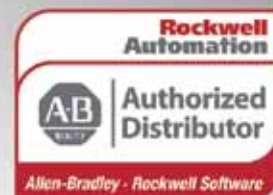
Control of Inverted Pendulum with SCARA type Robot

Abstract: This article considers the possibilities of system simulation and modelling using a PLC (producer Allen-Bradley) and the complementing software packages. The resulting platform is intended for user training and commercial demonstration purposes. The selected control task involves a SCARA type robot with a spherical (2 DOF) inverted pendulum, pivoting freely on its effector point. The task of the robot is to swing up the pendulum and maintain an upright position while being able to move inside its working envelope and execute secondary tasks. The research includes the development of spherical pendulum governing equations, swing-up and control procedures, simulation and 3D visualization of the complete system. A graphical interface enables the user to control the experiment and set different variables.

Keywords: Inverted pendulum, spherical pendulum, SCARA robot, advanced control, simulation, 3D render, Allen-Bradley



Rešitve za mehatroniko, avtomatizacijo in informatiko



Novo v programu:

Osvetljene tipke 22,5 mm na osnovi piezo tehnologije

- Stopnja zaščite IP69K, material nerjaveče jeklo 316
- Primerni so za uporabo v živilski in farmacevtski industriji (pranje s čistili pod pritiskom)
- So brez vdolbin, kjer se lahko nabirajo kontaminanti
- Standardni izrez 22,5 mm, napetost 24VDC
- Gravirani napisi po naročilu

info@tehna.si www.tehna.si
Tehnološki park 19 · Ljubljana





brez naročnine
(plačilo samo PTT stroški)

brezplačna
spletna PDF revija

WWW.SVET-ME.SI

poišči si svoje
točke
po sloveniji



ZASTOPA IN PRODAJA
ppt commerce d.o.o.

Celovška 334
1210 Ljubljana-Šentvid
Slovenija

tel.: +386 1 514 23 54

faks: +386 1 514 23 55

e-pošta: ppt_commerce@siol.net

<http://www.ppt-commerce.si>



BETTIS™ pnevmatski in elektro aktuatorji

Izboljšanje dinamičnih lastnosti hranilnikov električne energije

Marijan ŠPANNER

Izvleček: Prispevek obravnava sisteme za hranjenje energije pri električnih in hibridnih vozilih ter različne možnosti izboljšav njihovih dinamičnih lastnosti. Ključni element vozil z električnim pogonom je učinkovit hranilnik električne energije. Lastnosti akumulatorske baterije so odvisne od izbrane tehnologije, delovne temperature, tipa obremenitve, življenjske dobe / starosti in še nekaterih drugih pogojev. Zelo pomembna lastnost hranilnika električne energije je zmožnost oddajanja in sprejemanja velike količine energije v kratkem času. Ob tem naj bi bil izkoristek hranilnika čim boljši. Standardne akumulatorske baterije (še zlasti svinčene) te zahteve le težko izpolnijo. Zato lahko dodamo sklope, ki so sposobni učinkovito prevzeti konice moči in na ta način bistveno izboljšajo dinamične lastnosti, izkoristek ter podaljšajo življenjsko dobo baterije.

V prispevku je predstavljeno, kako se na osnovi simulacije določi obremenitev baterije med vožnjo vozila. Glede na visoko dinamiko obremenitve se izkaže, da baterija pri vršnih vrednostih obremenitve ne zmore shranjene energije učinkovito pretvoriti v električno. Ta pomanjkljivost se rešuje z dodatnim hranilnikom energije, kot sta superkondenzator ali mehanski vztrajnik. Obe izvedbi »dinamičnega« hranilnika energije sta v prispevku podrobneje opisani, prav tako tudi način njune integracije v »hibridni« hranilnik električne energije.

Ključne besede: električna vozila, vozni cikli, hranilniki električne energije, superkondenzator, vztrajnik, bi-directional Buck-Boost converter

■ 1 Uvod

Električna, hibridna in vozila na gorivne celice imajo zaradi učinkovitejše izrabe energije nekaj bistvenih prednosti pred običajnimi vozili s pogonom na fosilna goriva. Ničelna stopnja izpusta toplogrednega plina CO₂, tiha in udobna vožnja električnih vozil ter izboljšanje izkoriščenosti fosilnega goriva pri hibridnih vozilih so ključni razlogi za intenziven razvoj električne avtomobilske pogonske tehnike v zadnjih dveh desetletjih. A glede na tehnično dovršenost pogonskih motorjev in močnostnih stikalnih pretvornikov ostaja akumulatorska baterija še vedno šibka točka celotnega električnega sklopa električnih in hibridnih vozil.

Učinkovit akumulator oziroma hranilnik električne energije je ključni element pogonskega sistema pri

Mag. Marijan Španer, univ. dipl. inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko računalništvo in informatiko

vozilih z električnim pogonom. Lastnosti akumulatorske baterije so odvisne od izbrane tehnologije, tipa obremenitve, življenjske dobe oziroma starosti, delovne temperature in še mnogih drugih okoliščin. Pomembna zahteva za hranilnik električne energije je zmožnost oddajanja in sprejemanja velike količine energije v kratkem času. Istočasno naj bi bil izkoristek hranilnika čim boljši. Standardne akumulatorske baterije (še zlasti svinčene) te zahteve le težko izpolnijo.

Kapaciteta akumulatorske baterije oziroma količina razpoložljive električne energije je odvisna od pogojev pri praznjenju in njene izrabiljenosti, na katero pa vplivata predvsem število ciklov in način uporabe v preteklosti. Zaradi velikega števila dejavnikov, ki vplivajo na dejansko kapaciteto baterije (praznilnega toka, števila opravljenih ciklov praznjenja-polnjenja, globina praznjenja, stanja napolnjenosti baterije (SOC), obratovalne temperature in obremenitve) [1], je modeliranje tega procesa zelo zahtevno.

V prispevku je predstavljeno, kako se na osnovi simulacije določi obremenitev baterije med vožnjo vozila. Glede na visoko dinamiko obremenitve se izkaže, da baterija pri vršnih vrednostih obremenitve ne zmore shranjene energije učinkovito pretvoriti v električno. To pomanjkljivost je možno razrešiti z dodanim hranilnikom energije, kot je superkondenzator ali mehanski vztrajnik. Obe izvedbi »dinamičnega« hranilnika energije sta v prispevku podrobneje opisani.

■ 2 Analiza vožnje električnega vozila in obremenitev baterije

Simulacija vožnje je bila narejena s programskim paketom Simulink / MATLAB. Uporabljen je bil matematični model s parametri testnega vozila Estrima Biro [2].

Matematični opis gibanja vozila je možen na osnovi splošnih pravil mehanike. Glede na dejstvo, da je vozilo kompleksen sistem, sesta-

vljen iz velikega števila komponent, smo se pri obravnavi pogonskega sistema omejili na enodimenzionalno gibanje.

Obnašanje vozila vzdolž smeri gibanja je popolnoma določeno z opisom velikosti sil v tej smeri. Pogonski agregat preko gonila generira vlečno (trakcijsko) silo F_r , ki premika vozilo naprej. Med gibanjem vozila se pojavi sila upora (kotalni in aerodinamični upor), ki nasprotuje gibanju oziroma poskuša vozilo zaustaviti, in sila za premagovanje klanca. Po drugem Newtonovem zakonu je pospeševanje vozila določeno z:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{\Sigma Ft - \Sigma Fr}{M + \delta J_r}$$

kjer je:

- V hitrost vozila
- ΣFt skupna sila pogona vozila
- ΣFr skupna sila upora vozila
- M skupna masa vozila
- δ masni faktor, ki pretvori rotacijske vztrajnosti v translacijske mase
- Jr vztrajnostni moment rotirajočih delov vozila

Skupni upor vozila med vožnjo je vsota treh komponent: kotalnega upora, zračnega upora in komponente sile teže pri vožnji po klanecu:

$$F = F_r + F_w + F_g$$

Kotalni upor avtomobilskega kolesa pri vožnji po trdni podlagi je posledica lastnosti materiala pnevmatik pri deformaciji.

$$F_r = Pf_r = mgf_r$$

kjer je

- F_r velikost sile upora kotalnega trenja
- P skupna sila obremenitve na kolesa
- m masa vozila
- f_r faktor kotalnega upora

Ob upoštevanju histerezne karakteristike pri deformaciji pnevmatike je potrebno za kotaljenje kolesa vložiti energijo, ki je proporcionalna površini histerezne krivulje. Faktor kotalnega upora f_r je odvisen od lastnosti materiala pnevmatik in podlage, običajna vrednost pri sodobnih materialih pa znaša okrog 0,01[N/N].

Upor zraka, ki deluje na vozilo pri vožnji z določeno hitrostjo, imenujemo tudi aerodinamični upor. Sestavljen je iz dveh komponent, zračnega upora zaradi oblike vozila in površinskega trenja z zrakom. Oblika vozila ima zelo pomemben vpliv na način odrivanja mase medija (zraka) med vožnjo, posledica tega je sila upora. Definiran je koeficient zračnega upora c_d (drag coefficient):

$$c_d = \frac{2F_w}{\rho v^2 A}$$

kjer je:

- F_w velikost sile zračnega upora
- ρ specifična gostota medija (zraka)
- v hitrost gibanja skozi medij
- A čelna površina vozila

Površinsko trenje nastane zaradi vrtnčenja molekul kot posledica velike razlike v hitrosti zračnih plasti tik ob površini vozila. Skupna sila zračnega upora vozila je podana kot:

$$F_w = \frac{1}{2} \rho A C_d (v - v_w)^2$$

kjer je:

- ρ gostota medija (zraka)
- v hitrost gibanja skozi medij
- v_w hitrost vetra

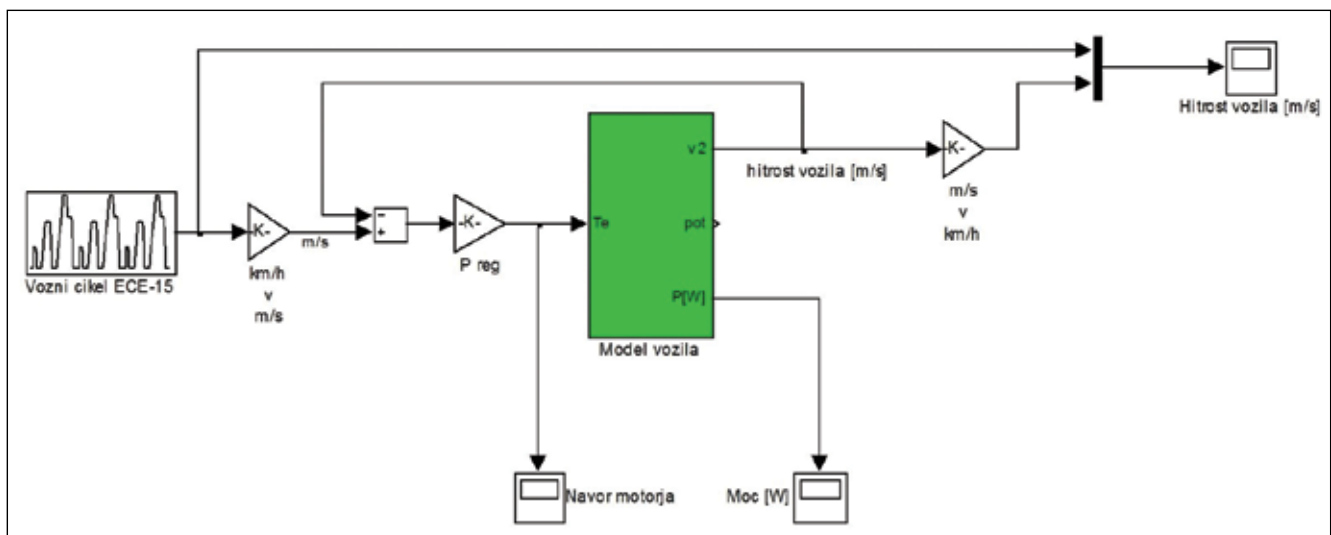
Pri vožnji po klanecu z naklonom α opišemo komponento sile, ki nasprotuje gibanju vozila pri vožnji navzgor oziroma pomaga gibanju pri vožnji navzdol:

$$F_g = m \cdot g \cdot \sin \alpha$$

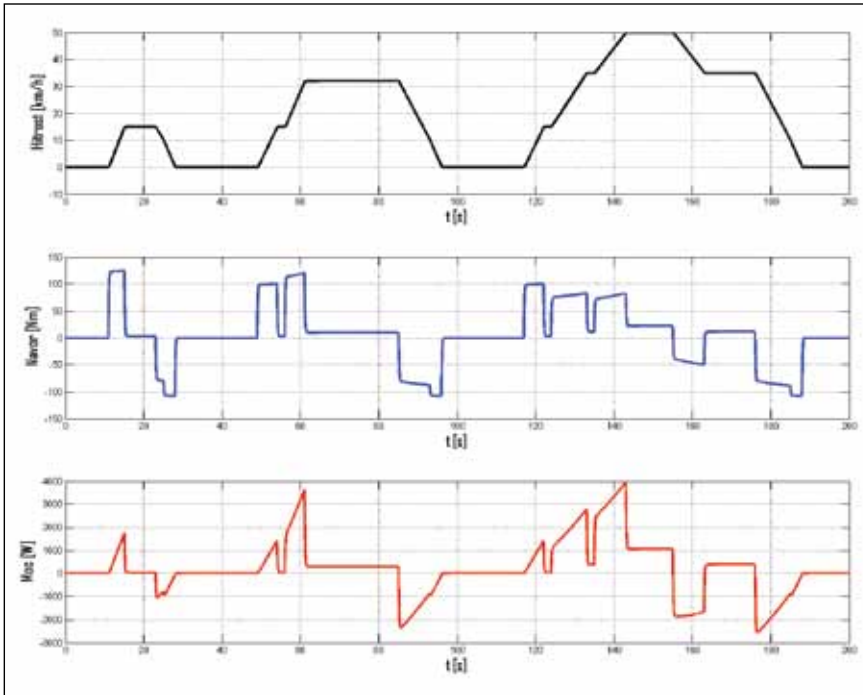
Skupna sila upora vozila med vožnjo je vsota vseh treh komponent:

$$F = mgf_r + \frac{1}{2} \rho A C_d (v - v_w)^2 + mg \sin \alpha$$

Na osnovi teh zakonitosti in lastnosti vozila je bil za potrebe simulacije izdelan matematični model vozila. Simulacijo vožnje je možno izvesti na osnovi sil, ki vplivajo na gibanje, vendar smo se zaradi tipa pogona (rotacijski motor) in preglednejše



Slika 1. Simulacijska shema za analizo vožnje



Slika 2. Simulacija vožnje vozila: hitrost vožnje, navor motorja in potrebna moč pogona

opsijske obravnave reduktorja hitrosti (menjalnika in diferenciala) odločili uporabiti navor kot vhodno veličino v model vozila.

$$T_e = F \cdot r$$

kjer je:

T_e pogonski navor elektromotorja
 F sila za pogon vozila
 r polmer kolesa

Časovni profil potrebne moči pogonskega sistema vozila je bil določen na osnovi analize vožnje vozila. Simulacija vožnje omogoča opazovanje vseh spremenljivk sistema, od potrebne pogonske sile in navora motorja do hitrosti vožnje in prevožene razdalje. Za potrebe preučevanja delovanja akumulatorske baterije je najpomembnejši podatek časovni potek potrebne električne moči, ki jo mora baterija zagotavljati za pogon vozila.

Za testni način vožnje smo izbrali Evropski mestni vozni cikel ECE-15, katerega časovni profil glede vozne dinamike in hitrosti vožnje popolnoma ustreza vožnji majhnega električnega avtomobila v urbanem okolju.

Simulacijska shema na *sliki 1* predstavlja zaprtozančno hitrostno vo-

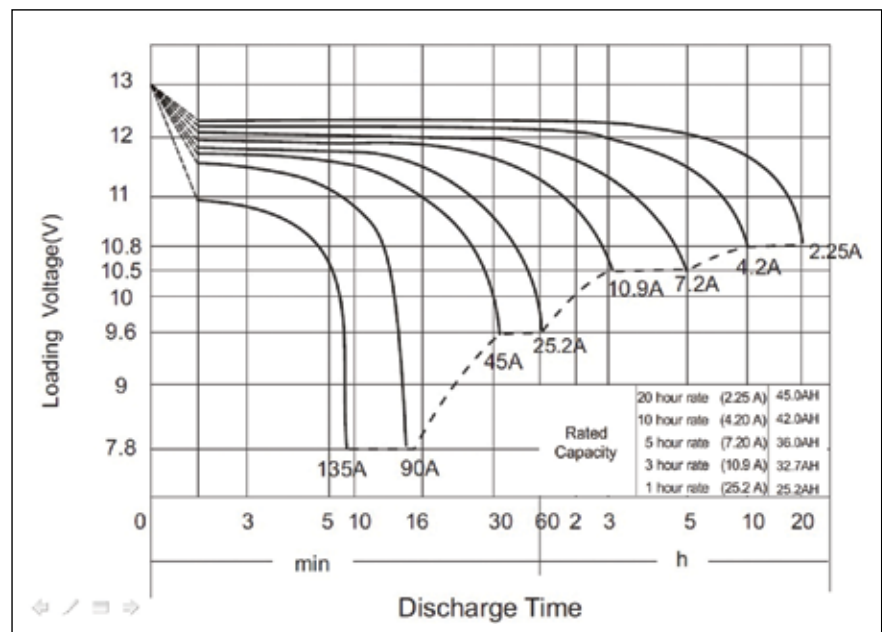
denje vozila. Uporabljen je proporcionalni hitrostni regulator, referenca regulatorja je generirana po voznem ciklu ECE-15.

Značilnost vožnje po urbanem okolju je relativno nizka hitrost s stalnimi spremembami oziroma dinamičnimi pospeševanji in zaviranjmi vozila. *Slika 2* prikazuje potreben navor oziroma moč pogonskega sklopa. Tretji graf slike prikazuje moč oziroma (ob predpostavki konstantne

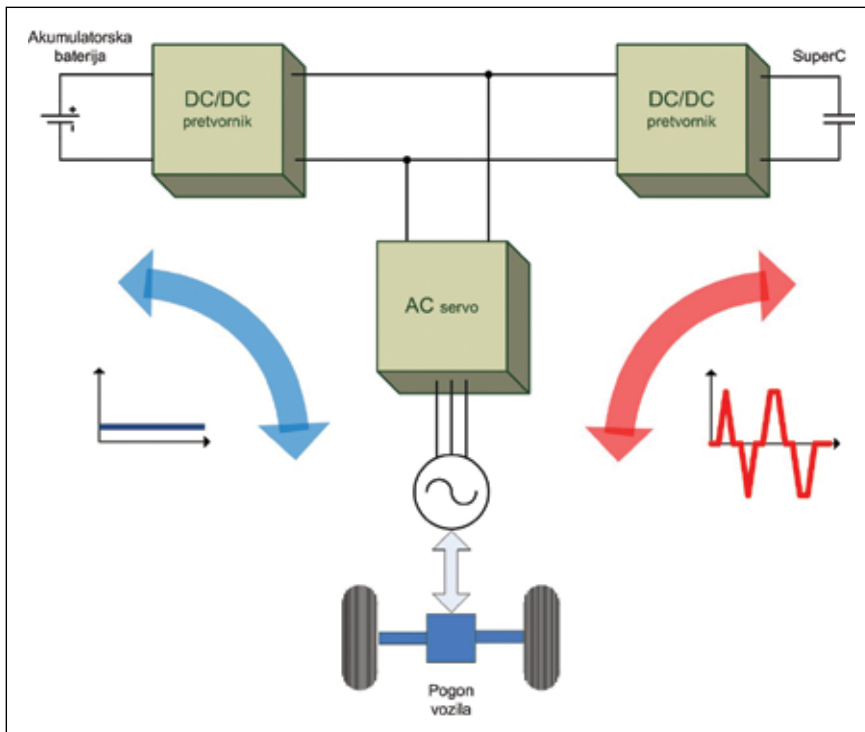
baterijske napetosti) obliko toka, ki ga mora akumulatorska baterija zagotavljati za potrebe pogonskega sklopa. Razvidno je, da je pri mestni vožnji obremenitev baterije izrazito impulzna v obeh režimih delovanja, tako pri pospeševanjih kot tudi zaviranjih vozila.

3 Omejitve akumulatorskih baterij

Za analizo energijske izkoriščenosti baterije je potrebno izvesti simulacijo delovanja elektromotornega pogona z močnostnim pretvornikom, pri čemer se za obravnavo delovanja vira energije uporabi ustrezen model akumulatorske baterije. Ob simulaciji vožnje po dinamičnem voznem ciklu se zaradi visokih obremenitev pokažejo slabosti akumulatorske baterije: znižanje napetosti, posledica tega sta še dodatno povečanje izhodnega toka in upad izkoriščenosti shranjene energije. Jasno se pokaže, da akumulatorska baterija najučinkoviteje deluje pri nizki in čim bolj konstantni obremenitvi. Pri vseh akumulatorskih baterijah, ne glede na tip (svinčene, Ni-Mh ali litijeve), s povečevanjem obremenitve upade izkoristek pretvorbe razpoložljive kemične energije v električno. Pri električnem vozilu nastopajo takšne obremenitve ob delovanju pogonskega motorja z visoko mo-



Slika 3. Praznilna karakteristika baterije Leoch, tip BLDJM 1245 [4]



Slika 4. Hibridni hranilnik energije (primer kombinacije baterije in superkondenzatorja)

čjo, to je predvsem ob močnem pospeševanju pri višjih hitrostih. V tem režimu akumulatorski bateriji zaradi njene notranje upornosti pade napetost in izkoristek hranilnika energije se drastično zmanjša. Dejansko kapaciteto baterije v odvisnosti od praznilnega toka (v primeru konstantnega bremena) je moč zadovoljivo opisati z empiričnim Peukertovim pravilom [1]:

$$C_p = I^k t$$

kjer je:

C_p nazivna kapaciteta baterije [Ah]

I aktualni praznilni tok [A]

t čas praznjenja baterije [h]

k Peukertova konstanta

Tudi po podatkih proizvajalca je jasno razviden efekt upada uporabne kapacitete akumulatorske baterije pri povečani tokovni obremenitvi. Slika 3 prikazuje praznilno karakteristiko svinčenih baterij Leoch, tip DJM 1245, ki so vgrajene v testnem vozilu Estrima Biro. Tako že pri obremenitvi baterije s tokom 25 A njena kapaciteta močno pade, z nazivnih 45 Ah na le 25 Ah.

Realna obremenitev baterije je med vožnjo električnega vozila

vedno dinamično spremenljiva, zato je za učinkovito analizo priporočljivo uporabiti kompleksnejši model baterije. Za simulacijo delovanja svinčene akumulatorske baterije je zelo primeren »kinetični model baterije« (KiBaM), ki upošteva tudi regeneracijski efekt med posameznimi intervali obremenitve. Podroben opis KiBaM je podan v [3].

4 Kombiniran hranilnik električne energije

Glede na opisane slabosti standardne akumulatorske baterije kot tudi s stališča učinkovitosti izrabe akumulirane energije pri vozilu so idealni pogoji delovanja takšni, le akumulatorska baterija pokriva le srednje vrednosti potrebne moči. Na ta način je razbremenjena visokih vršnih vrednosti moči, posledično pa je možno izkoristiti največji delež shranjene energije.

Predpostavimo, da je hranilnik električne energije sestavljen iz dveh komponent, od katerih prva (baterija) pokriva le srednje vrednost, druga pa dinamični del obremenitve, prikazano na sliki 4. Prednosti takšnega kombiniranega ali hibridnega hranilnika električne energije bi bile naslednje: izboljšana izkoristčenost shranjene energije, manjše termične izgube in predvidoma tudi podaljšanje življenjske dobe primarne akumulatorske baterije.

V prispevku sta opisani dve različni izvedbi kombiniranega (ali hibridnega) hranilnika električne energije. Primarni hranilnik, ki zagotavlja srednje vrednost moči, je v obeh primerih akumulatorska baterija. Kot dinamična komponenta, ki zagotavlja konice moči pri po-



Slika 5. Dvosmerni močnostni stikalni DC/DC-pretvornik

speševanju in zaviranju vozila, sta podani dve možnosti:

- a) superkondenzator s pretvornikom ali
- b) mehanski vztrajnik z elektromotornim pogonom.

V obeh primerih sta sklopa preko močnostnih pretvornikov z ustreznim vodenjem povezana na skupno enosmerno vodilo glavnega pogona (slika 4).

V hibridnem hranilniku energije je za testiranje uporabljena akumulatorska baterija iz električnega vozila Estrima Biro. Gre za 8 kosov serijsko vezanih 12-voltnih trakcijskih svinčenih gel akumulatorskih baterij Leoch, tip DJM1245 [4]. Skupna napetost je 96 V, kapaciteta 45 Ah, količina shranjene energije v celotni bateriji pa 4,3 kWh.

5 Hranilnik električne energije s superkondenzatorjem

Superkondenzatorji (SC) ali ultra-kondenzatorji so kondenzatorji, ki

se zaradi svojih posebnih lastnosti (nove tehnologije, ki omogočajo zelo velike kapacitivnosti, majhno notranjo upornost in posledično visoke tokovne obremenitve) uporabljajo za shranjevanje električne energije [5].

$$W_{SC} = \frac{CU^2}{2}$$

kjer je:

W_{sc} količina shranjene električne energije [Ws]

C kapacitivnost kondenzatorja [F]

U napetost na kondenzatorju [V]

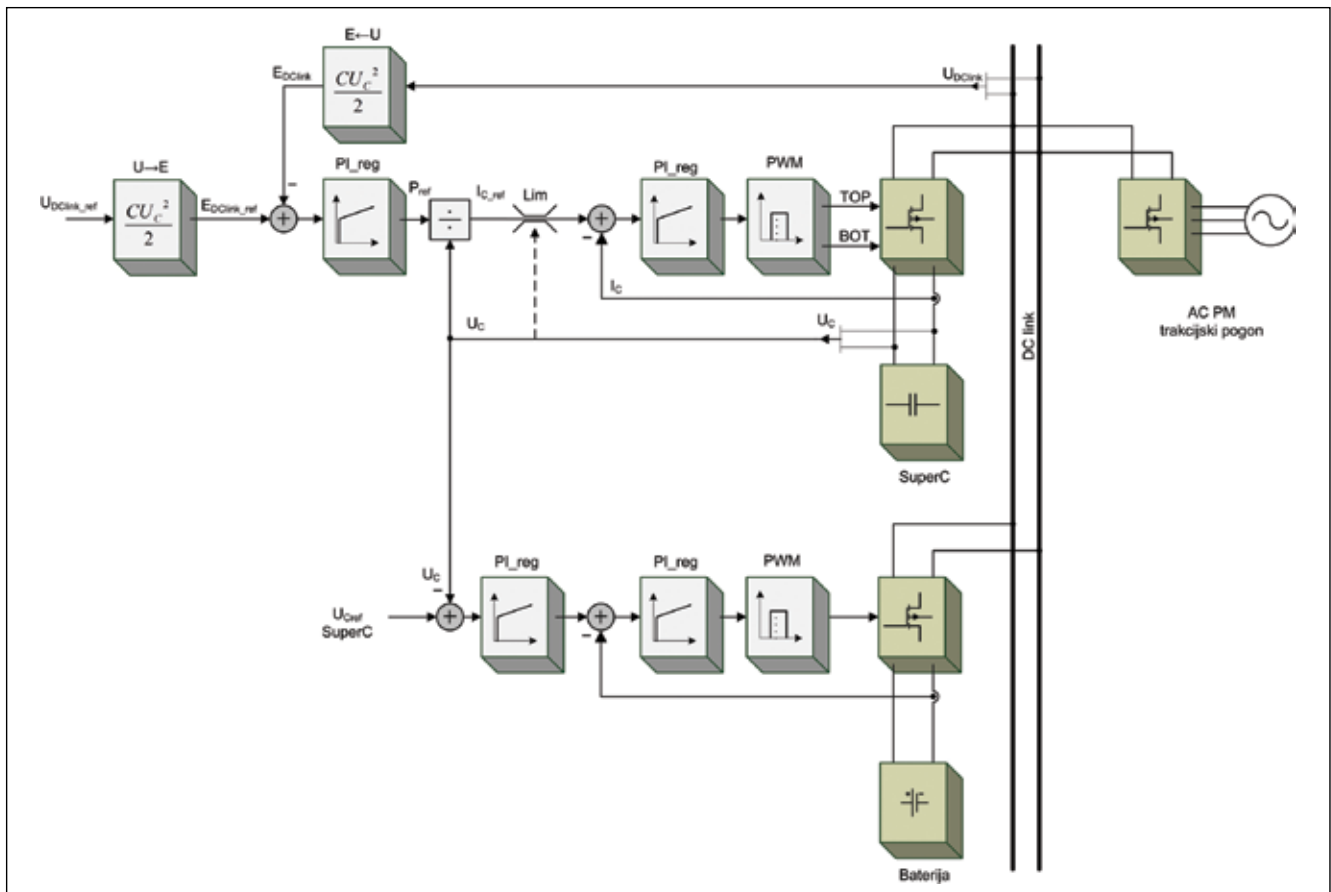
Kondenzatorska baterija je sestavljena iz šestih serijsko vezanih kondenzatorjev s kapacitivnostjo po 250 F / 16 V proizvajalca Maxwella, tip BMOD0250-16.2V. SC je na skupno enosmerno vodilo povezan preko dvosmernega močnostnega stikalnega DC/DC-pretvornika.

Močnostni dvosmerni stikalni pretvornik (slika 5) je bil v laboratoriju razvit posebej za priključitev SC na enosmerno vodilo pogona. Pretvornik navzdol (Buck) prenaša energijo z mesta višjega potenciala (s

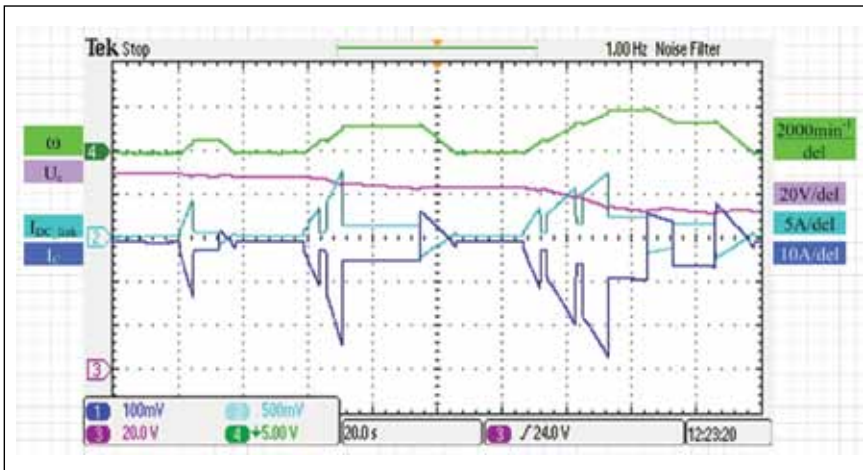
skupnega enosmernega vodila z napetostjo 250 V) v superkondenzator, ki deluje v napetostnem območju od 50 V do 100 V. Pretvornik navzgor (Boost) omogoča prenos energije v nasprotni smeri, pri čemer mora dvigniti napetost za faktor 2,5- do 5-krat. Obe konfiguraciji sta združeni v sestavljenem vezju dvosmernega pretvornika, tipa Buck-Boost.

Močnostni stikalni pretvornik deluje s pulznoširinsko modulacijo (PWM, Pulse Width Modulation). Modulator z dvema izhodoma skrbi za preklap med obema različnima strukturama vodenja (Buck ali Boost), s tem pa se določi tudi smer pretoka energije. Stikalna frekvenca 16 kHz je prilagojena uporabljenim močnostnim tranzistorskim stikalnim elementom IGBT. Tokovna zmogljivost pretvornika na strani SC je v območju +/-100 A. Delovanje pretvornika je podrobneje opisano v [5].

Za vodenje celotnega kombiniranega hibridnega hranilnika električne energije je bila razvita kompleksna shema vodenja (slika 6), ki v dveh re-



Slika 6. Shema vodenja kombiniranega hranilnika energije



Slika 7. Odziv kondenzatorskega hranilnika električne energije pri obremenitvi po voznem ciklu ECE-15

gulacijskih krogih zagotavlja ustrezno dinamično delovanje za vsakega od obeh hranilnikov/virov energije. Vsak hranilnik energije uporablja svoj dvo-smerni močnostni pretvornik, oba pa sta priključena na skupno enosmerno vodilo, ki zagotavlja napajanje za glavni pogonski motor vozila.

Dinamična enota s superkondenzatorjem se mora hitro odzivati na spremembe. To je zagotovljeno z vodenjem pretvornika s kaskadno regulacijsko zanko neposredne kontrole količine energije na enosmernem vodilu. Pri konstantni vrednosti kapacitivnosti takšna regulacijska zanka zagotavlja konstantno napetost na enosmernem vodilu. Izhod regulatorja energije na izhodu predstavlja referenco potrebne moči. Referenca toka za notranjo tokovno regulacijsko zanko se izračunava iz reference moči in izmerjene napetosti superkondenzatorja:

$$I_{c_ref} = \frac{P_{ref}}{U_c}$$

Ker je količina shranjene energije v superkondenzatorju relativno majhna, zadošča le za pospeševanje vozila oziroma za nekaj deset sekund vožnje (zaloga energije je v razredu 10^5 Ws). Da bi bilo v SC vselej dovolj energije za potrebe glavnega pogona vozila, se mora SC z energijo polniti iz baterije. Ta proces poteka s počasno dinamično in tako zagotavlja optimalne razmere za delovanje akumulatorske baterije. Z regulacijsko zanko vodenja pretoka energije

iz baterije preko enosmernega vodila se regulira napetost na SC. Tudi tukaj je uporabljena kaskadna shema z notranjo tokovno zanko.

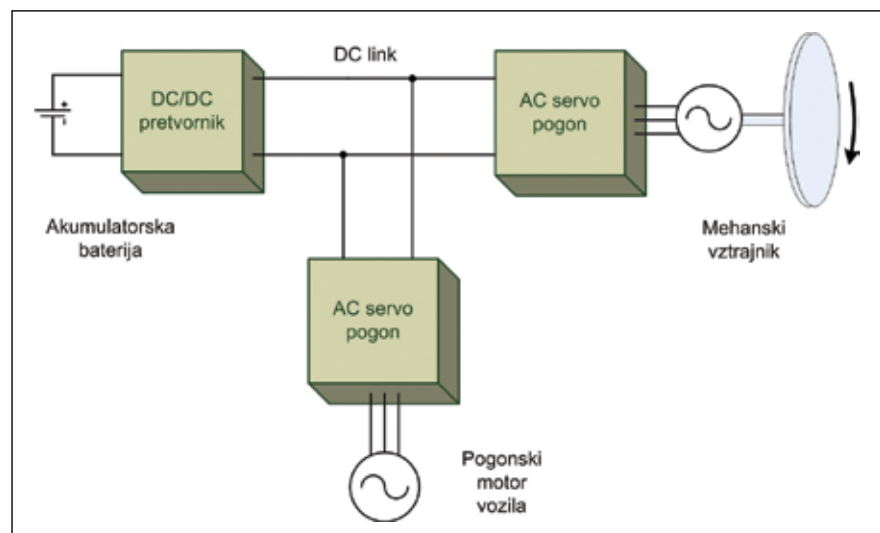
Kot strojna oprema za vodenje sklopa je v pretvorniku uporabljen eksperimentalni komplet Texas Instruments TMS320C2000 [6] z mikrokrmilnikom TMS320F28335. Regulacijsko shemo smo sestavili v programskem paketu MATLAB Simulink, generiranje in prenos programske kode se izvede s CCStudio.

5.1 Preskus dinamičnega hranilnika s superkondenzatorjem

Izveden je bil laboratorijski dinamični test obremenitve enote s superkon-

denzatorjem s pripadajočim pretvornikom. Dinamični hranilnik je bil priključen na »preizkuševališče hibridnih pogonov« [5], to je testno merilno mesto za preizkušanje posameznih pogonskih komponent pri vozilih, različnih hranilnikov energije in konfiguracij vodenja posameznih sklopov. Obremenitev hranilnika energije s SC je bila izvedena preko 5-kilovatnega traksijskega motorskega pogona AC PM z obremenitvijo, identično vožnji po voznem ciklu ECE-15. Enota za mehansko obremenjevanje je sestavljena iz vodenega AC-servopogona, sprogramirana po karakteristikah iz matematičnega modela električnega vozila Estrima Biro.

V laboratorijskem testu je bila enota s superkondenzatorjem obremenjena po dinamičnem voznem ciklu ECE-15, rezultati meritev so prikazani na *sliki 7*. Eksperiment je podrobneje opisan v [5], izveden pa je bil pod naslednjimi pogoji: konstantna napetost skupnega vodila $U_{DC_link} = 250$ V, $U_c(t=0) = 90$ V, vodenje pogonskega motorja po voznem ciklu ECE-15 (60-odstotna obremenitev). Obremenitev vira oziroma izmerjeni tok na enosmernem vodilu I_{DC_link} je po obliki identičen obremenitvi pri simulaciji vožnje (*slika 2*). Zaradi energije, ki se za pogon vozila pretaka iz SC v motor, se zmanjša vrednost shranjene energije v SC, posledično tudi zniža napetost U_c (*slika 7*). Pri enaki obremenitvi je zaznavno tudi povečanje toka iz SC ob znižani napetosti na kondenzatorju.



Slika 8. Kombinirani hranilnik energije (baterija in električni motor/generator z mehanskim vztrajnikom)

6 Hranilnik električne energije z mehanskim vztrajnikom

Kot alternativa hranilniku električne energije s superkondenzatorjem je predviden tudi hranilnik električne energije z mehanskim vztrajnikom. Ta sklop je delno še v fazi izdelave.

Električni motor (z vodenim pretvornikom) pretvarja električno moč na sponkah motorja (U.I) v mehansko moč na izhodni gredi (M.ω), energija pa se akumulira v obliki kinetične energije vrtečega se rotorja vztrajnika. Pretok moči je dvosmeren, električni motor lahko deluje v motorskem ali generatorskem režimu. Shranjena kinetična energija vrtečega telesa je določena z izrazom:

$$W_{kin} = \frac{J\omega^2}{2}$$

kjer je:

W_{kin} količina shranjene kinetične energije [Ws]

J skupni vztrajnosti moment rotorja [kg.m²]

ω kotna hitrost rotorja [rad/s]

Glede na zakonitost, da je shranjena energija proporcionalna kvadratu vrednosti kotne hitrosti, je za shranjevanje energije primerna čim višja kotna hitrost. *Slika 9* prikazuje

količino shranjene kinetične energije v vztrajniku v odvisnosti od kotne hitrosti (prikaz v grafu je v odvisnosti od vrtilne hitrosti [min⁻¹]).

Predvideno konstrukcijo rotorja vztrajnika prikazuje *slika 10*. Izbira dimenzij, vrtilne hitrosti in ostalih lastnosti sklopa je odvisna predvsem od razpoložljive tehnologije. V današnjem času se za izdelavo vztrajnikov uporabljata predvsem dva različna materiala, jeklo ali kompoziti iz ogljikovih vlaken. Oblika vztrajnika, ali je ploščat oziroma vitek in daljši, določa vrednost vztrajnostnega momenta. Matematično je možno dokazati, da količina shranjene energije pri rotorju iz določenega materiala ni odvisna od oblike, temveč le od mase vztrajnika [7].

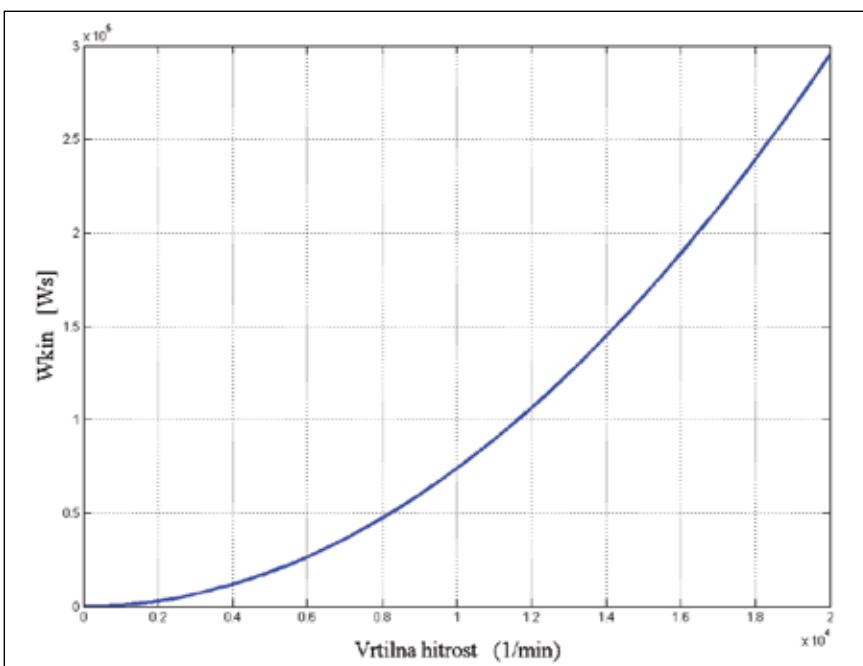
Pri podani konstrukciji (na sliki 10) je masa rotorja jeklenega vztrajnika $m = 22$ kg, skupni vztrajnostni moment vseh vrtečih se delov $J = 0,14$ kg.m². Pri vrtilni hitrosti do $n = 20.000$ min⁻¹ to ustreza najvišji vrednosti shranjene energije v razredu 300.000 Ws.

Električni motor za pogon vztrajnika ima funkcijo pretvorbe električne energije v mehansko. Glede na današnjo tehnologijo električnih motorjev bi bila smiselna izbira motorja s trajnimi magneti (PM motor),

saj so manjši, omogoča velike preobremenitve in ima boljši izkoristek od ostalih tipov motorjev. A glede na pretežno impulzno, nizko intermitenčno delovanje električnega motorja so zelo pomemben dejavnik tudi izgube v prostem teku. PM-motorji imajo v primerjavi z motorji brez trajnih magnetov pri visokih vrtilnih hitrostih primerljivo visoke izgube magnetenja (histerezne in vrtilne). Zato smo se kljub slabšemu izkoristku odločili za uporabo asinhronskega motorja. Zaradi zahtevane visoke obratovalne vrtilne hitrosti do 20.000 vrt/min je izbran standardni 2-polni motor. Predvidena predelava obsega obdelavo rotorja in natančno centriranje, zamenjavo ležajev, izdelavo novih ležajnih pokrovov kot tudi previjanje navitja statorja za ustrezno napetost. Električni motor/generator bo na skupno enosmerno vodilo vozila priključen preko trifaznega tranzistorskega mostiča z vektorskim PWM-vođenjem, kar bo omogočilo neodvisno nastavljanje magnetilne in delovne komponente. Ta način zagotavlja optimalno delovanje v različnih režimih, tako z najvišjo stopnjo magnetenja do nazivne delovne točke (10.000 vrt/min), v območju slabljenja polja (med 10.000 vrt/min in 20.000 vrt/min) kot tudi možnost delovanja brez magnetnih izgub v prostem teku.

Pri visokih vrtilnih hitrostih, še zlasti pri aplikaciji, kjer so zahtevane čim manjše izgube, je potrebno zagotoviti minimalno trenje. V ta namen je predvidena vgradnja motorja v zaprto ohišje, kjer bo deloval v helijevi atmosferi. Helij zaradi nižje viskoznosti zagotavlja tudi nižji viskozni zračni upor vrtečega se rotorja. Za boljše hlajenje je zelo ugodna tudi bistveno boljša toplotna prevodnost helija (He: 0,14 W/(m.K), zrak: 0,025 W/(m.K), oboje velja pri temperaturi $T = 293$ K in tlaku $p = 1$ bar).

Ležaji morajo pri opisani aplikaciji zadostiti mnogim zahtevam. Zagotavljati morajo vrtenje rotorja v širokem območju vrtilne hitrosti in radialnih osnih obremenitev, pri tem pa morajo biti izgube zaradi



Slika 9. Količina shranjene energije vztrajnika v odvisnosti od vrtilne hitrosti

trenja čim manjše. Tem zahtevam ustrezajo precizni kotalni ležaji s keramičnimi kroglicami.

Pri uležanju celotnega sklopa je potrebno upoštevati tudi možnost vgradnje v vozilo. V primeru, da je sklop vgrajen vodoravno, se med vožnjo ob zavijanju vozila na os vztrajnika pojavi precesijski navor. Navor na vrteči se rotor znaša:

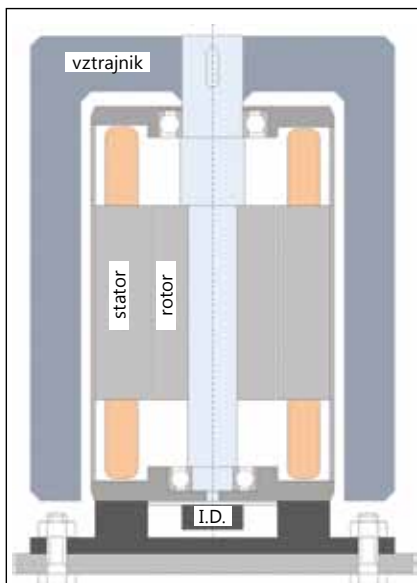
$$M = J \cdot \omega_r \cdot \omega_{prec}$$

kjer je:

J vztrajnostni moment rotorja [kg.m²]

ω_r kotna hitrost rotorja [rad/s]

ω_{prec} kotna hitrost precesije [rad/s]



Slika 10. Predvidena konstrukcija elektromotornega pogona z vztrajnikom

Za testno vozilo je bilo pri vožnji izmerjeno, da pri zavijanju vozila prihaja do precesijske kotne hitrosti do 1 rad/s. Precesijski navor bo pri najvišji kotni hitrosti rotorja vztrajnika in sočasni najvišji hitrosti zavijanja vozila dosegel vrednost 300 Nm. Pri predvideni konstrukciji vztrajnika bo sila na ležaje znašala do $F_{max} = 1600$ N, kar pa znaša le okrog 15 % dovoljene radialne dinamične obremenitve izbranih ležajev.

7 Sklep

Superkondenzator je zaradi svoje robustnosti zelo primeren za dinamične obremenitve. Za razliko od akumulatorske baterije nima omejitve števila ciklov oziroma življenjske dobe, prednost pa je tudi v visoki specifični moči. Izvedena je bila analiza delovanja kombiniranega hranilnika električne energije, sestavljenega iz primarne baterije in dodane »dinamične« komponente. V laboratoriju je bilo izmerjeno obremenjevanje pogonskega sklopa vozila po voznem ciklu ECE-15 z napajanjem iz hranilnika s superkondenzatorjem kot virom energije.

Izmerjene dinamične lastnosti potrjujejo primernost uporabe superkondenzatorja kot enote za shranjevanje električne energije tudi pri hitrih spremembah obremenitve. Ker je baterija razbremenjena dinamične komponente toka, se pričakuje znatno podaljšanje njene življenjske dobe.

Identičen poskus kot s superkondenzatorjem je predviden tudi pri hranilniku energije z vztrajnikom. Cilj je natančno izmeriti in ovrednotiti vse lastnosti, vključno z izkoristkom in dinamičnimi odzivi. Zlasti zanimiva bo primerjava lastnosti superkondenzatorja kot čistega električnega sistema ter vztrajnika kot elektromehanskega sistema.

Literatura

- [1] Handbook of Batteries, David Linden, Thomas Reddy, McGraw-Hill, New York, 2001 (<http://www.mcgraw-hill.com.au/html/9780071359788.html>)
- [2] električno vozilo Estrima Biro: <http://www.estrime.com/en/>
- [3] Manwell, J. F. and J. G. McGowan. Lead acid battery storage model for hybrid energy systems. Solar Energy, 1993. 50(5): p. 399
- [4] <http://www.leoton.ua/leoch-battery-djm1245.php>
- [5] M. Španer, "Hranilniki energije pri hibridnem pogonu", Magistrsko delo, Univerza v Mariboru, 2010
- [6] Texas Instruments TMS320C2000 Experimenter Kit: <http://www.ti.com/general/docs/lit/getliterature.tsp?literatureNumber=sprufr5f&fileType=pdf>
- [7] J. Laeuffer, A Small Flywheel Energy Storage for Hybrid Cars, PCIM Europe 2012, 8–10 May, Nuremberg

Electrical energy storage system with improved dynamics

Abstract: The paper presents the energy storage systems of electric and hybrid vehicles and the approaches for improving the dynamic properties of the energy storage. The key element of the vehicles with electric propulsion is an efficient energy storage system. The properties of the battery depend on its type/manufacturing technology, operation temperature, type of load, age and some other factors. A very important property of the energy storage is its ability to receive and store significant amounts of energy in a short time. Its efficiency should also be the best possible during such an operation. The commonly used batteries (especially lead batteries) hardly meet this requirement. Therefore, the elements that can efficiently handle energy peaks and by this significantly improve the dynamics and lifetime of the battery are added into the energy storage. The elements described in the paper are the supercapacitor and the mechanical storage-flywheel. Furthermore, it is shown how these additional components are integrated into the hybrid energy storage system of the vehicle.

Key words: electric vehicles, driving cycles, electric energy storage, supercapacitor, flywheel, bidirectional Buck-Boost converter.

Vsi enaki, vsi sumljivi – nadzor nad letalskimi potniki – boj zoper letalski terorizem

Aleksander ČIČEROV

Izveček: septembra 2010 je diplomatska konferenca o mednarodnem letalskem pravu, ki jo je organizirala Mednarodna organizacija civilnega letalstva (ICAO), sprejela dva mednarodnopravna akta: Pekinško konvencijo in Pekinški protokol. Pekinška konvencija in Protokol posodabljata protiteroristično mednarodno letalsko pravo, ki je veljalo do 9. novembra 2001. Pekinška konvencija sankcionira uporabo zrakoplova kot orožja za množično uničenje in nevarnih snovi za napad na letalo ali druge cilje na zemlji.

Gljučne besede: Pekinška konvencija, Pekinški protokol, Montrealska konvencija, Haaška konvencija, podatki o letalskih potnikih (PNR), mednarodno letalsko pravo, protiteroristično pravo

■ 1 Uvod

Razvoj mednarodnega letalskega prava lahko v veliki meri prispeva k ustvarjanju in ohranjanju prijateljstva in razumevanja med državami in ljudstvi sveta. Vsaka njegova zloraba (kot na primer letalski terorizem) pa lahko postane nevarna za splošno varnost (preambula k Čikaški konvenciji).¹ Neposredni odgovor ICAO na teroristični napad na Svetovni trgovski center (angl. WTC) 9. novembra 2001 je bil pregled mednarodne letalske zakonodaje s stališča uspešne obrambe pred terorističnimi dejanji. Na diplomatski konferenci v Pekingu je bila pozornost usmerjena v naslednja mednarodnopravna dokumenta:

- Montrealsko konvencijo (1971)² in
- Montrealski protokol (1983)³.

■ 2 Montrealska konvencija

»Poleg ugrabitve zrakoplovov prežijo na civilno letalstvo še druge nevarnosti, kot na primer sabotaže zrakoplovov ali naprav za navigaci-

jo.«⁴ Haaška in Tokijska konvencija kriminalizirata dejanja, storjena na krovu letala. Za nezakonita dejanja, usmerjena zoper varnost civilnega letalstva, vključno z dejanji sabotaže, je bilo potrebno sprejeti nov mednarodnopravni akt – Montrealsko konvencijo. Z njo je povezan tudi primer nesreče letala ameriške družbe Pan Am nad Lockerbijem. Z napadom na Svetovni trgovski center 11. septembra 2001 pa se je pojavil nov moment v mednarodnem letalskem pravu. Zrakoplov je bil uporabljen kot orožje v rokah teroristov.

Veljavno mednarodno letalsko pravo – Montrealska (1971) in Haaška konvencija (1970) – takega dejanja še ni sankcioniralo.⁵

Pekinška konvencija pravzaprav nadaljuje z inkriminacijo dejanj tam, kjer je končala Montrealska konvencija.⁶

V skladu s 24. členom ta konvencija tudi prevlada nad Montrealsko konvencijo (1971) in Montrealskim protokolom (1988).

Pekinška konvencija sankcionira »uporabo letala v prometu za povzročitev smrti, resne telesne poškodbe ali resne škode na lastnini ali v okolju«, inkriminira izpuščanje ali odmetavanje iz letala v prometu katerega koli BCN-orožja ali razstreliva, radioaktivnih ali podobnih substanc na način, ki povzroči ali je sposoben povzročiti smrt, resno telesno po-

1 Glej podrobno Konvencijo o mednarodnem civilnem letalstvu, zbral, uredil in posodobil A. Čičerov, izdala Fakulteta za strojništvo, Ljubljana 2011.

2 Konvencija o preprečevanju nezakonitih dejanj zoper varnost civilnega letalstva (ang.: Convention for the Suppression of Unlawful Acts against the Safety of Civil Aviation), podrobno o Konvenciji glej: I. H. Ph. Diederiks-Verschoor, An Introduction to Air Law, Wolters Kluwer Law & Business, 2012, str. 405–409.

3 Republika Slovenija je oba akta nasledila 27. maja 1992, glej podrobno: A. Čičerov, navedeno delo.

4 A. Čičerov, navedeno delo, str. 245.

5 V angl.: Convention for the Suppression of Unlawful Acts against the Safety of Civil Aviation; slo.: Konvencija o preprečevanju nezakonitih dejanj zoper varnost civilnega letalstva. Drugi akt, ki ga obravnavamo, je Montrealska konvencija za preprečevanje nasilnih nezakonitih dejanj na letališčih za mednarodni civilni promet (angl.: Protocol for the Suppression of Unlawful Acts of Violence at the Airports Serving International Civil Aviation), ki nadomešča Haaško konvencijo iz leta 1970. Podrobno glej v nav. delu I. H. Ph. Diederiks-Verschoor, str. 400–405.

6 Montrealska konvencija (1971) sankcionira dejanje, ki ga stori vsakdo, ki nezakonito in namenoma:
(a) izvrši nasilje, naperjeno zoper ljudi na zrakoplovu med letom, če bi to spravilo v nevarnost zrakoplov;
(b) uniči zrakoplov v prometu ali povzroči na njem škodo, zaradi katere zrakoplov ne more leteti ali bi bila ogrožena njegova varnost; postavi ali povzroči, da se na zrakoplovu v prometu kakor koli

Mag. Aleksander Čičerov, univ. dipl. prav., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo



Letalo kot orožje teroristov

škodbo ali resno škodo lastnini ali v okolju, ali uporabi zoper letalo v prometu katero koli BCN-orožje ali razstrelivo, radioaktivne ali podobne substance na način, ki povzroči ali je sposoben povzročiti smrt, resno telesno poškodbo ali resno škodo lastnini ali v okolju, ali prevaža, pripelje do prevoza ali olajša prevoz razstreliva, radioaktivnih materialov, BCN-opreme, ki bi lahko bistveno prispevala k izdelavi in razširjanju tega orožja in opreme. Prav tako stori kaznivo dejanje oseba, ki stori dejanja, navedena v drugem odstavku 1. člena te konvencije: izvajanje nasilja zoper osebo na letališču za mednarodni promet, kar povzroči ali bi lahko povzročilo resne poškodbe ali smrt in ki uniči ali resno poškoduje naprave na letališču, ki služi mednarodnemu prometu, če bi taka dejanja lahko ogrozila varnost na tem letališču. V nadaljevanju konvencija inkriminira grožnjo (angl.: threat), ki nezakonito in namerno povzroči, da neka oseba pristane na grožnjo, če gre za okoliščine, ki kažejo na to, da gre grožnjam verjeti. Konvencija inkriminira poizkus (angl.: attempt), organizacijo ali vodenje drugih, da store kazniva dejanja in sodelujejo

(angl.: participation) v sotorilstvu.⁷ Konvencija definira pojme kot letalo v letu, letalo v službi, naprave za zračno navigacijo, strupene kemikalije, radioaktivni material, jedrski material, obogateni uran, BCN-orožje, kemično orožje, prekursor, izvorni material, poseben fuzijski material.

Montrealska konvencija (1971) je sprejela načelo: »**aut dedere aut prosequi**«, kar pomeni »**storilca je treba izročiti ali kaznovati**«!

■ 3 Montrealski protokol (1988)

»Na 26. zasedanju Skupščine ICAO (1986) je kanadska delegacija predlagala izdelavo novega mednarodnega instrumenta, ki bi sankcioniral nezakonita dejanja na letališčih, ki se uporabljajo za mednarodno civilno letalstvo.«⁸

Vzrok za to, da je težko zatreti ugrabitve letal (angl.: hijacking), je dejstvo, da je letalo zelo ranljivo. IFALPA (Mednarodno združenje linijskih pilotov) je ugrabitve razdelilo v pet kategorij, in sicer:

- popolna izguba nadzora nad upravljanjem letala,
- uporaba orožja v pilotski kabini lahko povzroči škodo in ogrozi varnost letenja,
- lahko pride do trčenja, ker letalo leti brez nadzora,
- lahko zmanjka goriva,
- posadki ni znano letališče, ki so ga ugrabitelji izbrali, prav tako ne pozna procedur pristanka na njem.

S sprejemom Haaške konvencije (1970) postane ugrabitev letala mednarodno kaznivo dejanje. Kljub napredku v mednarodnem letalskem pravu pa Haaška konvencija ni rešila vprašanja obveznosti pregonu storilca(cev). Odprto je ostalo vprašanje varnosti agentov na krovu letala in njihovih pooblastil glede ravnanja z ugrabitelji.

Sprejeti Protokol dopolnjuje Haaško konvencijo (1970). Pekinški protokol in Haaška konvencija tvorita enoten dokument in tako ju je treba razlagati (Haaška konvencija, kot je bila dopolnjena s Pekinškim protokolom).⁹

Po dikciji Pekinškega protokola stori kaznivo dejanje vsakdo, kdor zaseže ali izvršuje nadzor s silo, grožnjo ali prisilo ali s katero koli drugo obliko prisiljevanja nezakonito in namerno zaseže ali izvršuje oblast nad operativnim letalom.

Kaznivo dejanje stori vsakdo, kdor grozi, da bo storil zgoraj navedeno dejanje, ali ki nezakonito in namerno povzroči, da druga oseba tako grožnjo sprejme v primerih, ki kažejo na to, da grožnji velja verjeti. Protokol inkriminira tudi poskus storitve takega dejanja, sodelovanje, pomoč pri oviranju preiskave ali kaznovanja. Protokol gre še naprej, ko predpisuje inkriminacijo tistega, ki soglašajo z eno ali več osebami, da store kaznivo dejanje, ki kakor koli prispeva k izvedbi kaznivega dejanja (dejanj).

postavi priprava ali substanca, ki bi ga utegnila uničiti ali mu povzročiti škodo, zaradi katere ne bi mogel leteti, ali povzročiti škodo, ki bi ogrozila njegovo varnost v letu;

(c) uniči ali poškoduje naprave za navigacijo ali ovira njihovo delovanje, če bi to ogrozilo varnost zrakoplova v letu;

(d) daje informacije, za katere ve, da so neresnične, in s tem ogroža varnost zrakoplova v letu. Prav tako stori kaznivo dejanje vsakdo: (a) če poskusi storiti kakšno kaznivo dejanje iz prvega odstavka tega člena;

(e) če sodeluje s tistim, ki stori ali poskuša storiti takšno dejanje (soudeleženeec), 1. člen Montrealske konvencije.

⁷ Glej podrobno besedilo Pekinške konvencije (1. čl.).

⁸ A. Čičerov, op. cit. nav. delo, str. 284, glej še A. Čičerov, Montrealski protokol 1988, nav. delo, str. 284.

⁹ XIX. člen Pekinškega protokola.



Strmoglavljenje letala v francoskih Alpah. Pilot naj ne bo nikoli sam za krmilom.

■ 4 Pogajanja na diplomatski konferenci

Podlaga za novo protiteroristično konvencijo in protokol je bila analiza Montrealske in Haaške konvencije, ki je potekala na sestankih ICAO, ki so se začeli leta 2007, vključene pa so bile ključne države (Amerika, Francija, Japonska, Sovjetska zveza itd.). Sestanke je sprožila tudi teroristična grožnja leta 2009, ko je letalski potnik poskušal vžgati smodnik, ki ga je imel pritrjenega na nogi. Storilca je obvladal prisiben nizozemski potnik.¹⁰ Zadeve je še pospešil napad na WTC 11. septembra 2001.

Zaključek sestankov na ICAO je bil, da veljavni režim boja zoper letalski terorizem ne pokriva pomembnega dela napadov, kot na primer uporabo zrakoplova za povzročitev smrti ali uničenja, drugih vrst predvidljivih terorističnih dejanj, kot so uporaba orožja za množično uničevanje na krovu letala, z letala ali zoper drugo letalo ter organiziranje ali prikrivanje takih dejanj.

Mednarodna letalska skupnost je reagirala tako, da je izpopolnila varnostne ukrepe; znano je, da so bila vrata v pilotsko kabino letala zaprta za vse, ki tam niso imeli kaj iskati.¹¹ Izboljšane so bile naprave za telesni pregled potnikov in prtljage, izpolnjeni sezname nezaželenih potnikov – t. i. PNR-ji. Prav tako pa je postala strožnja nacionalna zakonodaja. Neprestan nadzor letalske varnosti in krepitev mednarodnega pravnega režima sta postala stalnici mednarodnega letalskega prometa. Statistika kaže, da je bilo v obdobju 2001–2010 le 23 primerov nezakonitega vmešavanja v civilno letalstvo, od tega je bilo samo osem uspešnih ali poizkušenih ugrabitev, en napad na letališče, en napad na letalo v letu in dva primera poizkusa sabotaže.¹²

Delegacije držav članic so se zavezale za posodobitev Montrealske in Haaške konvencije,¹³ pri čemer je potrebno upoštevati razvoj mednarodnega kriminala in protiterorističnega prava od leta 1970 naprej. Izključiti je potrebno dejanja, ki so povezana z oboroženimi silami, do-

dati podlage za jurisdikcijo in vključiti varovalke glede ekstradicije.¹⁴

Na diplomatski konferenci, ki je potekala v Pekingu, se je zbralo 76 držav članic ICAO. Avstralija, ki so jo podpirale številne države, je predlagala, da bi inkriminirali transport orožja za masovno uničevanje in druge nevarne snovi s civilnimi letali, kriminalizirati pa bi bilo potrebno tudi pomoč ubežnikom, ki so storili taka dejanja. Države udeleženke pa se niso mogle dogovoriti o kibernetnem terorizmu. Predlogi za spremembo aneksa 17 so bili že v teku (aneks 17 se nanaša na letalsko varnost).

Protokol širi obseg Haaške konvencije z dejanji, ki se izvajajo s pomočjo tehnoloških sredstev, pri čemer se letalo uporabi kot orožje.

4.1 Novosti v Pekinški konvenciji

10. septembra 2010 sta bila Pekinška konvencija in protokol sprejeta. Konvencijo je podpisalo 30 držav, do 25. januarja 2015 pa jo je ratificiralo ali pristopilo k njej 10 držav: Angola, Češka republika, Kuba, Gvajana, Dominikanska republika, Kuvajt, Mali, Burma (Mjanmar), Santa Lucija in Švica. Veljati bo začela, ko jo bo ratificiralo ali k njej pristopilo 22 držav. Slovenija konvencije ni podpisala, posledično pa tudi ne ratificirala.¹⁵ Navedenega dne je bil sprejet tudi Sklepni akt diplomatske konference. Pekinška konvencija in Protokol sta redigirana v angleškem, arabskem, francoskem, ruskem in španskem jeziku. Pekinška konvencija prinaša več novih kaznivih dejanj (anglj.: offences), ki jih navajamo v nadaljevanju prispevka.

10 Glej Passenger's Action Tward a Plan to Down Jet, New York Times, 27. december 2009.

11 Dejanje kopolota Andreasa Lubitza, ki je namerno strmoglavil letalo, odpira nova vprašanja. Pilot Jan Cocheret je dejal, da upa, da se nikoli ne bo znašel v položaju, da ne bi mogel vstopiti v pilotsko kabino. Pravila, ki so bila sprejeta po 11. septembru 2001, po katerih so vrata pilotske kabine takorekoč neprobojna, ga občasno delajo paranoidnega. Glej članek na temo Skrito ozadje realnosti civilnega letalstva, Nedeljski, 6. maj 2015, str. 26.

12 I. H. Ph. Diederiks-Verschoor, nav. delo, str. 410.

13 Haaška konvencija o preprečevanju nezakonitih dejanj ugrabitve zrakoplova (1970), ki jo je Republika Slovenija nasledila 27. maja 1992.

14 Ekstradicija pomeni izročitev oz. predajo kake osebe drugi državi, da bi ji ta sodila za storjeno kaznivo dejanje ali da bi prestala že izrečeno kazen (PRAVO, Leksikon Cankarjeve založbe, druga, razširjena in spremenjena izdaja, 2003, str. 124).

15 Glej podrobno o podpisih in ratifikacijah v [http://www.icao.int/secretariat/Legal/List%20of%20Parties/Beijing Conv EN.pdf](http://www.icao.int/secretariat/Legal/List%20of%20Parties/Beijing%20Conv%20EN.pdf) <23. 1. 2015>.

4.2 Uporaba civilnega zrakoplova za povzročitev smrti, resnih telesnih poškodb, resne škode na lastnini in okolju

Pekinška konvencija kriminalizira uporabo civilnega letala, ki povzroči smrt, resno telesno poškodbo ali resno poškodbo lastnini ali okolju. Povedano drugače: uporaba letala kot orožja je novo specifično kaznivo dejanje po mednarodnem letalskem pravu.

4.3 Izpustitev ali odmetavanje katerega koli biološkega, kemičnega ali jedrskega orožja (BCN), razstreliva, radioaktivnih ali podobnih substanc na način, ki lahko povzroči smrt, resne telesne poškodbe ali resno škodo lastnini ali okolju

Novo kaznivo dejanje je izpuščanje BCN iz letala ali razstreliva, radioaktivne ali podobne snovi na način, ki lahko povzroči smrt, resno telesno poškodbo ali resno škodo na lastnini ali okolju.

4.4 Uporaba navedenih snovi ali orožja zoper drugo letalo ali na krovu letala

V tem primeru je tarča napada samo letalo in osebe na njegovem krovu, ne pa tisto, kar je zunaj letala.¹⁶

Lahko bi rekli, da je bil na pogajanjih o vsebini Pekinške konvencije in protokola dosežen napredek v smislu kriminalizacije prevoza nevarnih snovi/materialov, kot na primer eksplozivnih in radioaktivnih snovi, BCN-orožja ali cepljivih (angl.: fissionable) snovi pod pogojem, da gre

za naklep (če se je storilec zavedal svojega dejanja in ga je hotel storiti (direktni naklep) ali če se je zavedal, da lahko zaradi njegove storitve ali opustitve nastane prepovedana posledica (eventualni naklep)).¹⁷ V praksi to pomeni, da bo za dejanje odgovoren in kaznovan tisti, ki bo prevažal tak tovor vedoč, da je namenjen za uporabo v teroristične namene. Prav tako bo odgovoren in kaznovan tisti, ki prevažata te snovi vedoč, da bodo uporabljene za namene jedrske eksplozije. Navedeni okviri omejujejo obseg kaznivega dejanja v tem smislu, da je dejanje kriminalizirano samo, če gre za nezakonito širjenje terorizma.

Temelj takemu razmišljanju je vsekakor zmanjšanje/odprava in kaznovanje premeščanja nevarnih snovi in orožja po svetu s pomočjo letal, ki bi lahko prišla v roke nepravim osebam v okoliščinah, ki bi lahko pomenile grozljivo mednarodnemu miru in varnosti.

V skladu z določbami Pekinške konvencije je prevoz teh snovi in orožja po morju in zraku sedaj mednarodno kaznivo dejanje in subjekt eks-tradicije ali pregona.

4.5 Razširjena jurisdikcija

Nacionalnost storilca v obeh dokumentih (konvencija in protokol) je odločilna za jurisdikcijo držav pogodbenic. To bo omogočilo razširitev ekstrateritorialnega obsega mednarodnega instrumenta in zagotovilo, da bo večje število držav pogodbenic pridobilo jurisdikcijo za kaznovanje in pregon storilca. Prav tako sta konvencija in protokol vključila med svoje določbe opcijsko jurisdikcijo na podlagi nacionalnosti žrtev kaznivega dejanja. Vendar pa oba akta izključujeta iz uporabe dejanja oboroženih sil med oboroženimi spopadi. Ta določba je bila najbolj sporna in v pra-

ksi pomeni, da pripadniki oboroženih sil ne morejo biti kaznovani, če store dejanja, ki bi jih lahko uvrstili v kazniva dejanja obeh mednarodnih aktov. Uporaba bomb zoper civilno letalo v oboroženem spopadu ne bo preganjana po Pekinški konvenciji, pač pa po IHL (mednarodnem humanitarnem pravu).

5 Varovalke izročitve

Pekinška konvencija in Protokol vsebujeta določbe, ki podpirajo ekstradicijo in medsebojno pravno pomoč.¹⁸ Nobeno od naštetih dejanj ni mogoče šteti za *politično* dejanje z namenom, da bi se storilci izognili kaznovanju. Seveda nobena država ni prisiljena izročiti storilca kaznivega dejanja ali nuditi pravno pomoč, če obstaja verjetnost, da bi pregon temeljil na diskriminatornih pogojih.

6 Uveljavitev (stanje v Republiki Sloveniji)

Dejali smo že, da bosta oba mednarodnopravna akta začela veljati dva meseca po tem, ko ju bo ratificiralo 22 držav. To se še ni zgodilo. Slovenija še ni začela postopka za podpis in posledično ratifikacijo obeh aktov. Tudi na uradni prevod še čakamo.

7 Posledice

Lahko rečemo, da je sprejem obeh mednarodnih aktov korak naprej v razvoju mednarodne protiteroristične zakonodaje, ki bi lahko preprečila ponovitev 11. septembra 2001.

8 Nabor varnostnih ukrepov

Združene države Amerike in Evropska unija, dva branika in bra-

¹⁶ Glej podrobno Anshd Oconnor & Eric Schmit, Terror Attempt seen as Man tries to Ignite Device on Jet, New York Times at <http://www.nytimes.com/2009/12/26/us/26plane.html>.

¹⁷ Glej 'dolus', PRAVO, Cankarjeva založba, 2003, str. 196.

¹⁸ Ekstradicija onemogoča, da bi se storilci kaznivih dejanj s pobegom izognili kazenskemu pregonu oziroma prestajanju kazni. Temelji na zakonu ali na dvostranskih ali večstranskih mednarodnih pogodbah (prim.: Francija, ki ima dvostransko pogodbo s Slovenijo, je izročila Česarja slovenskim pravosodnim organom). Lastnih državljanov države praviloma ne izročajo tujim državam. Glej podrobno v PRAVO, Cankarjeva založba, spremenjena izdaja, 2003, str. 124.



Bo ICAO kos letalskemu terorizmu?

nilca svobode, človekovih pravic, proste trgovine, pretoka ljudi in idej, se trudita omejiti/odpraviti grožnjo letalskega terorizma. Ko se zdi, da sta na pragu bolečimi terorističnimi dejanji in 'spretnostmi', ki jih ni mogoče preprosto izničiti. Terorizem seveda ni samo v letalstvu, je pa zato tu še toliko bolj nevaren. Letalo je postalo orožje v rokah teroristov, z letalom se lahko hitro prenesejo nevarno orožje in nevarni materiali na drug konec sveta. Vprašamo se lahko, ali je po vsem, kar se je zgodilo, preambula Čikaške konvencije še ustrezna za današnji čas. Letalo v rokah teroristov, spomnimo se samo 11. septembra 2001, je močno orožje, ki lahko ogrozi poslanstvo mednarodnega civilnega letalstva. EU pripravlja šest stopenj ukrepov, ki so, vsaj tako se zdi, usmerjeni zoper ISIS (Islamsko državo). Med njimi so zbiranje podatkov o letalskih potnikih (PNR), od prej poznamo telesne skenerje in še kaj bi se našlo. So res nekateri varnostni ukrepi na letališčih le igra, ki naj služi prepričevanju javnosti? Zbiranje podatkov o letalskih potnikih lahko hitro pripelje do česa drugega.

8.1 Kaj je pravzaprav PNR?

»Dinamično spreminjanje varnostnega okolja je tisti dejavnik, ki v družbi in pravu pri prilagajanju predpisov povzroča največ težav.«¹⁹

Nič novega ne trdimo, če rečemo, da terorizem in organizirani kriminal vključujeta tudi potovanja, tudi z letali. Zato so potovalne informacije, ki jih zberejo prevozniki, še kako pomemben instrument za službe, ki izvršujejo zakone. To jim pomaga preprečevati, odkrivati in preiskovati zločine in preganjati storilce. Prostor nam ne dopušča, da bi poglobljeno obravnavali problematiko PNR, kljub temu pa je potrebno pojasniti nekaj stvari. T. i. PNR (angl.: Passenger Name Record) je zbirka podatkov o letalskem potniku. Večino podatkov o sebi poda sam potnik v trenutku, ko rezervira polet, ob nakupu vozovnice, ob prijavi na let, nekaj pa jih zberejo letalski prevozniki za njihove lastne »komercialne« potrebe. PNR vsebuje več različnih vrst informacij, kot na primer: kdaj potnik potuje, načrt potovanja, informacije z letalske karte, podrobnosti o kontaktih, o potovalnem agentu, pri katerem je

potnik rezerviral karto, način plačila, številka sedeža, podatki o potnikovi prtljagi. Podatki so shranjeni pri letalski družbi, ki je sprejela rezervacijo, in v podatkovni bazi nadzora odhoda letalskega potnika.²⁰

V Evropskem parlamentu pravkar razpravljajo o osnutku zakona (direktiva), ki bo zavezoval letalske družbe, da državam članicam EU izročijo podatke o potnikih, ki vstopajo ali zapuščajo EU, z namenom, da s tem pomagajo pristojnim organom, da se uspešno soočijo z zločinci, zločini in teroristi. Direktivo obravnava pristojni odbor za civilne svoboščine, pravico in notranje zadeve (angl.: Civil Liberties, Justice and Home Affairs Committee). Uporaba podatkov PNR v EU trenutno še ni uzakonjena. Nekatere države članice PNR sicer imajo (recimo Velika Britanija), medtem ko so druge sprejele nacionalno zakonodajo ali pa testirajo PNR-podatke za preprečevanje, odkrivanje, preiskovanje in pregon terorističnih dejanj in resnih zločinov na nesistematičen način ali pa z generalnim pooblastilom policiji oziroma drugi pristojni nacionalni službi.²¹ Evropski parlament je 11. februarja 2015 sprejel resolucijo o protiterorističnih ukrepih (glej opombo pod št. 21). Na drugi strani pa ima EU z nekaterimi državami sklenjene sporazume o prenosu podatkov o potnikih. To so sporazumi z ZDA, Kanado in Avstralijo. Sporazum med EU in ZDA je začel veljati 1. julija 2012, z Avstralijo je dobil soglasje Evropskega parlamenta oktobra 2011, sporazum med EU in Kanado pa je Evropski parlament poslal Sodišču EU 4. novembra 2014, da ga prouči z vidika skladnosti s pogodbami EU in Listino o temeljnih pravicah.

8.2 Kaj je pri PNR zastrašujoče?

Večina letalskih potnikov še nikoli ni videla PNR in le malo ljudi sploh

¹⁹ Pri pripravi članka sem se obrnil tudi na docenta dr. Denisa Čaleta, predsednika Slovenskega združenja korporativne varnosti, ki je ljubeznivo pregledal osnutek in mi svetoval, da bolj obširno opredelim aktivnosti, vezane na PNR. Navedeni stavek je citiran iz elektronskega sporočila, ki mi ga je doc. dr. Čaleta posredoval 7. maja 2015. Za njegov prispevek in mnenje se mu iskreno zahvaljujem.

²⁰ Glej podrobno v http://en.wikipedia.org/wiki/Passenger_name_record <10. 5. 2015>.

²¹ O poteku sprejemanja direktive glej <http://www.europarl.europa.eu/news/sl/news-room/content/20150123BKG12902/html/> <10. 5. 2015>.

ve, kaj je o njih zapisano v PNR. Letalske družbe v večini primerov sploh ne hranijo PNR-jev, ampak z njimi gostujejo pri različnih računalniških rezervacijskih sistemih (angl.: Computerized Reservation System – CRS). V grobem poznamo tri CRS: Amadeus, Sabre in Travelport (nastal z združitvijo Worldspana in Galilea). Amadeus je med njimi edini, katerega lastniki so letalske družbe! Je tudi lociran v Evropi. Kadar koli rezervirate letalsko karto, za vas ustvarijo PNR, ki ga ni več mogoče izbrisati. Ko je enkrat ustvarjen, gre v arhiv, četudi nikoli več ne boste leteli z letalom. Poleg vaših podatkov v PNR-ju je spravljeno še nekaj podatkov o najmanj štirih ljudeh (torej potniku, potovalnem agentu, tistem, ki je pripravil načrt potovanja, in tistem, ki je letalsko karto plačal). PNR vsebuje tudi podatke o tistem, ki je izposodil vozilo, čeprav ni nikoli potoval z letalom, o tistem, ki je rezerviral hotel, križarjenje, o tem, da ste pogost uporabnik letala ali t. i. frequent flyer, katere plačilne kartice uporabljate, rezervni naslovi, telefonske številke v nujnih primerih, podatke o imenih vaših družinskih članov, poklicnih prijateljev, ki potujejo z vami ali celo posebej, tu so podatki o vaših okusih in zahtevah (zakonska postelja, nizko prtiličje, nikoli ne letite na dneve židovskih praznikov, uporabljate invalidski voziček, ne želite leteti z Delta Airlines, ste težak potnik in še bi lahko naštevali). Lahko bi rekli, da o vas vemo vse!

Bo to 60, 49, 32 ali manj podatkov o potniku? Ali bomo zato varnejši, ko letimo?

■ 8 Sklep

»Blizu resnici je, da so nekateri ukrepi, ki jih izvajajo na letališčih, le igra, ki služi prepričevanju javnosti, da je varna,« pravi nekdanja namestnica informacijskega pooblaščenca Rosana Lamut Strle.²² Seveda se upravičeno sprašujemo tudi to, kakšne ukrepe naj sprejme mednarodna skupnost, da ne bi preveč posegali v človekovo zasebnost. Gre za vprašanje, kako najti ravnotežje med svobodo posameznika in njegovo varnostjo?

Eden spornih ukrepov je izmenjava podatkov o letalskih potnikih (PNR). Gre za množični nadzor nad letalskimi potniki, ki pa nima pravega učinka. Evropski parlament je pred štirimi leti že razpravljal o ustrezni direktivi, ki pa je ni sprejel. Določala je, da bi o letalskih potnikih zbirali in zbrali kar šestdeset (60) podatkov. Evropska komisija je sedaj pristala na 42 podatkov, še vedno pa je v zraku vprašanje, ali ne gre le za željo oblati po korenitejšem nadzoru družbe in ali so taki podatki sploh nujni za preprečevanje letalskega terorizma. Stvari postajajo zapletene tudi na mednarodnem nivoju. Evropsko sodišče za človekove pravice razsoja v primeru Sporazuma med Kanado in Evropsko unijo o PNRT. Več bo o tem znano pred letošnjim poletjem.

Ob tem pa nam iz Evropskega parlamenta že signalizirajo, da se Evropa sistemu PNR ne bo mogla izogniti.²³

Adria Airways podatkov o potnikih (zaenkrat) ne pošilja nikamor! Zanje velja interni pravilnik o varovanju osebnih podatkov. Če jih pristojni organi žele pogledati, lahko to storijo. Znano je, da imajo rezervacijski zapis z osnovnimi podatki o letalskih potnikih vsi prevozniki. Podatke o letalskih potnikih zbirajo na letališčih (skeniranje potnikovega dokumenta). Brez tega letalo sploh ne more odleteti. Velika Britanija in Sovjetska zveza podatke o letalskih potnikih zahtevata že pred odletom letala. Vse kaže, da bo Evropska unija težave rešila z enotno evropsko ureditvijo in opustila ureditev, ki bi bila bolj krpanka 28 sistemov (držav članic EU) z vsemi pomanjkljivostmi.

Iz dokumentov diplomatske konference je mogoče ugotoviti,²⁴ da je bila delegacija Republike Slovenije sicer prisotna v Pekingu, ni pa podpisala Pekinške konvencije in Protokola. Zato tudi ratifikacije še ni. Obeh mednarodnopravnih aktov še prevedla ni! Dela bo še veliko in potrebno bi bilo spremeniti tudi slovenski Kazenski zakonik ter uzakoniti nova kazniva dejanja, ki jih prinašata Pekinška konvencija in protokol.

All equal - All suspicious - Control over airline passengers - Fight against terrorism in aviation

Summary: On September 10, 2010, the Diplomatic Conference on Air Law, organized under the auspices of the International Civil Aviation Organization (ICAO), adopted two international legal acts, namely, The Beijing Convention and The Beijing Protocol. The Beijing Convention and The Beijing Protocol update the existing counter-terrorism law in the light of the terrorist attacks on September 11, 2001. The Beijing Convention provides sanctions for key new offences of using aircraft as a weapon, using weapons of mass destruction or dangerous substances against, on, or from an aircraft and transporting dangerous materials.

Key words: Beijing Convention, Beijing Protocol, Montreal Convention 1971, Haag Convention, PNR, Aviation Law, Counter-terrorist law.

²² R. L. Strle, op. cit., DELO, 17. 2. 2015.

²³ Glej Dnevnik, Aleš Gaube, Letalskim potnikom bi slekli podatkovne spodnjice zasebnosti, 29. 1. 2015.

²⁴ Final Act of the International Conference on Air Law, Beijing from 30 August to 10 September 2010; <http://en.wikipedia.org/wiki/Beijing-Conven>

Državna robotska tekmovanja za mlade v letu 2015

Janez POGORELC, Suzana URAN, Aleš HACE

V prispevku sta predstavljena razvoj in izvedba slovenskih državnih robotskih tekmovanj **RoboT**, **ROBOSled** in **RoboCup** v letu 2015, ki jih od leta 1999 organizira Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru v sodelovanju s srednjimi in osnovnimi šolami za slovenske osnovnošolce, srednješolce in študente. Za uspešno izvedbo tekmovanj je nujno izobraževanje tako mladih kot njihovih mentorjev na vseh nivojih, od učencev OŠ, dijakov SŠ in študentov, kar izvajamo v obliki tematskih delavnic in krožkov robotike.

■ 1 Uvod

V torek, 12. maja, je bila na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko (FERI) Univerze Maribor tradicionalna celodnevna prireditve Mariborski robotski izziv, ki združuje državna tekmovanja v robotiki za osnovnošolce, srednješolce in študente. Državno tekmovanje **ROBOSled** za osnovnošolce se tradicionalno izvaja skupaj z državnim tekmovanjem za študente in dijake **RoboT**. Že šestič smo organizirali odprto državno tekmovanje **RoboCupJunior Slovenija** za osnovnošolce in dijake srednjih šol. Tekmovanje **RoboCupJunior** se je izvajalo dvonivojsko (regijska in državno tekmovanje) in po pravilih svetovnega robotskega tekmovanja za leto 2015. Tekmovanje **RoboCupJunior** je potekalo v številnih raznolikih razredih, in sicer: **Reševanje črta** za osnovne in srednje šole, **Reševanje labirint**, **robotški Ples** za osnovne in srednje šole ter **robotški Nogomet**. Kot že v preteklih letih so se slovenskim ekipam **RoboCupJunior** na državnem tekmovanju 12. maja pridružile tudi odlične ekipe iz Avstrije, Hrvaške in Slovaške. Najboljše slovenske ekipe

Mag. Janez Pogorelc, univ. dipl. inž., doc. dr. Suzana Uran, univ. dipl. inž., izr. prof. dr. Aleš Hace, univ. dipl. inž., vsi Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

z letošnjega državnega tekmovanja so pridobile pravico do udeležbe na svetovnem robotskem tekmovanju **RoboCupJunior 2016**, ki bo predvidoma v Nemčiji.

Na letošnjem finalnem tekmovanju z mobilnimi roboti je v vseh kategorijah sodelovalo okrog 170 učencev OŠ (spremljalo jih je 74 mentorjev) in okrog 150 dijakov SŠ (spremljalo jih je 25 mentorjev). V predtekmovanjih po regijah so bile te številke še nekajkrat višje. V kategoriji **RoboT** so sodelovali tudi trije študenti. V šestnajstih letih se je na robotskih tekmovanjih po Sloveniji zvrstilo več tisoč osnovnošolcev, okrog 600 srednješolcev in okrog 100 študentov. Tekmovalci SŠ večinoma prihajajo iz srednjih strokovnih šol s programi Mehatronika, Elektrotehnika,

Računalništvo in vse več tudi iz tehniških in splošnih gimnazij.

■ 2 Tekmovanje v vožnji po labirintu RoboT 2015

Na državnem tekmovanju z mobilnimi roboti **RoboT 2015** se je v vožnji samostojno konstruiranih avtonomnih **mobilnih robotov po labirintu** (velikosti 2,5 x 2 m z več kot 15 m poti, slepimi hodniki in okrog 36 zavoji) pomerilo 31 dijaških ekip iz štirih srednjih tehniških strojnih, računalniških in elektrošol in med njimi tudi trije študenti FERi UM.

To je tudi najstarejše slovensko robotsko tekmovanje, ki se ga je v petnajstih letih udeležilo že okrog 100 študentov ter nad 400 dijakov



Slika 1. Dijak tekmovalca in navijača ob labirintu

in mentorjev iz celotne Slovenije in sosednje Hrvaške ter Avstrije.

Za lovorike tekmovanja **RoboT 2015** je štela boljša izmed dveh voženj. Najuspešnejšim trem tekmovalcem so bile podeljene svečane diplome, denarne in praktične nagrade sponzorjev. Najhitrejši je bil študent FERI UM **Aleš Stojak** s časom 22,47 s, sledila pa sta mu dijaka ŠC Ptuj – ERŠ – **Jan Dominc** in **Tomaz Šešerko**.

Tradicionalno so se najbolj vztrajni dijaki srednjih šol že enajstič pomerili tudi za lovoriko **RoboLiga 2015** (finalno tekmovanje v seriji Slovenske robotske lige), kajti pred tem so bila že izvedena tekmovanja: 17. aprila v ŠC Velenje **RoboERŠ** in 23. aprila v TŠC Nova Gorica **RoboMiš**. Za lovoriko **RoboLiga 2015** sta štela oba teka skupaj, kar smo točkovali v skladu s pravili in temu prištelili točke prvih dveh tekem. Zmagovalec v seštevku vseh treh tekem (skupno 6 voženj) je bil **Tine Masič**, ŠC Nova Gorica – ERŠ, ki je v dosegel 225 točk.

■ 3 ROBOSled 2015 – robotsko tekmovanje za osnovnošolce

ROBOSled je robotsko tekmovanje za osnovnošolce, pri katerem morajo ekipe učencev zgraditi mobilnega robota in z njim tekmovati v vožnji po progi, označeni s črno črto na beli podlagi. Zmaga robot, ki najhitreje prevozi progo. Učenci se pri gradnji robota seznanijo z različnimi elektronskimi in mehanskimi oziroma mehatronskimi komponentami. V procesu gradnje robota se naučijo tudi spajkanja elektronskih komponent, mehanskega sestavljanja in vrtanja. **ROBOSled** je tako v prvi vrsti uvod v izobraževanje na interdisciplinarnem področju mehatronike. Cilj tekmovanja je spodbujanje spoznavanja gradnje, delovanja in raziskav robotov med osnovnošolci in osnovnošolskimi učitelji. Tekmovanje se v osnovni šoli navezuje na fiziko in predmete s področja tehnike.

Letos smo državno tekmovanje **ROBOSled** organizirali v dveh ra-

zredih: **DIRKAČ** in **POZNAVALEC**. V razredu **DIRKAČ** zmaga robot, ki tekmovalno progo, označeno s črno črto na beli podlagi, prevozi v najkrajšem času. V razredu **POZNAVALEC** se učenci OŠ pomerijo v poznavanju zgradbe in delovanja mobilnega robota, ki so ga zgradili.

V letu 2015 je izvedbo regijskih predtekmovanj **ROBOSled**, v katerih se tekmovalne ekipe kvalificirajo za tekmovanje na državnem finalu, podprlo 11 tehniških srednjih šol po vsej Sloveniji. Seznam vseh sodelujočih tehniških srednjih šol je objavljen na spletni strani <http://www.robotum.um.si>. Vsem tehniškim srednjim šolam se za izvedbo robotskih predtekmovanj najlepše zahvaljujemo. Vodjem tekmovanj smo zato podelili priznanja.

Na zaključnem državnem tekmovanju **ROBOSled 2015**, ki smo ga organizirali v torek, 12. 5., na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru, je letos sodelovalo 36 tekmovalnih ekip s 63 tekmovalci iz 27 osnovnih šol iz vse Slovenije. Poleg samogradnih robotov se je tekmovanju tudi letos pridružilo še nekaj navdušenih ekip **LEGObum**, ki sestavijo mobilnega robota iz LEGO sestavljanke.

Na tekmovanju **ROBOSled 2015** je bila v razredu **DIRKAČ** najuspe-

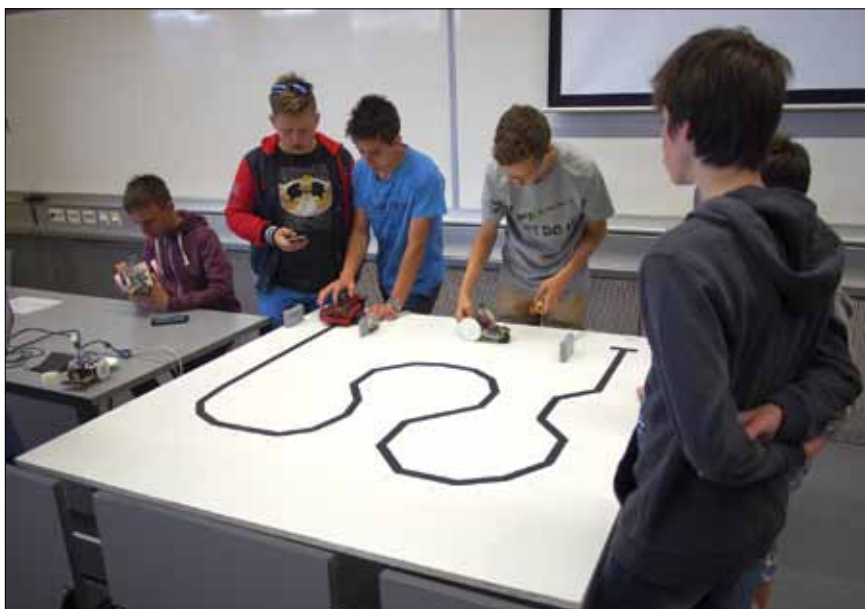
šnejša ekipa OŠ Milojke Štrukelj iz Nove Gorice, v razredu **POZNAVALEC** pa prva ekipa OŠ Drska iz Novega mesta.

V letu 2015 so se tekmovalne ekipe podobno kot že v letu 2013 in 2014 potegovale tudi za **glavno nagrado ROBOSled**, pri kateri so se upoštevali vsi doseženi rezultati tekmovanja. **Glavno nagrado ROBOSled 2015** je osvojila ekipa OŠ Milojke Štrukelj iz Nove Gorice.

Čeprav smo na tekmovanju nagradili zgolj tiste tekmovalne ekipe, ki so se uvrstile na prva tri mesta v posameznem razredu, in pa najboljšo ekipo na tekmovanju, je seveda potrebno pohvaliti tudi vse ostale tekmovalce. Še posebej pa je potrebno izpostaviti tudi mentorje mladih tekmovalcev, ki pomagajo svojim učencem pri pripravi na tekmovanje z mobilnimi roboti, ki nas vsako leto bolj presenečajo s tehnološko dovršenostjo, saj s tem med našimi najmlajšimi popularizirajo robotiko, mehatroniko in tehniko nasploh, kar je dejansko tudi cilj naših robotskih tekmovanj.

■ 4 Državno tekmovanje RoboCupJunior Slovenija 2015

Tekmovanje **RoboCupJunior Slovenija** je sestavni del svetovnega



Slika 2. Priprave na dirko **ROBOSled** v predavalnici G2-ALFA UM FERI



Slika 3. Tekmovalni areni za tekmovanje Reševanje črta (levo arena za OŠ, desno arena za SŠ)

robotskega tekmovanja za osnovnošolce in srednješolce. Tekmovanje **RoboCupJunior** ima zelo raznolike razrede tekmovanja: **reševanje**, **ples** in **nogomet**.

Tekmovanje **RoboCupJunior Reševanje** ima dve različici **Reševanje črta** in **Reševanje labirint**. Skupno obema je, da tekmovalna arena predstavlja prizorišče nesreče, na primer porušeno zgradbo po potresu. Naloga robota je reševanje žrtev. Pri **Reševanju črta** je pot, po kateri mora peljati robot po areni (slika 3), označena s črno črto na beli podlagi. Med vožnjo po areni mora robot uspešno prevoziti križišča, premagati občasne prekinitve črte, ovire, ki jih mora prevoziti ali zaobiti ter rešiti žrtve (srebrne kro-

glice) na evakuacijsko točko (črn trikotnik). Nevarnosti, ki jih med vožnjo premaga robot, se točkujajo. Zmaga ekipa, katere robot zbere med vožnjo, ki je časovno omejena, največje število točk. Osnovnošolci in srednješolci tekmujejo ločeno.

Na državnem tekmovanju **RoboCupJunior Reševanje črta 2015** za OŠ se je pomerilo 32 slovenskih osnovnošolskih ekip (100 tekmovalcev), ki so se na državno tekmovanje uvrstile kot najboljše ekipe regijskih predtekmovanj. Tudi slovenske srednješolske ekipe (22 ekip, 74 tekmovalcev) so se na državno tekmovanje **RoboCupJunior Reševanje črta** za SŠ uvrstile na osnovi uvrstitve na regijskih tekmovanjih. Osnovnošolcem so se pridružile tri hrvaške eki-

pe in ena avstrijska. Srednješolcem pa so se na tekmovanju pridružile tri hrvaške ekipe in štiri avstrijske.

Na državnem tekmovanju **Reševanje črta za OŠ** je bila najuspešnejša ekipa HACK3RS z OŠ Rudolfa Maistra v Šentilju, ki sta ji sledili ekipa WALLE z OŠ Bogojina ter ekipa VOKLANCI OŠ Šenčur.

Med srednješolskimi ekipami na državnem tekmovanju **Reševanje črta za SŠ** so bile letos najuspešnejše kar tri ekipe iz TŠC Maribor, Srednja strojna šola, ki so zasedle prvo, drugo in tretje mesto. Najboljša je bila ekipa KOULA, sledila ji je ekipa DEMO 9, tretje mesto pa je zasedla ekipa TVOJ ATA.

Takoj za ekipami TŠC Maribor so se uvrstile ekipe ŠC Celje, Gimnazije Lava. Lani je ekipa ŠC Celje, Gimnazija Lava osvojila prvo mesto, zato letos potuje na svetovno tekmovanje RoboCupJunior na Kitajskem. Znanje robotike dijakov ŠC Celje, Gimnazije Lava, je že toliko napredovalo, da so si letos za sodelovanje na svetovnem tekmovanju na Kitajskem zgradili samogradni robot. Mentorja ekip ŠC Celje sta Karmen Kotnik in Tomislav Viher.

V veliko veselje nam je, da so se slovenskim ekipam na tekmovanju RoboCupJunior Reševanje črta pridružile štiri avstrijske ekipe Gimnazije Kepler iz Gradca in tri hrvaške ekipe, ki so tudi gimnazijske. Tako je bila



Slika 4. Ekipe TŠC Maribor, Srednja strojna šola, z mentorjem Alešem Smoletom, ki so se letos na državnem tekmovanju odlično odrezale (levo), ekipa Gimnazije Kepler iz Gradca med tekmovalno vožnjo robota (desno)



Slika 5. Ekipe ŠC Celje, Gimnazija Lava (levo), ki se vsakič prizadevno pripravljajo za sodelovanje na državnem tekmovanju RoboCupJunior, in ekipa MindGears s svojim samogradnim robotom (desno)

na odprtem državnem tekmovanju RoboCupJunior Slovenija 2015 polovica sodelujočih ekip gimnazijskih, druga polovica ekip pa je prihajala s strokovnih tehniških šol.

Pri tekmovanju **Reševanje labirint in CoSpace** so prvenstvo ponovno prevzele ekipe Srednje elektro-računalniške šole v Mariboru.

Za tekmovanje **RoboCupJunior** v razredu **Ples** mora ekipa sama zgraditi robota, sebi in robotu izdelati kostume in sceno za nastop, izbrati glasbo in pripraviti koreografijo ter izvesti nastop z robotom. Na državnem tekmovanju je v letu 2015 sodelovalo sedem ekip, od tega šest osnovnošolskih in ena srednješolska (32 tekmovalcev).

Na državnem tekmovanju **Ples** je med osnovnimi šolami zasedla prvo mesto ekipa Osnovne šole narodnega heroja Rajka iz Hrastnika. Drugo mesto je zasedla ekipa France 1 z Osnovne šole Franceta Prešerna v Kranju, tretje mesto pa ekipa odličnih deklet Velikonedeljski znanstveniki z Osnovne šole Velika Nedelja. Med srednjimi šolami je v robotskem plesu brez konkurence zmagala ekipa Orient-dih iz Dvojezične srednje šole v Lendavi.

Med odprtimi državnimi tekmovanji **RoboCupJunior** Slovenija 2015 velja še posebej omeniti tekmovanje **RoboCupJunior Nogomet**, saj so na njem tekmovali v robotskem nogometu ekipe iz štirih držav. Dve slovenski ekipi (obe ŠC Ptuj, Elektro

in računalniška šola), dve hrvaški, dve avstrijski (z Gimnazije Kepler v Gradcu) in ena slovaška ekipa. Mentor obeh slovenskih ekip je Sandi Rihtarič. Roboti, ki so jih zgradili člani ekip ŠC Ptuj, Elektro in računalniška šola, za robotski nogomet so samogradni, imajo štiri vsesmerna kolesa, ki jih poganjajo enosmerni motorji. Sami so zgradili ogrodje robota, kolesa in H-mostiček za napajanje enosmernih motorjev in zobniške prenose. Razen senzorjev za zaznavanje belih črt nogometnega igrišča so opremljeni tudi z žiroskopom in kompasom. Roboti se krmilijo s pomočjo mikrokrmilnikov Arduino.

Slovenski srednješolski ekipi ŠC Ptuj, ERŠ NoWo, na državnem tekmovanju **RoboCupJunior Nogomet** nista imeli konkurence, zato sta zasedli 1. mesto v razredu lahkih robotov za igranje nogometa

in v odprti ligi. Zaradi majhnega števila robotskih nogometnih ekip (tudi na avstrijskem tekmovanju se jih je zbralo največ 6), se te pogosto srečajo. Zato sta se ekipi Elektro in računalniške šole ŠC Ptuj udeležili avstrijskega, hrvaškega in slovaškega tekmovanja RoboCupJunior v robotskem nogometu.

Nagrade za tekmovanje **RoboCupJunior** sta prispevali podjetje LEGAMA in HTE, d. o. o.

■ Zaključek

Robotska tekmovanja omogočajo:

- primerjavo tekmovalcev/ekip znotraj države na državnih tekmovanjih,
- primerjavo tekmovalcev/ekip na mednarodnem nivoju na mednarodnih tekmovanjih in



Slika 6. Ekipi ŠC Ptuj, Elektro in računalniška šola, in ogrodje robota za igranje robotskega nogometa

- določitev zmagovalcev oziroma najboljših treh tekmovalcev/ekip ter podelitev priznanj za uspeh.

Vendar zgoraj naštetih cilji niso edini cilji, ki jih zasledujejo robotska tekmovanja.

Na področju robotskih tekmovanj je olimpijsko vodilo tekmovanj razširjeno z željo po novih znanjih in se glasi: »**Pomembno je sodelovati, se naučiti čim več novega in ne zmagati.**« To pomeni, da je cilj robotskih tekmovanj spodbujanje izvirne gradnje robota in aktivno učenje ob tem, ko se trudimo zgraditi nov, boljši robot po svoji izvirni zamisli. Sam dogodek – tekmovanje – naj bi bil v prvi vrsti priložnost za srečanje, primerjanje in izmenjavo izkušenj, pridobljenih pri gradnji robota. Želja po gradnji čim boljšega in izvirnega robota daje sodelujočim vzpodbudo za aktivno osvajanje novih znanj in vseživljenjsko

učenje. Sama narava robotskega tekmovanja postavlja okvire za projektno delo. Gradnja robota je projekt, ki se mora zaključiti na datum tekmovanja. Ta določa rok zaključka projekta. Mnoga svetovna robotska tekmovanja spodbujajo sodelovanje in skupinsko delo s tem, da lahko na tekmovanjih sodelujejo samo ekipe tekmovalcev. Opisane značilnosti robotskih tekmovanj se pokrivajo s pričakovanji družbe znanja, zato predstavljajo robotska tekmovanja odlično pripravo vsakega udeleženca tekmovanja na uspešno uveljavljanje v družbi znanja.

Robotska tekmovanja pogosto dopolnjujejo delavnice za tekmovalce in njihove mentorje, ki omogočajo hitro prenašanje novih znanj na vse sodelujoče.

Razen doslej naštetega pa robotska tekmovanja s srečanjem ekip in izmenjavo pridobljenih izkušenj

omogočajo tudi sledenje odprtim raziskovalnim problemom s področja tekmovanja in spremljanje trenutnega stanja razvoja področja tekmovanja.

Ne nazadnje robotska tekmovanja prav gotovo spodbujajo mnoge učence osnovnih šol, da se odločajo za nadaljevanje šolanja v eni od tehniških strok. Podobno velja za maturante splošnih gimnazij, da se večja delež tistih, ki nadaljujejo študij na eni od tehniških fakultet na programih mehatronika, elektrotehnika in strojništvo.

Vsi rezultati, fotografije, videoposnetki in medijski odzivi za zadnje tekme kot tudi za prejšnje tekmovanje **RoboT** so na voljo na www.ro.feri.um.si/tekma/, za ostala tekmovanja razredov **ROBOsled** in **RoboCupJunior** pa na www.robotbum.um.si.

I PRO ING d.o.o.

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

**LINCOLN
ELECTRIC**

Nederman

MERKLE

**walther
präzision**
Quick Coupling Systems

V SODELOVANJU Z NAJBOLJŠIMI



Servis varilne opreme

Pooblaščen zastopnik za Slovenijo:

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

Ventil za krmiljenje pretokov VZQA

Ventil VZQA je namenjen za krmiljenje toka različnih medijev, med njimi so tudi granulati, lepljive tekočine, umazane tekočine, zelo viskozni in abrazivni mediji. Je skoraj brez uporov, se ne zamaši, enostaven za čiščenje in brez mrtvih prostorov. V osnovi je 2/2 dušilni ventil z elastičnim cevničnim vložkom, ki ga stiska krmilni zrak. Pogosto se imenuje tudi stiskalni ventil.

Ventil odlikujeta kompaktna izvedba in modularna gradnja z dolgo življenjsko dobo, je enostaven za inštalacijo, vzdrževanje in čiščenje. Primeren je za krmiljenje pretokov tudi zelo grobih materialov.

Sestavne dele je mogoče enostavno zamenjati brez posebnih pripomočkov, elastični krmilni vložek prenese do milijon preklapov.

Ventil VZQA za krmiljenje pretokov različnih medijev je sedaj na voljo tudi v izvedbi normalno zaprt (NC) oziroma normalno odprt (NO).

Vir:
FESTO, d. o. o. Blatnica 8, 1236 Trzin
tel.: 01 530 21 00, faks: 01 530 21 25
info_si@festo.com, www.festo.com
g. Bogdan Opaškar



Tehnični podatki:

	VZQA normalno zaprt	VZQA normalno odprt
Velikost	DN15	DN 6, DN15, DN25 (načrtovan DN 50)
Priključek	G 1/2", NTP 1/2"	G-navoji, NTP-navoji
Tlak medija	od 0 do 6 bar	od 0 do 4 bar
Okrov in pokrovi	aluminij, nerjavno jeklo	aluminij, nerjavno jeklo, PDM (polimer)
Material membrane	EPDM (načrtovani NBR, silikon, EPDM-FPM)	NBR, EPDM, silikon



NEPOGREŠLJIV VIR INFORMACIJ ZA STROKO

VSAKA DVA MESECA
NA VEČ KOT
140 STRANEH



Vodnik skozi množico informacij

- proizvodnja in logistika • obdelava nekovin • orodjarstvo in strojogradnja
- vzdrževanje in tehnična diagnostika • varjenje in rezanje • napredne tehnologije

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

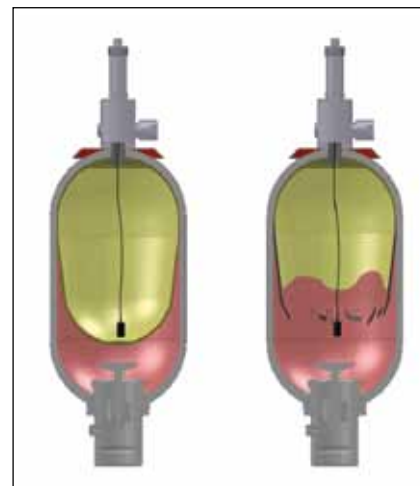
Sistem za zaznavanje poškodb meha v hidravličnih akumulatorjih – BIS

Hidravlični akumulator je sestavljen iz jeklenega ohišja, v katerem je hidravlična tekočina, in meha iz elastomera, v katerem je dušik. Med delovanjem hidravličnega sistema je meh zaradi sprememb temperature in tlaka obremenjen in zato lahko pride do njegove poškodbe.

Do sedaj nadzor poškodb hidravličnih mehov ni bil mogoč. Preverjanje njihovega stanja, še posebno pri akumulatorskih postajah, sestavljenih iz več akumulatorjev, je bilo dolgotrajno in delovno intenzivno. V podjetju Hydac so zato razvili nov izdelek, imenovan **Bladder Integrity System – BIS**, sistem za nadzor zloma oziroma poškodbe meha. BIS je sestavljen iz meha, adapterja in krmilne elektronike. Če pride do poškodbe meha in s tem vdora hidravlične tekočine v meh, sistem to zazna in pošlje krmilni signal. Tako se zmanjša čas izpada stroja, saj se izpad akumulatorja opazi takoj, tudi vzdrževalna dela se lahko natančneje načrtujejo. Istočasno je možno meriti tudi tlak in temperaturo, kar prinese dodatne prednosti, saj lahko zelo natančno določimo p_0 .



Hidravlični akumulator z dograjenim indikatorjem poškodbe meha



Shema sistema BIS

Možno je naročiti nove hidravlične akumulatorje s sistemom BIS ali pa z njim opremiti stare. Na voljo so tudi verzije za hidravlične akumulatorje drugih proizvajalcev.

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



TEHNOLOŠKI PARK LJUBLJANA
01

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

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

Virtualizacija toka blaga s tehnologijo RFID v proizvodnji pri Boschu

Na poti k vzpostavitvi mrežnih proizvodnih procesov je glavni podarek na spremljanju dejanske proizvodnje in logističnih procesov. Zahvaljujoč zadnjim dosežkom na področju informacijskih tehnologij (IT) je mogoče te procese praktično preslikati v virtualno okolje.



S pomočjo tehnologije RFID so pri Boschu sposobni samodejno beležiti podatke o statusu izdelkov ali transportnih zabojnikov. Ti podatki se lahko prenašajo v realnem času izven notranjega omrežja podjetja, kar pri Boschu omogoča racionalizacijo na vseh področjih njihovih proizvodnih in dobavnih mrež.

Virtualna prezentacija sistema kanban – Sistem kanban se običajno uporablja v končni fazi proizvodnje. Če v tej fazi raven zaloge zaostaja za določeno minimalno vrednostjo, se

pošlje ustrezno sporočilo v nabavno, proizvodno enoto ali skladišče, kjer se lahko pripravi nov material. Kartice kanban kot del tega procesa zagotavljajo, da se informacija o porabi prenese naprej. Takoj, ko zmanjka nekega materiala, se kartica postavi v škatlo za zbiranje. Kartice se redno zbirajo in razpošiljajo na enote, kjer so odgovorni za pripravo zahtevanega materiala. V preteklosti so se informacije o toku fizičnega materiala vnašale v sistem informacijskih tehnologij ročno, kar je zahtevalo veliko časa in truda. Na tak način se vedno pojavljajo napake pri vnosu, podatki v sistemu niso dovolj posodobljeni, pretok informacij ni sinhroniziran z materialnim tokom blaga. Vendar se je, zahvaljujoč tehnologiji RFID in programski opremi za proces prenosa podatkov, vse to spremenilo. Za podporo tega procesa je vsaka kartica kanban opremljena s transponderjem.

Tehnologija RFID za zapisovanje podatkov brez napak – Na začetku so v podjetju Bosch v več svojih obratih po svetu uporabljali transponderje z visokofrekvenčno (HF) tehnologijo. Ena od uporabljenih rešitev je bila tudi SICK-ova bralno-zapisovalna enota RFH620. Nato se je Bosch odločil vlagati v tehnologije z ultravisokimi frekvencami (UHF) kot odgovor na vedno večje zahteve, kot so povečane razdalje zaznavanja, bolj prilagodljiva uporaba in standardizacija kot del javno financiranega projekta avtomobilskega omrežja na osnovi tehnologije RFID (RAN). Danes ta tehnologija določa standarde za vse na novo nameščene aplikacije znotraj skupine Bosch. Bosch je uspešno uporabil tehnologijo RFID s SICK-ovim sistemom RFU630 tudi za

druge logistične aplikacije, kot je na primer proces strege z materiala.

Neposreden prenos podatkov v SAP – Bosch v prihodnosti načrtuje za svoje potrebe uporabo RFU620 kompaktne bralno-zapisovalne naprave UHF RFID v vseh proizvodnih in logističnih procesih. Bralna enota je nameščena na policah, kjer zazna kartico kanban med procesom premikanja materiala in po vmesni opremi neposredno posreduje podatke v sistem SAP. Na tak način se generira signal za dopolnitev zalog v realnem času takoj, ko se material porabi, hkrati pa poteka postopek za preverjanje podatkov. Vsi potrebni ukrepi v SAP-u, kot je sprememba statusa, sprememba zaloge, dokumentiranje materiala, izdaja potrdila, ... potekajo avtomatsko. Tako je enota RFU620 soočena z zelo zahtevno nalogo. Za vzpostavitev dobre baze podatkov mora biti postopek zapisovanja preprost in zanesljiv. Jasno vidne signalne LED na senzorju RFID zagotavljajo uporabniku povratno informacijo takoj, ko je bila preverjena verodostojnost procesa SAP. Sistem ne zamenjuje kartic kanban, ampak zagotavlja preslikavo 1 : 1 v sistem SAP, kar omogoča virtualno preslikavo in spremljanje celotnega procesa v realnem času. To ne vodi le k bistveno bolj učinkovitim procesom, temveč znižuje tudi raven zalog in celo poveča razpoložljivost skladiščnega prostora.

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

POSVET

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2015 - ASM '15

2. decembra 2015

na Gospodarski zbornici Slovenije v LJUBLJANI

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

Korak k popolni integraciji varnostne tehnike v avtomatizacijo – varnost NX

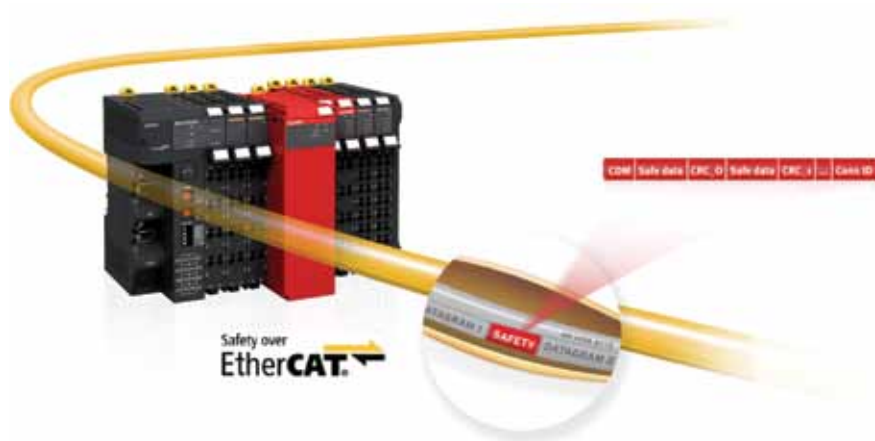
Z nadzornimi varnostnimi moduli V/I serije NX v kombinaciji s krmilniki strojev Sysmac NJ je OMRON postavil nov mejnik in napravil odločilen korak k popolni integraciji varnostne tehnike v avtomatizacijo. Poleg že integrirane logike, nadzora gibanja in sistemov strojnega vida je v eno programsko orodje (Sysmac Studio), omrežje (EtherCAT) in v enoten nadzorni sistem (krmilnik stroja Sysmac NJ) sedaj integrirana tudi varnost.

ko dodajo v že obstoječo mrežo EtherCAT s pomočjo programske opreme (Sysmac Studio), ki zelo poenostavi začetno sistemsko oblikovanje, postavitve in vzdrževanje aplikacije. Tako se lahko graditelji strojev in programerji osredotočijo na izboljšanje učinkovitosti in varnosti svojih strojev in izgubijo manj časa s konfiguracijo sistema.

Sysmac integrirana varnost – Integrirana varnost platforme Sysmac

skim standardom IEC 61131-3. Na voljo so namenski funkcijski bloki za izdelavo naprednih varnostnih funkcij. Kombinacija Omronovega integriranega sistema varnosti in komponent varnostne tehnike (varnostnih stikal, varnostne senzorike, ...) ima veliko prednost za graditelje strojev, saj Omron kot dobavitelj ponuja ne le komponente, temveč tudi rešitve in storitve, vključno z varnostjo za manjše in velike stroje ter naprave.

Povečana varnost in izboljšana produktivnost – Arhitektura Sysmac in novi varnostni krmilnik NX v kombinaciji z novim sistemom modulov NX V/I in krmilnikom stroja Sysmac NJ bo pomagal povečati varnost strojev in prispeval k izboljšanju produktivnosti.



Varnost preko omrežja EtherCAT – Varnostni krmilnik NX in oddaljeni varnostni moduli V/I se lah-

je primerna za najvišje zahteve gradnje aplikacij in je v skladu s SIL3 ISO-13849-1, IEC61508 in program-

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



Novi varnostni moduli G9SE – vsestranski, kompaktni in hitro namestljivi

Podjetje Miel predstavlja tri različne varnostne module G9SE z zelo ozkim ohišjem in dobro dostopnim terminalom za brezvijačno ožičenje, kar skrajša čas montaže za več kot 50 %. Varnostni moduli izpolnjujejo vse zahteve za varnost, zagotavljajo tudi različne konfiguracije varnostnih izhodov z dodatno nastavljivo



zakasnitvijo. Vsi so združljivi z različnimi varnostnimi elementi, kot so stikala za zasilni izklop, varnostna stikala za vrata in fotoelektrični senzorji. Na ohišju so zelo dobro vidni LED-indikatorji za prikaz delovanja.

Druga ključna značilnost modulov G9SE je hiter odzivni čas – največ 15 ms.

Moduli G9SE imajo do štiri varnostne izhode z nazivnim tokom 5 A in dodatni pomožni PNP-tranzistor-ski izhod. Tipične aplikacije G9SE so eno- ali dvokanalne funkcije za hitro zaustavitev, spremljanje položaja varnostnih vrat, prekinitev varnostnih svetlobnih zaves, ...

Model G9SE-201 je širok samo 17,5 mm in ima dva varnostna izhoda – eden najožjih modulov na trgu. Za aplikacije, kjer je zahtevanih več iz-

hodov, je na voljo model G9SE-401 s širino 22,5 mm in štirimi varnostnimi izhodi.

Model G9SE-221-T (širok 22,5 mm) ima dva varnostna izhoda in dva dodatna izhoda z možnostjo zakasnitve. Na voljo so v različicah z zakasnitvijo do 5 ali do 30 sekund. V obeh različicah lahko uporabnik nastavlja zakasnitev v 16 korakih.

Serijski varnostni moduli G9SE v celoti izpolnjuje številne evropske in svetovne varnostne standarde, vključno z EN ISO13849: 2008 PLe varnost s kategorijo 4, IEC/EN 60947-5-1/EN 62061 SIL 3, UL508, CAN/CSA C22.2 št 14. Skladni so tudi z EN81-1 in EN81-2, kar jim omogoča uporabo v dviznih aplikacijah.

Vir:

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

Pnevmatični ventili Parker Viking Lite

Parker Hannifin divizija PDE (Pneumatic Division Europe) predstavlja razširjeno ponudbo pnevmatičnih ventilov serije Viking Lite. Njihov razvoj je temeljil na potrebah kupcev.

Serijski pnevmatični ventili Viking Lite zagotavlja visoko zmogljivost po razumni ceni. Ventili se izdelujejo v treh velikostih (G1/8, G1/4 in G3/8), imajo kompaktno konstrukcijo in so namenjeni za širok spekter industrijskih aplikacij.

Telo ventila je izdelano iz anodizirane aluminija in je odlično odporno na korozijo.

Kot vsaka učinkovita rešitev uporaba ventilov Viking Lite prispeva k zmanjšanju stroškov investicije, vzdrževanja in časa popravil.



Ventili delujejo pri tlaku do 10 bar, pri temperaturi okolice od -10 °C do 50 °C in imajo življenjsko dobo 10 milijonov ciklov obratovanja.

Poleg vgradnje posameznega ventila serija Viking Lite omogoča upo-

rabnikom dodatno vgradnjo na blok s skupnimi kanali za priključke 1, 3 in 5, kar pomeni enostavno rešitev pri uporabi več ventilov, in sicer od 2 do 14.

Vgradnja na priključno letev s skupnim napajanjem in možnostjo namestitve glušnika na izhodnem priključku vsakega ventila za posamezno prilagoditev hitrosti pnevmatskega valja ali zračnega motorja je naslednja možnost. Priključne letve so na voljo v različnih velikostih z možnostjo vgradnje od 2 do 10 ventilov.

Vir:

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

Vijačni kompresorji in kompresorske postaje

Podjetje OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana spada med največje in najuspešnejše ponudnike na področju stisnjenega zraka tako v Sloveniji kakor tudi na svetovnih trgih. Prizadevajo si dosledno upoštevati potrebe in želje strank z inovativnimi in kakovostnimi izdelki ter naprednimi sistemskimi rešitvami, ki so hkrati tudi energetsko učinkovite. Kompresorji in kompresorske postaje so natančno prilagojeni potrebam proizvodnje, z individualnim pristopom in celovitim obravnavanjem potreb naročnikov zagotavljajo velik izkoristek energije, nizke stroške vzdrževanja, visoko stopnjo zanesljivosti in primerno kakovost stisnjenega zraka.

Področje vijačnih oljno mazanih kompresorjev delijo glede na industrijsko panogo oziroma specifične zahteve investitorja na tri programe: *OMEGA AIR – profesional*, *OMEGA AIR – industrija* in *program vijačnih kompresorjev Gardner Denver*.

Program OMEGA AIR – profesional vključuje tehnološko napredne kompresorje, ki so bili razviti za uporabo pri majhnih in srednje velikih uporabnikih.

Modularno grajen sistem omogoča različne konfiguracije. Izbirati je mogoče med različnimi zgradbami kompresorjev:

- vijačni kompresorji s konstantno hitrostjo motorja moči 2,2–90 kW,
- vijačni kompresorji s frekvenčno regulacijo motorja (prilagajanje kapacitete) moči 11–45 kW,
- kompresorji z direktnim ali jermenskim prenosom moči,
- vijačni kompresorji, nameščeni na tlačni posodi,

- vijačni kompresorji z integriranim sušilnikom in mikrofiltracijo,
- vijačni kompresorji z integriranim sušilnikom in mikrofiltracijo ter tlačno posodo.

Visoko učinkovitost in zanesljivost pridobivanja stisnjenega zraka zagotavlja majhna hitrost zraka na konicah rotorja vijačnega elementa.

Zračno hlajeni hladilnik olje/zrak je nameščen horizontalno. Hladilnik je izdelan iz lahkega aluminija za najzahtevnejše pogoje z visoko zmogljivostjo izmenjave toplote ($\Delta T = 8/10 \text{ }^\circ\text{C}$). Termostatski nadzor delovanja ventilatorja zagotavlja nižjo porabo energije. Optimalno hlajenje kompresorja zagotavlja nizek temperaturni režim delovanja, ki omogoča večji izkoristek pri pridobivanju stisnjenega zraka in zmanjšuje porabo energije.

Kompresorji so gnani s kakovostnim pogonskim motorjem, ki je energijsko učinkovit z IE3, IP 55 ter termično zaščiten. Ima optimiziran

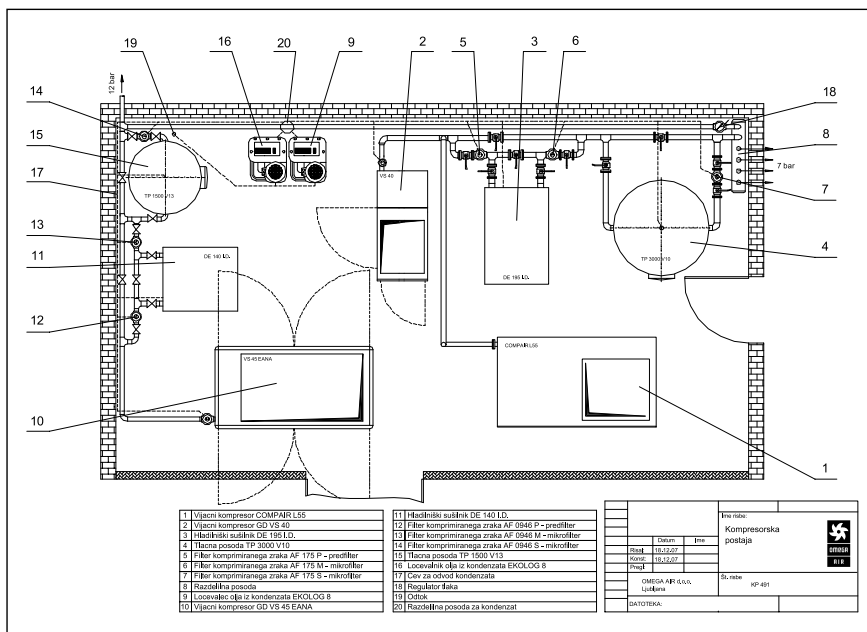
navor, izkoristek in moč za neomejeno število zagonov in ustavitvev.

Značilnost kompresorjev v tem programu sta še minimalen prostor za montažo in dostopnost do elementov za redna vzdrževalna dela. Imajo večstopenjski sistem separacije v kombinaciji s ciklonsko separacijo in filtracijo oljnih aerosolov iz zraka.

Mikroprocesorski krmilnik, združen z dodatnimi instrumenti, spremlja in varuje kompresor, prav tako pa tudi zagotavlja vizualizacijo stanja – delovanja kompresorja. Za enostavno povezavo z dodatno opremo je na voljo komunikacijski vmesnik RS485. Vse to zagotavljata napredna krmilna sistema »Air Smart« in »Air Basic«.

Učinkovit filter dovodnega zraka na sesalnem delu očisti zrak delcev do 3 μm in varuje kompresor pred potencialno škodljivimi delci v okoljskem zraku.

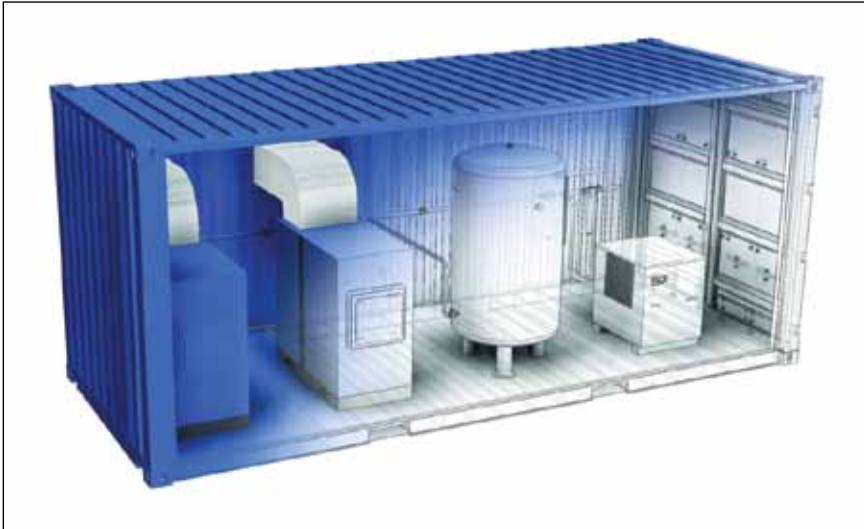
Ohišje je zvočno izolirano in zagotavlja nizke stopnje hrupa. Konstrukci-



Tehnična risba projekta kompresorske postaje

OMEGA AIR

Better air



Model kontejnerske kompresorske postaje

ja je neobčutiljiva na vibracije. Tečajji omogočajo demontažo vrat za enostaven dostop pri vzdrževanju.

Program OMEGA AIR – industrija uporablja serijo vijačnih kompresorjev »Strong« in »Save« moči 7,5–250 kW, ki so kakovostni, visoko energijsko učinkoviti in vzdržljivi. Zasnovani so za srednje in velike porabnike.

Kompresorji serije »Strong« imajo vijačni element, ki obratuje pri izredno nizkih vrtljajih. Izdelani so na osnovi dolgoletnih izkušenj v zahtevnih obratovalnih pogojih. Vgrajeni elementi – motor, vijačna enota, sesalni ventil loputa, elektroomara, krmilnik, hladilni sistem, separatorska posoda, ciklonski separator – so skrbno izbrani. Dobavljajo jih priznani evropski proizvajalci kompresorskih komponent.

Vijačni kompresorji s frekvenčno regulacijo hitrosti motorja serije »Save« so namensko zasnovani za potrebe nihajoče porabe stisnjene-ga zraka v proizvodnji. Energetske prihranke omogočajo:

- nadzor hitrosti motorja,
- konstantni tlakom omrežja 5–13 bar,
- ni koničnih obremenitev ob zagonu (mehek zagon motorja),
- ni delovanja v prostem teku,
- optimalna prilagoditev na spremembe tlaka in kapacitete.

Za **vijačne kompresorje nemškega proizvajalca Gardner Denver** je značilna uravnoteženost med

tehnologijo, učinkovitostjo in zmogljivostjo. To omogoča izpolnjevanje visokih zahtev po stisnjem zraku v sodobni industriji. Serija ESM, ESN in VS v območju 7,5–500 kW je konstruirana za 24-urno neprekinjeno obratovanje v kritičnih industrijskih procesih. Gardner Denver namenja večji poudarek:

- energetske učinkovitosti,
- nizki stopnji hrupa,
- naprednemu nadzornemu sistemu,
- kakovostnemu sistemu hlajenja,
- enostavnemu vzdrževanju.

Učinkovita kombinacija motorja, pogona in vijačnega bloka je zasnovana za zmanjšano specifično moč. Sistem samodejnega mazanja ležajev povečuje njihovo življenjsko dobo brez vzdrževanja. Z uporabo novega, večjega vijačnega bloka z optimizirano hitrostjo rotorja deluje kompresor bolj učinkovito in z nižjo stopnjo hrupa. To omogoča dodaten 8-odstotni prihranek energije.

Vsi vijačni kompresorji omogočajo integrirano ali ločeno izvedbo reku-peracijskega sistema izrabe odpadne toplote za industrijske procese in ogrevalne sisteme.

Servisna služba OMEGA AIR zagotavlja vzdrževanje 7/24 s popolno linijo nadomestnih delov za zastopane in tudi ostale blagovne znamke vijačnih kompresorjev.

www.omega-air.si



OMEGA AIR - MODULARNI



OMEGA AIR - PROFESIONAL



OMEGA AIR - INDUSTRIJA



GARDNER DENVER



OMEGA

AIR

OMEGA AIR d. o. o. Ljubljana

T +386 (0)1 200 68 00
F +386 (0)1 200 68 50

info@omega-air.si

Cesta Dolomitskega odreda 10
SI-1000 Ljubljana, Slovenia
www.omega-air.si

Komponente za avtomatizacijo obdelave in strege v kovinskopredelovalni industriji

Franc ŽABERL

■ 1 Uvod

Podjetje FANUC, ki ima svoj sedež ob vznožju gore Fudži na Japonskem (slika 1), je bilo ustanovljeno leta 1956, ko je pričelo proizvajati stroje z numeričnim krmiljenjem. Osnovni proizvodni program podjetja FANUC predstavljajo:

- CNC-krmilniki in komponente CNC-strojev (slika 2),
- industrijski roboti,
- specialni CNC-stroji, med njimi vertikalni obdelovalni centri, stroji za žično erozijo in stroji za brizganje plastičnih izdelkov.

Danes deluje v svetu preko 3,5 milijona FANUC-ovih CNC-krmilnikov, kar predstavlja 67-odstotni tržni delež. Glavni kupci komponent so priznani proizvajalci CNC-strojev, npr. Mori Seiki, Takisawa, Toyoda, Amada ...

Bolj kot na število izdelanih komponent so v podjetju ponosni na legendarno zanesljivost in robustnost svojih izdelkov. Podatek, da je 27,8 let povprečen čas, ko se na sistemu FANUC pojavi napaka, pove dovolj.

Na področju industrijskih robotov smo prišli do številke 350.000, v povprečju se ta vsak mesec poveča za dodatnih 5.000 enot.

■ 2 CNC-krmilniki in komponente

Podjetje FANUC ima v svojem proizvodnem programu dve skupini

Franc Žaberl, Fanuc Adria, d. o. o.,
Celje

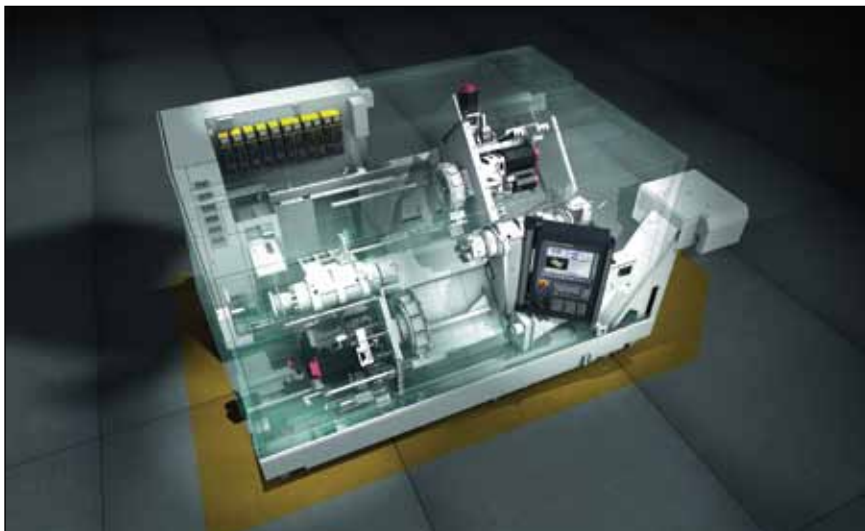


Slika 1. Proizvodni obrati podjetja FANUC pod goro Fudži

krmilnikov, ki zadovoljujejo številne zahteve in potrebe kupcev. To je serija CNC-krmilnikov 0i in serija 30i.

CNC-krmilniki in komponente serije 0i so namenjeni za primere, ko so

potrebne 4 servoosi, ki se gibljejo sinhrono. Uporabljajo se za stružnice, rezkalne, brusilne in prebijalne stroje ..., skratka povsod, kjer je potreben enostaven in poceni krmilnik, ki je kljub temu zanesljiv in robusten. Krmilniki so že v tovarni



Slika 2. FANUC-ovi CNC-krmilniki in komponente



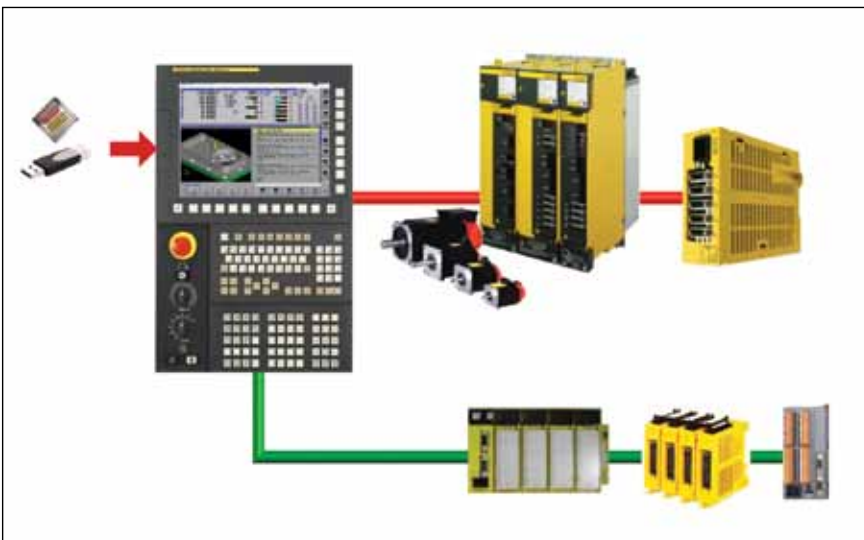
Slika 3. Krmilniki in komponente serije 0i

30i namenjeni za najzahtevnejše aplikacije obdelave (32 sinhrono krmiljenih servoosov v več skupinah, 5-osna obdelava, obdelava več skupin orodij istočasno, nanoobdelava ...).

Krmilnik v tovarni ni predkonfiguriran, vsak parameter delovanja je potrebno skrbno izbrati in nastaviti, zato pa kasneje v proizvodnem procesu resnično nudi največ, kar je mogoče.

■ 3 Robotizacija streg strojev in prenos izdelkov

Za streg izdelkov na obdelovalnih strojih ima podjetje v svojem proizvodnem programu široko paleto industrijskih robotov.



Slika 4. Krmilniki in komponente serije 30i

Vse standardne izvedbe robotov, z izjemo nekaterih specialnih, so že pripravljene za uporabo strojnega vida in senzorjev sile. Več podrobnosti o posameznih tipih robotov si lahko ogledate na spletni strani: www.fanucrobotics.si.

Za prenos izdelkov na večje razdalje (med stroji ali obrati) se običajno uporabljajo transportni sistemi. Za njihove pogone je FANUC izdelal serijo krmilnikov 35i in Power Motion i.

pripravljeni za uporabo na posameznih vrstah strojev. Seveda je kakšno posebno programsko funkcijo mogoče dodati tudi kasneje.

Če je prejšnja serija krmilnikov namenjena za najširšo uporabo v pretežno splošne namene, s krmilniki in CNC-komponente serije

To so v osnovi modificirani CNC-krmilniki, ki niso namenjeni za potrebe strojne obdelave. Imajo pa vse pomembne lastnosti FANUC-ovih izdelkov: prijaznost do uporabnika, robustnost, zanesljivost in seveda visoko natančnost.



Slika 5. Roboti za streg in avtomatizacijo proizvodnje

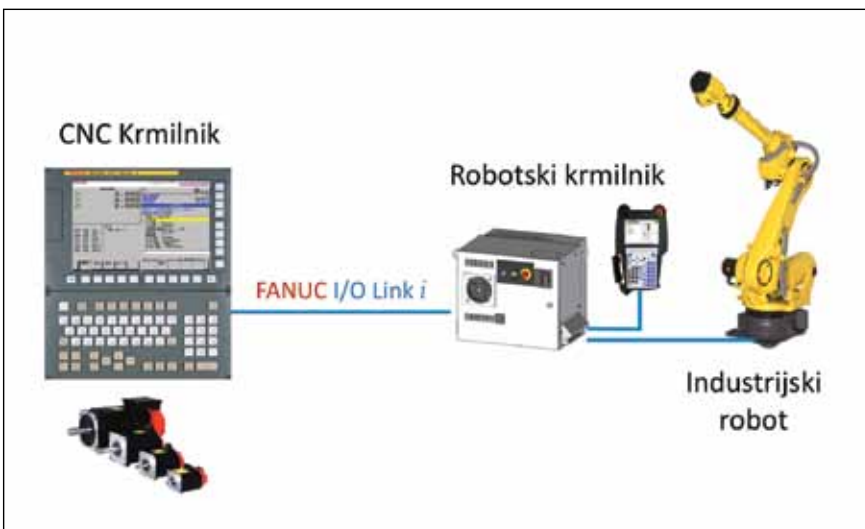


Slika 6. Krmilnik serije 35i za avtomatizacijo transportnih sistemov

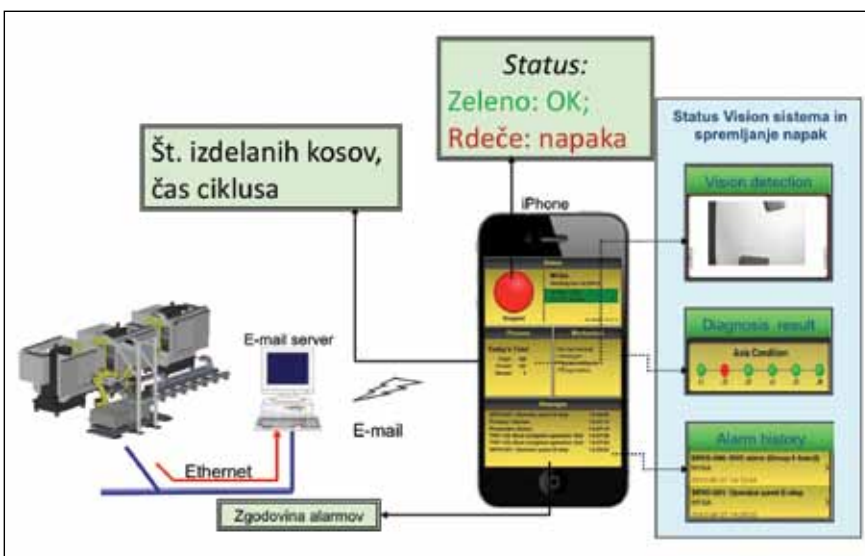
4 Povezljivost komponent industrijske avtomatizacije

Komunikacija med posameznimi komponentami sistemov avtomatizacije je v bistvu mogoča s pomočjo standardnih protokolov. Seveda pa je FANUC razvil in uvedel svoj lastni interni protokol, ki postavitve sistema in samo komunikacijo bistveno poenostavlja, kar omogoča enostavno postavitve sistema komunikacije in bistveno manj kablov (slika 7). Uporaba internega protokola omogoča krmiljenje robotovo kar s pomočjo CNC-krmilnika stroja in seveda tudi obratno: status CNC-stroja je mogoče nadzorovati tudi na prikazovalniku krmilnika robota.

Seveda je mogoče na podoben način povezati vse komponente industrijskega sistema z nadrejenim nadzornim sistemom in na enem mestu spremljati stanje celotne proizvodnje. FANUC nudi še eno možnost: nadzor statusa s pomočjo mobilnega telefona ali tabličnega računalnika (slika 8).



Slika 7. Povezljivost CNC-krmilja stroja in robotskega krmilnika



Slika 8. Prikaz stanja v proizvodnji preko FANUC iRConnect



Nove knjige

[1] Bergada, J. M., Kumar, S.: **Fluid Power, Mathematical Design of Several Components** – Fluidna tehnika, matematično konstruiranje nekaterih sestavin – Zal.: Nova Science Publishers, 2014; ISBN: 978-1-62948-316-0.

[2] Tuma, J.: **Vehicle Gearbox Noise and Vibrations: Measurement, Signal Analysis, Signal Processing and Noise Reduction Measures** – Hrupnost in vibracije pri menjalnikih na vozilih: meritve, analiza signalov, procesiranje signalov in načini za zmanjševanje hrupnosti – Zal.: Wiley, 2014; ISBN: 978-1-118-35941-9.

[3] Lim, Y. S., Venugopal, R., Ulsoj, A. G.: **Process Control for Sheet Metal Stamping** – krmiljenje procesa preoblikovanja pločevine – Zal.: Springer, 2014; ISBN: 978-1-4471-6284-1.

[4] Ulsoj, A. G., Peng, H., Cakmaker, M.: **Automotive Control Systems** – Krmilni sistemi na vozilih – Zal.: Cambridge university press, 2014; ISBN: 978-1-1076-8604-5.

[5] Skinner, S.: **Hydraulic Fluid Power – A Historical Timeline**. Knjiga o razvoju hidravlike vodi bralca od Ksetibiusa 275 let pr. n.

š. po zgodovinskem razvoju pomembnih hidravličnih sestavin do današnjih dni. Podrobneje je omejen npr. *Henry Vikes*, ki je 1920 posodobil današnjo krilno črpalko na temelju originalne zasnove iz leta 1588. Avtor podrobno opiše zobniško črpalko iz leta 1600. Omejnja vse pomembne avtorje, ki so v stoletjih razvijali različne hidravlične sestavine. Poudarja npr., da je hidravlični tlak definiral že *Simon Stevin* 60 let pred *Blaisom Pascalom* in njegovimi raziskavami obnašanja delovnih fluidov.

Avtor je knjigo ilustriral s številnimi risbami in obnovljenimi fotografijami. Knjiga ima 126 strani in temelji predvsem na poudarkih področja v Združenem kraljestvu. Opisan pa je tudi velik pomen ameriškega strokovnjaka *Johna Pippengerja*, znane učitelja in ustanovitelja mednarodnega združenja za fluidno tehniko (*International Fluid Power Society*).

Zal.: Lulu Enterprises Inc., Raleigh, N. C., USA. Obseg: 126 strani, cena: 43,09 USD; naročilo: tel +(844) 212-0689 ali internet: bit.ly/HP1503-s.skinner.

Znastvene in strokovne prireditve

IWME 2015, International Workshop on Mechanical Engineering – Mednarodna delavnica o strojni tehniki

12.–13. 09. 2015
Istanbul, Turčija

Tematika: Kompletno strojništvo:

- Dosežki letalske in vesoljske tehnike
- Umetna inteligenca in eksperimentalni sistemi
- Tehnologije CAD/CAM
- Avtomatizacija in robotika

- Računalniška mehanika
- Gradbeni stroji
- Energetski stroji
- Obdelovalna tehnika
- Varjenje
- Precizna mehanika
- Zanesljivost
- Izobraževanje
- Dinamika sistemov in simulacije
- itd.

Informacije:

- <http://eng-scoop.org/iwme>



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



Brüsseler Allee 2
41812 Erkelenz
NEMČIJA

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

info@sunhydraulik.de

www.sunhydraulik.de

Zanimivosti na spletnih straneh

[1] **Krmilni sistemi za industrijske zavore** – www.ringspann.de – Ringspann ponuja široko paleto industrijskih zavor, ki se lahko uporabljajo za zaustavljanje, držanje ali kot regulacijske zavore na mnogih industrijskih področjih in pri različnih gonilih. Ponudnik je za njihovo uporabo razvil krmilni sistem BCS 600 s hidravličnim aktiviranjem z nadzorovanim hidravličnim tlakom. Naprava je sestavljena iz regulacijske enote in hidravličnega agregata. Na voljo so: hidravlični akumulator, krmilnik toka in druge dodatne enote, različni poteki zaviranja in izvedba, da ena regulacijska enota krmili do osem zavor.

[2] **Majhni gradbeni stroji** – <http://hydraulicspneumatics.com> – **mighty – minis – construction** Miniatura gradbena oprema zasluži enako obravnavo kot podobni stroji normalne izvedbe in velikosti, saj ima podobne, le manjše sestavne dele in je enako produktivna. Kompaktni nakladalniki *Dingo* firme *Toro.Co* so učinkoviti za omejene prostore delovanja z več kot 35 različnimi delovnimi priključki.

[3] **Minimalno mazanje z maksimalno življenjsko dobo** – <http://hydraulicspneumatics.com> – **air-**

-filters-and-frls/minimal-lubrication-maximum-life – Izbira pravilne metode mazanja pnevmatičnih naprav je odločilnega pomena za dolgo življenjsko dobo njihovih sestavin. Prispevek obravnava, katera od razpoložljivih metod je najbolj ustrezna.

[4] **Obvezen priročnik za inženirje** – www.fluid.de/abo – **leserservice@mi – verlag.de** Vizionarsko in blizu praksi. Naročite revijo Fluid in si zagotovite priročnik za inženirje in konstruktorje fluidne tehnike, ki bo vedno na vaši mizi.

[5] **Preprečevanje puščanja pri brisalnih obročkih** – <http://hydraulicspneumatics.com/seals/avoid-rod-wiper-leakage> – Brisalni obročki so vitalnega pomena pri hidravličnih tesnilnih stavkih za preprečevanje obrabe, ki jo povzročajo nečistoče v delovnem fluidu. Če so brisalni obročki preveč agresivni oziroma pretesno pritiskajo na batnico hidravličnega valja, lahko pri vsakem gibu valja prekinjejo oljni film. To lahko povzroča nabiranje olja na zunanji strani obročka in vodi do povečanega puščanja. V laboratoriju firme *Parker Hannifin* so analizirali karakteristike brisalnih obročkov in razvili njihove optimalne izvedbe.

[6] **Revija O + P** – www.engineering-news.net/vertrieb@vfmz.de – Posebna ekspertna znanja s področja fluidne tehnike so na voljo v reviji *O+P*.

V njej najdete različne aktualne informacije, npr.:

- raziskave in tehnika,
- zagotavljanju kakovosti s »Peer-Review«,
- praksa in uporaba usmerjenih informacij.

On-line arhiv nudi:

- dostop do več kot 500 strokovnih prispevkov,
- izčrpne podatke o virih.

Za dostop se ni potrebno prijaviti.

[7] **Strega z roboti** – <http://hydraulicspneumatics.com/pneumatic-valves/robotic-handling-pets-boost-pneumatics> Pri *AMF* uporabljajo hidravliko pri izdelavi večnamenskih strojev za pekarnice. Stroji lahko strežejo pri peki peciva različnih velikosti, zagotavljajo povečanje proizvodnje in zmanjšujejo ročno delo. Pri manipulaciji s pecivom uporabljajo vakuumska prijemala. Konstrukcija orodja in vmesnikov s pnevmatikom, elektriko in vakuumsko tehniko zagotavlja izpolnjevanje vseh pekarških standardov in potreb.

Oglaševalci

AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana	226	JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	195	SICK, d. o. o., Ljubljana	173
CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	176	MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	173	STROJNISTVO.COM, Ljubljana	199
DOMEL, d. d., Železniki	201	OLMA, d. d., Ljubljana	153	SUN Hydraulik, Erkelenz, Nemčija	257
DVS, Ljubljana	185	OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana	173,254	TEHNA, d. o. o., Ljubljana	226
FESTO, d. o. o., Trzin	173,260	OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin	173,219	TEHNOLOŠKI PARK Ljubljana	248
HAWE HIDRAVLIKA, d. o. o., Petrovče	259	PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	173	UL, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana	188,193,213
HENNLICH, d. o. o., Podnart	192	POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o., Žiri	173,174	UM, Fakulteta za strojništvo, Maribor	203
ICM, d. o. o., Celje	181	PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	173	VISTA HIDRAVLIKA, d. o. o., Žiri	173
IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.) NORGREN, Lesce	173	PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	247	YASKAWA SLOVENIJA, d. o. o., Ribnica	188
INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija	250				
IPRO ING, d. o. o., Ljubljana	246				



Très chic: Designerski agregat.

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

Solutions for a World under Pressure

HAWE
HYDRAULIK

Širok nabor hidravličnih ventilov

- Za odprte in zaprte tokokroge
- Zasnovani za delovanje z visokim tlakom in tokom
- Optimirani za delovanje s Poclain Hydraulics sistemi

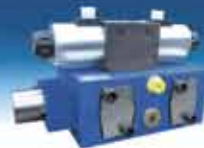
> Ventili za zaprte tokokroge

→ Ventili za zaprtavljanje oprijema koles

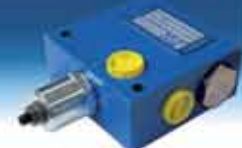
- Ventili za preprečevanje izsavanja
- Delilniki toka
- "Twinlock" ventili



→ Ventili za prosti tek



→ Ventili za izpiranje tokokroga



> Ventili za odprte tokokroge

→ Protipovratni ventili



→ Tlačni ventili



→ Tokovni ventili



→ Potni ventili



> Ventili za zavore

→ Ventili za proženje zavore (zasilne/parkirne in delovne zavore)



→ Ventili za polnjenje akumulatorja



→ Kompaktni multifunkcijski ventili (proženje zavore in polnjenje akumulatorja)



> Namenski krmilni bloki

- Ventili za odprte in zaprte tokokroge so lahko integrirani v kompakten blok, ki celovito izvaja telesno funkcijo hidravličnega krmiljenja

