

VENTIL

ISSN 1318 - 7279

Letnik 24 / 2018 / 1 / Februar

Intervju – prof. dr.
Gregor Anderluh

Kompozitne cevi
hidravličnega valja

Testiranje
hidravličnih olj

Izvedba specifičnega
prijemala

DAX
www.dax.si

EPSON
EXCEED YOUR VISION



T3 SCARA

400 mm 3 kg 6.990 EUR

KONTROLER V BAZI ROBOTA RAZVOJNO OKOLJE RC+7

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



FESTO

OPL

POCLAIN
Hydraulics

OLMA
LUBRICANTS

Parker

IMI
Precision Engineering

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

S3C
pnevmatika | hidravlika

VISTA
HIDRAVLIKA

ppt commerce

ELEKTRONSKE REŠITVE

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

KRMILNA PALICA



ARMATURNÁ PLOŠČA

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

KRMILNIK
SD Premier



PROTIZDRSNI VENTIL

ZAVORNI VENTIL
- zaznavalo tlaka

MOTOR

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

PROTIZDRSNI
VENTIL

ZAZNAVALO
HITROSTI

SPREMINJANJE
HITROSTI

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

SPOŠTOVANI NAROČNIKI IN BRALCI!



Z letom 2018 prenavljamo podobo revije Ventil. To smo storili po več kot enem desetletju. Spremenili smo zunanji in notranji videz, poslanstvo revije pa ostane nespremenjeno. Vsebina revije je še vedno namenjena znanstvenim, strokovnim in tudi drugim člankom, intervjujem, poročilom s kongresov, posvetovanj, sejmov in podobnim dogodkom s področja fluidne tehnike, avtomatizacije, mehatronike in tudi s širšega področja strojništva, računalništva, elektrotehnike, organizacijskih ter poslovnih ved in podobno.

Spoštovani bralci, veseli smo vsakega vašega odziva. Še posebno smo veseli pohval, ki jih dobimo od pomembnih in priznanih profesorjev in akademikov ter od bralcev iz slovenske industrije, ki delajo v redni proizvodnji in svoje produkte prodajajo na domačem in tujem trgu. Za nas je pomemben vsak bralec, cenimo mnenje vsakega od vas. Zato prosimo, da se oglašate, da nam sporočate o pomembnih dogodkih in dosežkih, da izrazite svoje mnenje, nam svetujete in sugerirate, kako naj bi revijo oblikovali v bodoče.

Tudi vaš pisni »odhod« v politično sfero, ki bi se tikal na primer financiranja raziskovalnega dela iz proračunskih sredstev, načina in kakovosti šolanja v naših izobraževalnih ustanovah ipd., bo zelo dobrodošel. Če bo prispevek zanimiv za širši krog bralcev, ga bomo tudi objavili.

Brez posebnih raziskav lahko zapišemo, da je slovenska tehnična in naravoslovno izobrazena inteligenca delovna, celo garaška, tiha in se nerada izpostavlja. Pa to ni prav. Posnemati bi morali kulturnike, ki stalno kričijo, jamrajo, provocirajo in zahtevajo denar od države, od sebe pa ne dajo prav veliko. Vsaj ne veliko v mednarodnem obsegu ali z mednarodnim odmevom.

Avtorji iz drugih slovenskih medijev pravijo, da je za francoskega književnika Jeana Racina osnovno poslanstvo umetnosti, da se človeka na tak ali drugačen način dotakne. Vse druge definicije so izmišljene, nenaravne in namenjene posameznim izvajalcem umetnosti ali kulture, v splošnem pa predvsem za zdravljenje njihovega ega. Umetnost je katarzični občutek, ki človeka prevzame ob stiku z nekim delom, je zelo osebna in intimna izkušnja. Številnim, med katere spada veliko tehnikov in naravoslovcev, je na primer vseč uporabna industrijska umetnost, npr. do neskončnih potankosti oblikovana, iz enega samega kompozitnega kristala izdelana lopatica turbine najmočnejšega letalskega motorja na svetu General Electric GE90-115, ki je razstavljena v vsej svoji veličini v Muzeju sodobne umetnosti na Manhattnu v ZDA.

Večina naših kulturnikov razmišlja drugače. Oni bi ustvarjali, kar jim pač paše, in zahtevali denar od države. Če se spomnimo govora slavnostnega govornika na predvečer slovenskega kulturnega praznika, potem je zapis v prejšnjem stavku povsem resničen. Ta govor prav gotovo ni bil kulturni, ampak eno samo jamranje in tarnanje – ena sama zahteva po več državnega denarja.

Da bom popolnoma jasen, bom konkreten. Kako naših kulturnikov ni sram, da zahtevajo denar na primer od zaposlenih v Litostroju Power? Ti med drugim izdelujejo tudi turbine, ki morajo biti boljše in cenejše od proizvajalcev na vsem svetu, sicer jih ne prodajo. Ko dobijo denar za prodane turbine, ga morajo del odvesti tudi za slovenske umetnike in kulturnike. Zakaj slovenski kulturniki ne delajo za mednarodni trg? Verjetno so bolj izobraženi in po logiki bolj talentirani od teh, ki delajo v Litostroju. Zakaj slovenski kulturniki, npr. režiserji in igralci, ne posnamejo filma, ki bo zanimiv za ves svet, ali slovenski slikarji, kiparji in drugi ne razstavljajo na svetovnih razstavah ter sodelujejo na mednarodnih javnih dražbah ali javnih razpisih in podobno, kot to morajo zaposleni v Litostroju?

Prav zaradi opisanih nelogičnosti bi se morali bralci revije Ventil in vsi drugi, ki delajo na področju tehnike za svetovni trg, pogosteje oglašati, morali bi postati bolj vidni, glasnejši in svoja mnenja sporočati širši slovenski javnosti.

Janez Tušek

1. **TECH** **EXPÖ** **CELJE**

Mednarodni tehnološki sejem
Celjski sejem, 18.-21. april 2018



Energetika



Terotech – industrijsko vzdrževanje in čiščenje



**Avtomatizacija, mehatronika in
industrijska elektronika**



**Lesnoobdelovalni stroji, orodja in
repromaterial, gozdna tehnologija**

**DOLGOLETNA TRADICIJA Z ROKO V ROKI Z NOVIMI
TEHNOLOGIJAMI IN NOVIMI VSEBINSKIMI PODROČJI.**

Aktualne teme za strokovno rast:

- **Dan slovenskih instalaterjev-energetikov** (sreda, 18.4.)
- **Energetski forum Kaj prinašajo »Regulativne spremembe za vzpostavitev nove vloge na trgu Aktivni odjemalec«?** (četrtek, 19.4.)
- **Tekmovanje dijakov srednjih poklicnih šol Slovenije – poklic instalater strojnih instalacij** (četrtek, 19.4.)
- **Dan vzdrževanja – Vzdrževanje hidravličnih in pnevmatičnih strojev in naprav, Vzdrževanje mehanskih sistemov** (petek, 20.4.)
- **Mednarodno tekmovanje gozdnih delavcev** (sobota, 21.4.)

Medijski partner:



Medijski pokrovitelji:



CELJSKI SEJEM

www.ce-sejem.si

INTERVJU	
Prof. dr. Gregor Anderluh, direktor Kemijskega inštituta	6
DOGODKI • POROČILA • VESTI	12
NOVICE • ZANIMIVOSTI	20
ZGODOVINA FLUIDNE TEHNIKE	
A. Stušek	
100 let fluidne tehnike v ZDA	30
50-letnica revije FLUID	31
HIDRAVLICNI VALJI	
Franc Majdič	
Raziskava uporabnosti kompozitne cevi hidravličnega valja	32
HIDRAVLICNE TEKOČINE	
Darko Lovrec, Vito Tič	
Testiranje nagnjenosti hidravličnih olj k tvorjenju lakastih produktov in usedlin	40
KONTROLA KAKOVOSTI	
Aleš Zore, Vid Črešnik, Jure Škrabar, Jure Rejc, Jure Skvarč, Marko Munih	
Izvedba specifičnega prijemala za prijetanje in vizualno kontrolo izdelka	50
ROBOTIKA	
Tomaž Koritnik, Darko Koritnik	
Kalibracija stacionarne kamere pri robotski manipulaciji	56
IZ PRAKSE ZA PRAKSO	
Stojan Drobnič	
Pogonski sistem drylin® in konfiguriranje	60
INDUSTRIJA 5.0	
Janez Škrlec	
Industrija 5.0 se že vidi na obzorju	64
AKTUALNO IZ INDUSTRIJE	
Proportionalni regulator tlaka VEAA/VEAB (FESTO)	66
Spletna aplikacija Item-Motion-Designer za linearne pogone (INOTEH)	67
NOVOSTI NA TRGU	
Electrak® HD – sedaj tudi za obremenitve do 16 kN (INOTEH)	68
Vzdrževalnimi kompleti Parker Legris LF 3600 (PARKER HANNIFIN)	69
HTM – multispojka za visoke temperature (STÄUBLI)	70
PODJETJA PREDSTAVLJAJO	
Uporaba prilagojenih blažilnikov v vrtljivih križih: ohranjanje varnosti in zaščite po svetu (ENIDINE)	72
LITERATURA • STANDARDI • PRIPOROČILA	
Literatura - letalstvo.....	74
Nove knjige	77
PROGRAMSKA OPREMA • SPLETNE STRANI	
Zanimivosti na spletnih straneh	79

PROF. DR. GREGOR ANDERLUH, DIREKTOR KEMIJSKEGA INŠTITUTA

Janez Tušek

Spoštovani prof. dr. Gregor Anderluh, direktor Kemijskega inštituta, vaš inštitut je ena večjih znanstvenoraziskovalnih organizacij pri nas. Bralci revije Ventil vaše organizacije ne poznamo najbolje, zato vas prosim za odgovore na nekaj vprašanj.

Ventil: Prosim vas za kratek opis zgodovine in razvoja vašega inštituta.

Gregor Anderluh: Kemijski inštitut ima izjemno bogato zgodovino. Začetki segajo v leto 1946, ko je bil pod okriljem SAZU ustanovljen Kemični laboratorij z namenom, da razvija tehnologije, ki so potrebne za predelavo premoga v koks (koks je bil nujno potreben za povojno industrijo). To je bilo na začetku skromno delovanje, večinoma na industrijskem področju, katerega namen je bil razvoj slovenske industrije. Inštitut pa je kmalu prerasel v dinamično raziskovalno organizacijo, ki si je v ospredje postavila znanstveno delovanje in odličnost. Danes je Kemijski inštitut moderna, dinamična in vrhunsko opremljena znanstvena ustanova, na kateri izvajamo temeljne raziskave s področja kemije in sorodnih ved. Še vedno sledimo enemu od osnovnih namenov ustanoviteljev inštituta: razvoj slovenske industrije, smo ena od najbolj aktivnih inštitucij na področju prenosa znanja v gospodarstvo. Skrbimo za podmladek in vzgajamo mlade znanstvenice in znanstvenike, ki bodo svoje kariere nadaljevali na različnih področjih slovenske družbe. S svojimi dosežki predvsem sporočamo, da smo si sposobni zastavljati najvišje cilje.

Ventil: Vaš inštitut je javni zavod, kar pomeni, da ste delno financirani od države, kljub temu delate za trg. Kakšno je to razmerje?

Gregor Anderluh: Sodelovanje z industrijo predstavlja okoli 20 % prihodkov Kemijskega inštituta. Raziskave so usmerjene v razvoj novih tehnologij in izdelkov, ki bodo pomagali zagotavljati trajnostni razvoj Slovenije in so hkrati tudi mednarodno aktualni. Industrija je pri tem pomemben partner Kemijskega inštituta. To so mnoga slovenska podjetja, s katerimi ima inštitut vzpostavljeno tesno, v mnogih primerih tudi dolgoročno sodelovanje, na mednarodnem področju pa so to mnoga ugledna tuja podjetja. Cilj inštituta je povečanje sodelovanja z industrijo in povečanje inovativnosti raziskovalcev inštituta.

Prof. dr. **Janez Tušek**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo



Slika 1 : Predsednik države Borut Pahor, ministrica dr. Maja Makovec Brenčič in prof. dr. Gregor Anderluh na slavnostni akademiji ob 70-letnici Kemijskega inštituta

Vedno več imamo stika tudi s tujimi podjetji, ki z nami stopajo v stik predvsem zaradi naših odličnih objav v znanstveni literaturi. Pogoji za učinkovito sodelovanje z industrijo je zagotovo vrhunsko raziskovanje, kar je naše osnovno poslanstvo. Lani smo npr. podpisali pogodbe o sodelovanju s tremi odličnimi podjetji avtomobilske (Honda), farmacevtske (Janssen) in nanobiotehnoške (Oxford Nanopore technologies) industrije. Dolgoročna sodelovanja z nekaterimi slovenskimi podjetji so posledica visoke stopnje zaupanja. Sodelujemo s podjetji, ki so med najbolj uspešnimi v Sloveniji in pomembni igralci na globalnem trgu.



Slika 2 : Eden izmed sodobnih laboratorijev na Kemijskem inštitutu

Ventil: Zanima me vaše mnenje: ali je prednost, da ste javni zavod, ali bi bilo mogoče za vaše zaposlene bolj spodbudno, da bi delovali kot podjetje.

Gregor Anderluh: Velikokrat se soočamo s težavo, kako ustrezno motivirati in nagraditi zaposlene, ki izkazujejo nadpovprečne delovne rezultate. Kot javni zavod moramo slediti predpisom Zakona o sistemu plač v javnem sektorju, ki zelo togo definira umestitev v plačilne razrede glede na pridobljeno stopnjo izobrazbe, možnost napredovanj in druge vzpodbude glede nagrajevanja (delovna uspešnost itd.). Poleg tega so nekateri interventni ukrepi, sprejeti v času krize (nekateri izmed njih še vedno veljajo), dodatno posegli v vrednost plačilnih razredov oz. drugih oblik nagrajevanj. Predvsem je težava privabiti tuje strokovnjake (npr. iz EU), ker smo z omejenimi možnostmi nagrajevanja nezanemivi oz. nekonkurenčni.

Ventil: Vaš inštitut ima kar 17 oddelkov, kar pomeni, da pokrivате zelo različna področja. Kljub temu pa so verjetno področja, ki bi jih radi pokrivali in raziskovali, a jih zaradi različnih razlogov ne morete. Kakšne so vaše želje glede širjenja dejavnosti inštituta in kakšne težave pri uresničevanju teh želja?

Gregor Anderluh: Pred nekaj leti smo poleg kemije začeli dodajati tudi druge sorodne discipline. Dejansko smo na Kemijskem inštitutu zdaj aktivni na različnih področjih kemije, pa tudi drugih ved o življenju,

opravljamo fizikalne raziskave, imamo tudi strokovnjake s področja računalništva, farmacije, medicine ... Interdisciplinarnost je pogoj za uspeh v moderni znanosti in na inštitutu smo to vedno gojili.

Inštitut je sicer v letu 2016 prestal mednarodno presojo svojega delovanja. Organizirali smo pregled delovanja odsekov in inštituta, ki ga je opravil Mednarodni znanstveni svetovni odbor. Ta je podal vrsto koristnih pripomb glede naše ureditve in področij delovanja. V skladu s pripombami odbora smo že uvedli nekatere organizacijske spremembe in tako pričeli združevati raziskovalne odseke, da bi dosegli kritično maso za nadaljnje prebojne dosežke. S temi aktivnostmi bomo nadaljevali tudi v prihodnje in skrbeli, da bo inštitut postal raziskovalno okolje, ki bo atraktivno tudi za kakšnega odličnega tujega raziskovalca.

Ventil: Za vaše delo potrebujete vrhunske strokovnjake in znanstvenike, željne raziskovanja. Kako pridobivate kader?

Gregor Anderluh: Veliko ambicioznih mladih najde pot do nas že v zgodnjih začetkih svoje kariere, na primer pri izdelavi svojih dijaških raziskovalnih nalog, kasneje pa diplomskih, magistrskih in doktorskih nalog. Pomembno je, da jim takrat omogočimo vstop v naše laboratorije in jim s pomočjo mentorjev omogočimo delo na vrhunski raziskovalni opremi. Pri vzgoji kadrov imamo izkazane izjemne uspehe, npr. število



Slika 3 : Delo na transmisijem elektronskem mikroskopu AR-STEM s kemijsko analizo

usposobljenih doktorskih študentov v vseh letih obstoja, izjemni uspehi študentskih ekip na mednarodnih tekmovanjih ipd.

Mladi tudi vedno bolj intenzivno iščejo priložnosti za razvoj svoje študijske kariere v tujini. To pomeni za nas še dodaten izziv pri iskanju najbolj kvalitetnih kandidatov za doktorska dela, ki se izvajajo na inštitutu. Vsako leto razpišemo Jamnikovo štipendijo za opravljanje doktorskega dela v enem od odsekov Kemijskega inštituta. Na tak način želimo vsaj malo omejiti odhod najboljših kadrov v tujino in zagotoviti, da bodo odlične mlade znanstvenice in znanstveniki v slovenskem prostoru lahko polno udeleženi svoje potence na področju znanosti in raziskovanja.

Ventil: V sredstvih javnega obveščanja pogosto slišimo o vaših znanstvenih uspehih doma in v tujini. Kateri so vaši največji mednarodni uspehi v zadnjih letih?

Gregor Anderluh: Med največje mednarodne uspehe štejemo objave člankov v vrhunskih znanstvenih revijah, kot so npr. revija Science in revije skupine Nature. Znanstvene objave v najbolj prestižnih znanstvenih revijah dokazujejo, da smo primerljivi na svetovnem nivoju. V zadnjem času smo imeli 2 objavi v reviji Science, pri kateri so bili raziskovalci Kemijskega inštituta tudi vodilni in korespondenčni avtorji. V članku, obja-

vljenem decembra 2017, so raziskovalci Kemijskega inštituta koordinirali raziskavo, ki je pojasnila specifičnost in delovanje mikrobnih citolizinov, v članku, objavljenem decembra 2015, pa raziskavo glede novih obetov na področju akumulatorjev za električna vozila. Izjemen uspeh so tudi številne objave člankov v skupini revij Nature, od katerih bi posebej izpostavil članek Proteinski origami, nova generacija umetnih bionanostruktur, in članek v reviji Nature Materials o odkritju s področja gorivnih celic.



Slika 4 : Kemijski inštitut je aktivno vključen v izobraževanje, kjer sodeluje s slovenskimi in mednarodnimi izobraževalnimi ustanovami



Slika 5 : Prof. dr. Gregor Anderluh in veleposlanica Združenega kraljestva Velike Britanije in Severne Irske Sophie Honey

Naj omenim, da Kemijski inštitut vstopa v leto 2018 s 25 potekajočimi evropskimi projekti, izpostavljam dva izmed devetih, pridobljenih v letu 2017: LightDyNAMics (glavni cilj projekta je doseči popolno razumevanje dinamičnih procesov v molekulah, ki jih inducira UV-absorpcija svetlobe v DNA, in razkriti mehanizme, ki vodijo k spremembam genskega zapisa) in BioApp (cilj je večji izkoristek biomase, ki ima velik potencial pri proizvodnji naprednih materialov). V lanskem letu bi izpostavili še prej omenjen podpis treh pogodb z vrhunskimi tujimi podjetji, ki bodo omogočila delo na aktualnih tematikah s področja razvoja cepiv, razvoja baterij in razvoja nanopor za potrebe senzorike. V naslednjih treh letih bo na teh tematikah delalo osem mladih postdoktorskih študentov in doktorandov. Poleg tega pa so uspeh tudi mednarodni patenti.

Ventil: Prosim vas, da nam na preprost način opišete, katere so vaše trenutne raziskave, ki zadevajo povprečnega slovenskega človeka.

Gregor Anderluh: Na področju ved o življenju npr. lahko opišem raziskavo, nedavno objavljeno v reviji Science.

V raziskavi smo identificirali receptor na površini rastlinskih celic in razložili, zakaj so nekateri mikrobn toksini specifični samo za dvokaličnice. Z vidika sodelovanja z industrijo in uporabe tega odkritja v industrijski praksi to odkritje odpira možnosti za razvoj fitofarmaceutskih pripravkov, ki bi preprečili delovanje proteinov NLP in s tem tudi nekaterih rastlinskih bolezni.

Na področju ved o materialih je bila ena takih raziskav, katere rezultati predstavljajo pomemben korak za prehod v družbo, ki bo neodvisna od fosilnih goriv. Objavljeni članek v reviji Science je podlaga za novo družino materialov v Li-ionskih akumulatorjih, ki lahko prispeva k do 50 % višji energijski gostoti in s tem približa doseg električnih avtomobilov širši množici uporabnikov.

Ventil: Vaše delovanje je močno vpeto v mednarodne kroge. S katerimi državami in organizacijami sodelujete najintenzivneje? S katerimi organizacijami pa sodelujete v naši državi?

Gregor Anderluh: Zelo smo vpeti v projekte Evropske komisije (Horizon, ESRR, projekti Interreg).

Podjetja, s katerimi intenzivno sodelujemo, so:

- ▶ Honda R & D Europe, Nemčija,
- ▶ JANSSEN VACCINES & PREVENTION B.V., Nizozemska,
- ▶ NANOPORE TECHNOLOGIES, Velika Britanija,
- ▶ GLOBAL BIOENERGIES GmbH, Nemčija,
- ▶ SALUTAS PHARMA GMBH, Nemčija

Države, s katerimi intenzivno sodelujemo v okviru bilateralnega sodelovanja, so: ZDA, Francija, Nemčija, Hrvaška, Rusija, Argentina, Turčija, Srbija, Indija, Japonska, Kitajska ...

V Sloveniji pa tesno sodelujemo z Javno agencijo za raziskovalno dejavnost RS in Ministrstvom za izobraževanje, znanost in šport ter z naslednjimi podjetji:

- ▶ LEK farmacevtska družba, d. d.,
- ▶ KRKA, tovarna zdravil, d. d.,
- ▶ AQUAFILSLO, d. o. o.,
- ▶ SIEVA, d. o. o.,
- ▶ MELAMIN, d. d.,
- ▶ CALCIT, d. o. o.,
- ▶ SILKEM, d. o. o.,
- ▶ KAMNIK – SCHLENK, d. o. o.,
- ▶ RC eNeM, d. o. o.

Ventil: Kemija je verjetno eno temeljnih področij za razumevanje delovanja žive in nežive narave. Kot učni predmet smo jo vsi poslušali v osnovni in številni v srednji šoli. Ta predmet med mladimi ni najbolj priljubljen. Po oceni številnih je velika napaka v pedagoškem osebju, ki je učencem in dijakom ne zna prikazati v zanimivejši luči. Kakšno je vaše mnenje?



Slika 6 : Predsednik Vlade RS dr. Miro Cerar in prof. dr. Gregor Anderluh

Gregor Anderluh: Menim, da je pomembno v pouk kemije poleg teoretičnega znanja vključiti tudi demonstracijske eksperimente, saj vizualni efekti pripomorejo k večji kakovosti in trajnosti znanja. Eksperiment kot gradnik učne vsebine v učencih oziroma dijakih poveča motivacijo za povezovanje obravnavanih snovi. Učitelj bi moral biti v razredu kreator učne ure, učenci pa aktivni, t. i. glavni igralci, ki raziskujejo zakonitosti obravnavane teme in nadgrajujejo predhodna znanja. Učinkovito je tudi, da se učenci preko skupinskega dela predstavijo pri pouku. Pri tem naj jih učitelji spodbujajo pri razvijanju kreativnosti in ne zgolj obdelujejo snov iz učbenika.

Ventil: Ali ste zadovoljni z znanjem mlade generacije, to je diplomantov in magistrantov po zaključku bolonjskega izobraževanja? Kaj menite vi o tem enotnem »evropskem« načinu izobraževanja? Kaj bi vi spremenili pri terciarnem izobraževanju kemikov?

Gregor Anderluh: Bolonjski sistem je kot enoten sistem ugoden, saj omogoča boljši pretok znanja in študentov. Ponuja tudi precejšen nabor izbirnih vsebin, povezanih z interesi posameznih študentov. Nekatere vsebine pa bi bilo zelo koristno prilagoditi potrebam delodajalcev, saj bi bilo le tako pridobljeno znanje takoj uporabljeno v praksi. Vsebine izobraževalnega sistema bi morale biti bolj povezane z aktualnimi vsebinami, z raziskovalnimi in industrijskimi vsebinami. Tudi pri takšnem študiju je zelo pomembna vloga pedagoškega osebja, zlasti pri motiviranju študentov.

Ventil: Spoštovani prof. dr. Gregor Anderluh, najlepša hvala za zelo zanimive ter izčrpne odgovore in hvala za vaš čas. V imenu uredništva revije Ventil, vam in vašim sodelavcem želim še veliko poslovnih uspehov in še naprej dobrega vodenja organizacije.

POSVET

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2018 - ASM '18

5. decembra 2018

na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani

SVETOVNI PRVAKI

Roboti MOTOMAN serije MA so podjetju Yaskava priborili prvo mesto na področju obločnega varjenja. Stavite na te robote. Navdušeni boste.



YASKAWA

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

AAA®

Boniteta odličnosti
2016

A Bissnode Solution

PPTcommerce d.o.o.

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: info@ppt_commerce.si, www.ppt-commerce.si

HIDRAVLIKA IN PROCESNA TEHNIKA

PRODAJA • PROJEKTIRANJE • SERVIS

www.ppt-commerce.si



EMERSONTM
Process Management



BETTISTM

DantorqueTM

HYTORKTM

Shafer[®]



MEDNARODNI STROKOVNI SEJEM SMART INDUSTRY 2018



Slika 1 : Utrinek iz razstave

Na Gospodarskem razstavišču v Ljubljani je v organizaciji podjetja ICM, d. o. o., od 13. do 15. februarja potekal sejem pametne industrije – Smart Industry 2018, ki pod eno streho združuje štiri strokovne sejme: IFAM, ROBOTICS, ICT4Industry in INTRONIKA. Razstavljavci iz Slovenije in šestih evropskih držav (Avstrije, Hrvaške, Nemčije, Italije, Poljske in Srbije) so predstavili najnovejše proizvode in ponudili najboljše rešitve za industrijo s področja avtomatizacije, mehatronike ter industrijske in profesionalne elektronike, kot zastopniki pa še vrsto poznanih dobaviteljev tovrstne opreme iz drugih držav sveta.



Slika 2 : Najmočnejši 6-osni industrijski robot na trgu

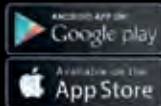
Na sejmu smo lahko videli izredno bogat razvoj in ponudbo sodobnih senzorjev in merilnikov (tudi domačih podjetij) ter različno moderno elektronsko opremo za industrijsko avtomatizacijo. Pri tem še posebno izstopa ponudba močnostne elektronike, vključno z napajalniki in elementi za gradnjo električnih in elektronskih omrežij. Predstavljeni so bili tudi industrijski roboti vodilnih svetovnih proizvajalcev za vgradnjo v robotizirane obdelovalne in montažne celice, od katerih je še posebej izstopal robot FANUC M-2000 kot najmočnejši 6-osni industrijski robot na trgu, ki se ponaša z zmogljivostjo ravnanja s predmeti, težkimi do 2,3 tone in z dosegom do 4,7 metra ter vertikalnim gibom do 6,2 metra.. Seveda je bila opazna tudi bogata ponudba opreme za računalniško vodenje in nadzor proizvodnih procesov ter označevanje.

Na sejmu se je s fakultetnima serijskima publikacijama – s strokovno revijo Ventil in znanstveno revijo Strojniški vestnik – predstavila tudi Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani.

Sejem je po videnem uspel, tako tudi v prihodnjem letu lahko na sejmu Smart Industry v začetku februarja 2019, ki ga organizatorji že najavljajo, pričakujemo še več novosti in pestro ponudbo.

dr. Mihael Debevec
UL, FS

PH catalogue
available as
app for Android
and iPad



SAFETY FIRST **STAINLESS** **STEEL** **CONNECTORS** **FROM PH.**



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



EDELSTAHL / STAINLESS STEEL
VERBINDUNGSTECHNIK
FLUID CONNECTORS

SEJMI V GORNJI RADGONI ZA TRAJNOSTNO INOVATIVNOST BIVANJA IN ŽIVLJENJA

Gradnja z naravo



SEJEM MEGRA

MEDNARODNI SEJEM
GRADBENIŠTVA, ENERGETIKE,
KOMUNALE IN OBRTI

4. - 7. 4. 2018, Gornja Radgona

MEGRA, Mednarodni sejem gradbeništva, energetike, komunale in obrti, nadaljuje tradicijo sejma gradbeništva in gradbenih materialov, ki je bil na pomurskem sejmišču prvič organiziran v letu 1981. Letos bo na stičišču štirih držav ponovno povezal ponudnike najnovejše gradbene mehanizacije, materialov, orodij in storitev. Poskrbel bo za dober posel med investitorji in izvajalci, za medsebojno izmenjavo znanja in izkušenj ter njihov prenos v prihajajočo generacijo graditeljev. Premierno bo na sejmu predstavljen 3D tiskalnik gradbenih objektov, ki je plod slovenskega znanja.

Težišče sejma bo na gradbeništvu, ki ga bodo predstavljale večje gospodarske družbe kot tudi podjetniki in obrtniki. Na zunanjem prostoru bo dominirala najnovejša gradbena in komunalna mehanizacija. V sejmskih halah bodo predstavljeni sodobni materiali, orodja in storitve. Graditeljski poudarki bodo na novih infrastrukturnih, železniških, avtocestnih in komunalnih projektih ter na obnovi in energijski prenovi stavb. Na področju komunale bodo predstavljeni sodobni trendi, urejanje okolja in čistilne naprave. Predstavljene bodo najnovejši pristopi h klimatizaciji. Specializirane razstave bodo opozarjale na pomen energijsko varčne gradnje, nepogrešljivost lesa v gradbeništvu in pri notranji opreми objektov. Ponujale bodo sodobno ureditev okolice in varovanje objektov. S svojimi člani se bodo predstavile območne obrtno-podjetniške zbornice in strokovne sekcije gradbincev Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije. Na Obrtni ulici bodo prikazovali zaključna obrtna dela v gradbeništvu in deficitarne obrtne in gradbene poklice.

Ustanove z vseh nivojev izobraževanja bodo predstavljale z gradbeništvom povezane izobraževalne programe ter svojo raziskovalno in praktično dejavnost. Fakulteta za energetiko Univerze v Mariboru npr. pripravlja prikaz delovanja motorja z notranjim zgorevanjem, predstavitev kvadrokopterja za izvajanje meritev v energetiki in prikaz delovanja 3D-tiskalnika. Potekalo bo tudi tekmovanje osnovnošolcev in srednješolcev v graditeljskih spretnostih.



Ob zanimivih razstavnih vsebinah bodo poslovne in strokovne obiskovalce iz Slovenije, Avstrije, Hrvaške in Madžarske vabila poslovna in strokovna srečanja. Na prvi sejmski dan bo v organizaciji Društva za ceste Ljubljana v sodelovanju z Društvom za ceste severovzhodne Slovenije organiziran strokovni posvet z naslovom Sodobna prometna infrastruktura, priložnost za močan gospodarski razvoj severovzhodne Slovenije. Predstavil bo načrtovane projekte posodobitve železniške in cestne infrastrukture v SV Sloveniji do leta 2021, vplive uvajanja E-mobilnosti v Sloveniji na potrebne dograditve infrastrukture in druge aktualne projekte. Kooperacijsko srečanje B2B MEET4BUSINESS MEGRA 2018 bo poskrbelo za nove mednarodne poslovne povezave med investitorji in izvajalci. Inštitut za javne službe pripravlja strokovni posvet pod geslom Komunala v dobro občanov. Poudarek bo na predstavitvi dobrih praks in digitalizaciji. Ekosklad bo nudil energetska svetovanja, Gradbeni inštitut ZRMK pa neodvisna in celovita svetovanja arhitektov, gradbenih in energetskih strokovnjakov. Predstavil bo tudi nagrajence z znakom kakovosti v graditeljstvu 2018.

Več informacij:

Robi Fišer, projektni vodja MEGRA, telefon: 02/564 2113, e-pošta: robi.fiser@pomurski-sejem.si

Zelena za prihodnost

Sočasno s sejmom MEGRA bo potekal Mednarodni sejem trajnostnih tehnologij



in zelenega življenjskega sloga GREEN. Na stičišču Slovenije z Avstrijo, Hrvaško in Madžarsko bo četrtič povezal znanstvenike, inovatorje, vladne in nevladne ustanove, podjetja, ponudnike in potrošnike, ki želijo v prihodnost zapisati zeleno sled. Na razstavnih prostorih bo predstavljal inovativne trajnostne dosežke in etične poslovne modele.

S strokovnimi srečanji in razstavami bo poskrbel za izmenjavo smelih zamisli, prodornih raziskav in navdušujočih praks s področja zelenih tehnologij, izkoriščanja obnovljivih virov energije, varovanja in sanacije okolja, trajnostnega urbanizma ter gradbeništva. V strokovnem delu dogajanja bo sodelovalo Ministrstvo za okolje in prostor.

Letos Slovenija predseduje nadzornemu odboru Luksemburške deklaracije (skupina EU držav) na po-



dročju socialne ekonomije. Ob tem je bil Maribor razglašen za evropsko prestolnico socialne ekonomije. Zato bo na sejmu GREEN organiziran Kotiček socialne ekonomije. V njegovem okviru se bodo predstavila podjetja socialne ekonomije (samostojni podjetniki, zadrage, kooperative, zavodi, društva, družbe z omejeno odgovornostjo), ki dajejo pred dobičkom prednost pozitivnim družbenim in okoljskim učinkom.

Več informacij:

Boris Nicolas Erjavec, projektni vodja GREEN, telefon: 02/564 2115, e-pošta: boris.erjavec@pomurski-sejem.si

Nove tehnologije skrbi za zdravje

Sejem MEDICAL organizira Pomurski sejem v sodelovanju z Združenjem SLO-MED, ki



povezuje proizvajalce in distributerje medicinskih pripomočkov v okviru GZS Podjetniško-trgovske zbornice. Pri organizaciji sejma in strokovnih predstavitev sodelujejo krovne državne institucije, zavodi, zveze in društva bolnikov ter nacionalne invalidske in humanitarne organizacije, ki zagotavljajo bogato, s stroko in izkušnjami podprto dogajanje.

Letos bo sejem MEDICAL še posebej odgovarjal na vprašanja dolgožive družbe, dolgotrajne oskrbe in celostne obravnave pacienta. Predstavil bo proaktivno skrb za zdravje na delovnem mestu in možnosti za vključevanje gibalno in senzorno oviranih oseb v vsakdanje življenje. Ponujal bo najsodobnejše medicinske in rehabilitacijske pripomočke, instrumente, naprave in storitve, zdravila in preparate. Pestra bo tudi ponudba dietetike, preventive, zdravega življenjskega sloga in bivanja, zdravilstva in integrativne medicine.

Posebna pozornost bo posvečena prikazu inovacij, digitalizacije in novih tehnologij v zdravstvu. V tem sklopu bo še posebej izstopala predstavitev nadgradnje projekta Bionski človek. Janez Škrlec, inženir mehatronike, član Sveta za znanost in tehnologijo RS za obdobje 2014–2018, ki je bil za povezovanje gospodarstva in znanosti, za spodbujanje inovacij in tehnološkega razvoja ter prenosa novih tehnologij v

gospodarstvo že večkrat nagrajen, bo v sklopu razstave Bionski človek skupaj s svojimi partnerji (inštituti, fakultetami, strokovnimi šolami in drugimi) predstavil nove podporne tehnologije v sodobni medicini. Prikazani bodo dinamični vsadki, črpalke in senzorski sistem, ki so povezani z bioniko, mikro- in nanotehnologijami. V okviru predstavitve bodo prikazane tehnologije: MEMS, BioMEMS, NEMS, MOEMS in druge. Predstavljen bo tudi nadgrajeni bionski človek – lutka za izobraževalne namene, predvsem bodočih inženirjev bionike in medicinske tehnike. Laboratorij za sistemsko programsko opremo, ki ga na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru vodi prof. dr. Aleš Holobar, bo predstavil vmesnike za neinvazivno spremljanje in vizualizacijo aktivnosti skeletnih mišic med rehabilitacijo in vadbo. Predstavitev novih tehnologij in inovacij podpira tudi Direktorat za znanost na Ministrstvu za izobraževanje, znanost in šport. Ob razstavi bo inženir Janez Škrlec organiziral spremljevalne predstavitve novih tehnologij in inovacij v medicini. Na otvoritveni dan, 17. aprila, bo na razstavnem prostoru potekala medijska predstavitev tehnoloških dosežkov v medicini, ki imajo izreden pomen tudi v svetovnem merilu.

Med drugimi zanimivimi strokovnimi dogodki omenimo okroglo mizo na temo dolgotrajne oskrbe in strategije dolgožive družbe v organizaciji Ministrstva za zdravje v sodelovanju z Ministrstvom za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti. SLO-MED organizira predstavitev modernih oblog za oskrbo kroničnih ran. V organizaciji Združenja za integrativno



medicino Slovenije bo potekala javna konferenca o odnosu medicine, zdravilstva in znanosti. Napovedana so strokovna srečanja za zdravnike, NIJZ, Zdravniške zbornice in Slovenskega zdravniškega društva, predavanja in delavnice o demenci ter o konoplji v zdravstvene namene. Združenje laboratorijske zobne protetike bo prikazalo vzorčni laboratorij. Prednosti refleksoterapije bo predstavila GZS PTZ, Sekcija refleksoterapevtov.

S svojim razstavnim programom in dogajanjem bo MEDICAL 2018 nagovarjal tako medicinsko osebje in strokovne delavce kot tudi bolnike in tiste, ki skrbijo za svoje in za zdravje bližnjih. Omogočal in vzpodbujal bo izmenjavo izkušenj med naštetimi ter proizvajalci in ponudniki medicinskih izdelkov in storitev. Povezoval jih bo s poslovnimi predstavitvami, strokovnimi srečanji, s strokovnimi medicinskimi

svetovanji ter s praktičnimi zdravstvenimi delavnica-mi. Obiskovalcem bo ponudil obilico zdravega dogajanja in koristnih strokovnih nasvetov. Zagotavljal bo strokovno podporo invalidom, bolnikom z različnimi kroničnimi boleznimi in njihovim svojcem. Predstavil bo učinkovite preventivne programe za odrasle ter promoviral telesno dejavnost za zdravje. Obiskovalci bodo lahko na enem mestu opravili številne meritve zdravstvenih parametrov, darovali kri na krvodajalski akciji, poskrbeli za dobro počutje ob izbrani ponudbi dietetičnih in zdravih jedi v Zdravi kuhinji.

Več informacij:

mag. Vesna Dajčman, projektni vodja sejma MEDICAL, telefon: 02/564 2118, e-pošta: vesna@pomurski-sejem.si

www.pomurski-sejem.si

SODELUJOČI PARTNERJI NA SEJMU MEDICAL NA RAZSTAVNEM PROSTORU »INOVACIJE V MEDICINI IN BIONSKI ČLOVEK«

Razstavni prostor in predstavitev vodi **Janez Škrlec**, Razvojno-raziskovalna dejavnost, član Sveta za znanost in tehnologijo Republike Slovenije.

Partner sejemske predstavitve je: **Direktorat za znanost – Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport.**

Sodelujoči:

- | | |
|---|--|
| ▶ Institut Jožef Stefan | ▶ CO NANOCENTER |
| ▶ FERI – Univerza v Mariboru | ▶ CO NAMASTE |
| ▶ Fakulteta za elektrotehniko, Univerze v Ljubljani | ▶ NANOTUL, d. o. o. |
| ▶ Kemijski inštitut v Ljubljani | ▶ EKOTEN, d. o. o. |
| ▶ Nacionalni inštitut za biologijo v Ljubljani | ▶ MyCol, d. o. o. |
| ▶ CTT | (spin off podjetje Kemijskega inštituta) |
| ▶ SIS EGI | ▶ Bucik, d. o. o. |
| ▶ Višja strokovna šola ŠC Ptuj | ▶ Savvy, d. o. o. |
| ▶ Visoka strokovna šola za bioniko na Ptuj | ▶ Skylabs, d. o. o. |
| ▶ Dobre rešitve, d. o. o. | |
| ▶ INTRI, d. o. o. | |
| ▶ Makro Team, d. o. o. | |
| ▶ ROTO, d. o. o. | |
| ▶ INEA, d. o. o. | |
| ▶ EUREL, d. o. o. | |

Medijski partnerji:

- ▶ Revija Ventil
- ▶ IRT 3000
- ▶ Avtomatika
- ▶ Priloga Večera-KVADRATI

Conference for IKT electronics and mechatronics Kranjska Gora, Slovenia hotel Ramada

1.day 31.05.2018

8:00 - 8:25

Registration

8:30 - 8:55

Organizers' greeting
Keynote speaker

9:00 - 9:55

EMC SIQ

10:00	Dvorana Planica		Ovalna dvorana	
11:30	EMC WURTH A1	LT Spice hands-on Analog devices B1	Microchip IoT EBV C1	Farnell element14 " D1
11:45	Coffee break	Coffee break	Coffee break	Coffee break
	EMC WURTH A2	Switch mode PSU topologies Analog devices B2	STM IoT EBV C2	Rutronik D2
13:30	Lunch	Lunch	Lunch	Lunch
15:00	Automotive Rutronik A3	Power Supply Modules Ardis B3	EBV IoT EBV C3	Arrow D3
16:45	Entertainment			
20:00	Dinner			

Conference for IKT electronics and mechatronics

2.day 01.06.2018



	Dvorana Planica		Ovalna dvorana		Dvorana
8:00	A4	B4 3D Metal Printing 3Way	C4 3D Experience CAD/CAM Group	D4 NB IoT Ardis	E5 Android 1
9:30	Coffee break	Coffee break	Coffee break	Coffee break	Coffee break
9:45	A5 LoRa , NB IoT SEMTECH	B5 3D Scanning 3Way	C5 Mentor graphics CAD/CAM Group	D5 Advance use of oscilloscopes Rohde Schwarz	E5 Android 2
11:15	Coffee break	Coffee break	Coffee break	Coffee break	Coffee break
11:30	A6 AVNET ABACUS	B6 CAD/CAM SW Solid World	C6 HTEUREP Altium designer 18	D6 Advance use of oscilloscopes Rohde Schwarz	E6 Android 3

13:00

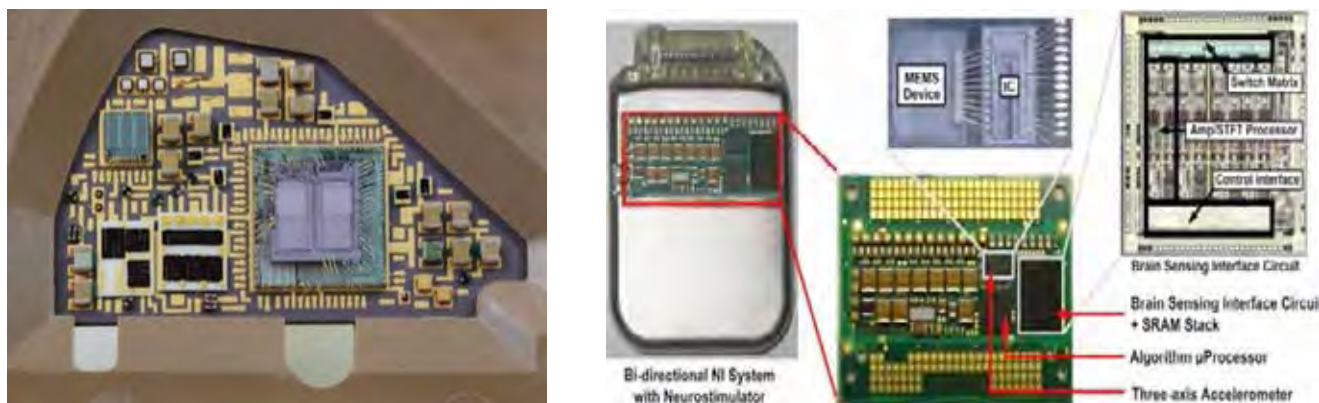
Conclusion with farewell snack



ENERGETSKI SISTEMI IN NAPAŽANJE DINAMIČNIH MEDICINSKIH VSADKOV

Janez Škrlec

Napažanje dinamičnih implantabilnih medicinskih vsadkov (ang.: Implantable Medical Devices – IMD) in zagotavljanje njihove stabilne energetske preskrbe sta v svetu kljub številnim novim tehnologijam in mnogim drugačnim rešitvam še vedno zelo aktualna problema. V zadnjih nekaj letih pa se obetajo povsem nove tehnološke rešitve, ki so povezane z novimi materiali, mikro- in nanotehnologijo in tudi z novimi pristopi reševanja težav električnega napažanja IMD.



Slika 1 : Pogled v notranjost dinamičnih medicinskih vsadkov

Velik napredek je viden tudi na področju biomaterialov, ki omogočajo miniaturizacijo senzorjev in kompatibilnost naprav, ki jih je mogoče in vivo vgraditi v človeško telo. Te naprave imajo različne funkcije od funkcij bioloških preiskav, diagnosticiranja in zdravljenja. Danes so številne kronične bolezni obravnavane z IMD po vsem človeškem telesu, od možganov, slušnega in vidnega sistema, srca, pljuč, želodca, požiralnika, kolenskih sklepov, mehurja in drugih organov. Doslej so bili največji izzivi za omejitve velikost IMD, poraba električne energije in težka dostopnost za zamenjavo ali dopolnitev obstoječe baterije. V preteklosti so se za napažanje IMD uporabljali predvsem litij-ionski akumulatorji. Njihova življenjska doba se je gibala nekje od 5 do 10 let. Potencialni viri so bile biološke gorivne celice za pridobivanje električne energije iz obnovljivih biološko razgradljivih materialov, npr. glukoza.

Celice, ki temeljijo na encimih, lahko sicer delujejo v blagih pogojih, ustvarjajo majhne moči, nekaj milivatov, in lahko napažajo srčne spodbujevalnike, srčne de-

fibrilatorje in sisteme za dostavo zdravil. V preteklosti so se neko obdobje za napažanje IMD uporabljale tudi tipske jedrske baterije, katerih delovanje je temeljilo na preneseni energiji, ki jo oddajajo delci radioaktivnih izotopov. Ker se električna poraba z miniaturizacijo IMD znižuje, se iščejo tudi alternativne oblike napažanja z elektrostatičnimi in elektrodinamičnimi generatorji in tudi z generatorji s termoelektričnim učinkom pridobivanja električne energije. V človeškem telesu namreč obstajajo potencialne temperaturne razlike med različnimi deli telesa, ki tvorijo temperaturne gradiente. Ker je človeško telo neomejen vir toplotne energije, je življenjska doba teh generatorjev (kljub relativno majhnim izkoristkom) tudi naravno neomejena.

Kot dobra alternativa za ustvarjanje električne energije za IMD so se pokazali tudi piezoelektrični generatorji, ki jih razvrščajo v dve kategoriji: ena za neprekinjene gibe, ki jih ustvarjajo dihanje, pretok krvi ali utripanje srca, in druga kategorija, pri kateri se mehanska energija preko piezogeneratorja generira s hojo ali gibanjem rok. Kot odlična rešitev pa se v zadnjem času predstavlja rešitev z nanopiezo generatorji. Zelo aktualni so danes tudi sistemi z zunanji enotami za neprekinjen prenos energije, saj gre za vedno večje potrebe po komunikaciji med IMD-ji in

Janez Škrlec, inž., Razvojno raziskovalna dejavnost, Zg. Polskava, član Sveta za znanost in tehnologijo RS

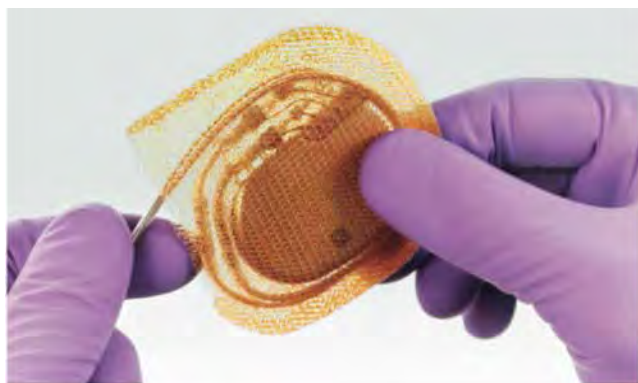


Figure 4 (above): The AIGISx Antibacterial Envelope is an open-weave, knitted polypropylene mesh coated with a polymer that carries rifampin and minocycline. Among the pouch's indications is improving device stability in the pocket by reducing device migration and rotation.



From Medtronic.com Resources

Slika 2 : Tipični dinamični vsadek, vstavljen v zaščitno antimikrobno prevleko – pogled na razstavljen dinamični vsadek ICD

pametnimi napravami. Električna energija se lahko pošilja skozi tkiva optično, mehanično in elektromagnetno ter ultrazvočno.

Za ultrazvočno tehnologijo je v zadnjih letih večji interes, predvsem zaradi prednosti v primerjavi z drugimi tehnologijami glede učinkovitosti in odpornosti proti elektromagnetnemu sevanju iz drugih naprav. Ultrazvočni pretvornik je namreč mehansko vzbujan z zunanjim ultrazvočnim virom z uporabo ultrazvočnega pretvornika, ki lahko deluje na kapacitivni ali piezoelektrični način. Ultrazvočni sistem se lahko danes izdelata tudi s tehnologijami MEMS.

Zagotovo pa prihajajo časi velikih tehnoloških sprememb, ki bodo povezani z e-zdravjem in z internetom stvari (IoT). Tu bodo seveda ključne nove komponente z izjemno občutljivimi biosenzorji in nanobiosenzorji, nizkoenergetskimi integriranimi vezji z ekstremno zanesljivo brezžično komunikacijo ter z energetsko učinkovitimi in zanesljivimi viri. Vrsta teh sistemov bo integrirana tudi v bioničnega človeka, ki je bil letos predstavljen na Stičišču znanosti in gospodarstva in v okviru programa sejma Feel the future in ne bo le za izobraževalne namene inženirjev bionike, ampak tudi za razvoj in uporabo naštetih tehnologij.

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

13. STROKOVNA KONFERENCA RAČUNALNIŠKA OBDELAVA SLIK IN NJENA UPORABA V SLOVENIJI 2018 – ROSUS 2018



Računalniška obdelava slik in njena uporaba v Sloveniji 2018 (ROSUS 2018) je strokovna računalniška konferenca, ki jo od leta 2006 naprej vsako leto organizira Inštitut za računalništvo na Fakulteti za

elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Univerza v Mariboru (UM-FERI). Konferenca povezuje strokovnjake in raziskovalce s področij digitalne obdelave slik, računalniškega in strojnega vida z uporabniki tega znanja, pri čemer uporabniki prihajajo iz raznovrstnih industrijskih okolij, biomedicine, športa, zabavnštva in sorodnih področij. ROSUS 2018 ne želi le demonstrirati, da avtomatska obdelava digitalnih slik in video posnetkov zaradi svoje natančnosti in hitrosti prinaša velike ekonomske koristi, ampak tudi dokazati, da aplikacije računalniške obdelave slik nudijo nove priložnosti za uveljavitev na trgu visokih tehnologij. 13. strokovna konferenca ROSUS 2018 bo v četrtek, 22. marca 2018, na UM-FERI (predavalnica G2-Beta). Novost letošnje konference bo demonstracijska sekcija z naslovom »Zajem slikovnega materiala: Praktični nasveti strokovnjakov«.

<https://rosus.feri.um.si/>



SEJEM MEGRA

**MEDNARODNI SEJEM
GRADBENIŠTVA, ENERGETIKE,
KOMUNALE IN OBRTI**

4. - 7. 4. 2018, Gornja Radgona

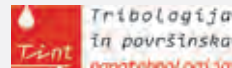
3. mednarodna konferenca o
TRIBOLOGIJ POLIMEROV**PolyTrib****2018****13. – 14. september 2018**
Grand Hotel Bernardin, Portorož

| KONTAKT |

SLOVENSKO DRUŠTVO ZA TRIBOLOGIJO

Prof. dr. Mitjan Kalin – predsednik konference
Joži Sterle – tajništvoBogišičeva 8
1000 Ljubljana
SlovenijaTel.: +386 1 4771 460
Fax: +386 1 4771 469E-mail: polytrib@tint.fs.uni-lj.si
Web: www.tint-polytrib.com

| SPONZORJI |

Sponzorje/razstavljalce vabimo k sodelovanju na konferenci. Za več informacij nas prosim kontaktirajte na polytrib@tint.fs.uni-lj.si.

| SEKCIJI POSVEČENI POLIMERNIM ZOBNIKOM |

Poleg tematik, povezanih s polimeri in njihovimi tribološkimi aplikacijami, bo na konferenci PolyTrib 2018 posebna pozornost v obliki ločenih sekcij posvečena **polimernim zobnikom**.

Namen konference je predstaviti trenutno stanje razvoja na tem področju in ga primerjati s specifično problematiko ter zahtevami v industrijskem in drugih sektorjih.

Razprave in prispevki, povezani s **testiranjem polimernih zobnikov**, njihovim **konstruiranjem**, **proizvodnjo** (izdelovanje orodja, brizganje, itd.), **perspektivnimi materiali**, **standardi** in **tribologijo** polimernih zobnikov, so zelo dobrodošli.

www.slovenia.info, foto: Ubald Trnkoczy

6. VECTOR[®] AWARD: SKUPNA POBUDA PO VSEM SVETU

Vector[®] award je natečaj podjetja igus[®], na katerem lahko sodelujejo strokovnjaki z vsega sveta. Nagrajence bo izbrala strokovna žirija, ki jo sestavljajo predstavniki s področja znanosti, strokovnih medijev in združenj. Razglasitev bo na Hannovrskem sejmu 2018 (23.–27. april).



Pogoji sodelovanja in prijava

Prijavljene projekte z uporabo sistemov energijskih verig (energy chain[®]) iz umetnih mas bo pregledala neodvisna strokovna žirija, ki jo sestavljajo strokovnjaki z raziskovalnega področja, predstavniki strokovnih publikacij in proizvajalci. Iščemo rešitve, uporabljene v industriji, ki jih odlikujejo tehnična in ekonomska učinkovitost, inovativnost in kreativnost.

Prijavite lahko aplikacije, pri katerih so uporabljene energijske verige (energy chains[®]), narejene iz trdne umetne mase in mešanic plastičnih zmesi, vključno z vsemi primesmi. S prijavo na natečaj prijavitelj potrjuje, da prijavljeno podjetje dovoljuje uporabo podatkov o aplikaciji za namene različnih objav, poročil in oglaševanj.

Vabljeni!

Ne pozabite: zadnji dan za prijavo je 23. februar 2018. Prijava preko spleta: www.vector-award.eu.

Stojan Drobnič,
HENNLICH d.o.o., Kranj

Iščemo: nove in kreativne aplikacije ...

Sodobne energetske verige predstavljajo osrčje strojništva in avtomatizacije. Zagotavljajo varen dovod energije, podatkov, signalov in medijev in so pri tem ves čas v gibanju.

Vsestranske verige so uporabne pri inženiringu z žerjavi, v proizvodnji strojnega orodja, robotih za industrijsko uporabo in v laboratorijski tehnologiji.



Zlati vector: robot za vrtalno ploščad

Ta inovativni robot za naftne vrtalne ploščadi dela popolnoma samostojno – izbere primerne vrtalne elemente, jih namesti v ustrezen položaj in uporabi. Pri robotu je med drugimi uporabljenih več sistemov RBR z e-verigami (e-chain[®]) v zglobovih robota, ki skrbijo za oskrbo z energijo, podatki in mediji.



Srebrni vector: izdelava orodja in modelov

Na 7. osi tega orodjarskega stroja je uporabljen multirotacijski modul (MRM) podjetja igus[®], s katerim se izvajajo obrati do 720 stopinj. S tem sta zagotovljena hitro vrtenje za 180 °/s in pospešek 30 °/s² z izjemno hitro spremembo smeri.



Bronasti vector: sistemska tehnologija

Za samodejen pomik razdelilnika betona do pralne postaje v obratu za proizvodnjo betona se uporabljata drugi sistem e-verig in žlebov. Veriga krajšega pomičnega žleba je blokirana, veriga z žlebov pa se samodejno pomika nad drugim sistemom.

HIDRAVLIČNA TESNILA, TESNILNE MASE IN TESNILNI TRAKOVI



Slika 1 : Hidravlična tesnila (a), tesnilne mase (b) in trakovi (c)



Podjetje S3C, d. o. o., oskrbuje svoje kupce z učinkovitimi in trpežnimi hidravličnimi tesnili, tesnilnimi masami in trakovi različnih proizvajalcev (slika 1).

Tesnila za hidravliko in tesnila za vodne črpalke, ki jih podjetje uvršča v svoj prodajni program, so odporna na zelo visoke obremenitve. Razlikujejo se glede na materiale (trda plastika, PTFE, najlon, aluminij, baker in drugo), načinu vgradnje, premeru in temperaturnem območju delovanja. Ustrezno tesnjenje naprav je mogoče zagotoviti le s kakovostnim in predvsem primerno izbranim tesnilom.

Poleg tesnil za hidravliko in pnevmatiko podjetje v svoj prodajni program uvršča tudi tesnilne mase. Odlikuje jih izvrsten oprijem in s tem optimalna zaščita pred uhajanjem tekočine.

Tesnilni trak je primeren tako za tesnjenje togih kot gibljivih cevi za vodo in hidravlične črpalke. Še po-

sebej kakovosten je tesnilni trak Loctite, ki se v hipu oprime izbrane površine in učinkovito prepreči uha-
janje tekočine. Uporabljati pa ga je mogoče tudi za izolacijo kablov.

Celotno ponudbo tesnil za hidravlične črpalke kupci najdejo na spletni strani podjetja oziroma v spletni trgovini: <http://www.s3c.si/>, kjer so na voljo tudi vse informacije in tehnični podatki o določeni vrsti tesnil. Na voljo so različna tesnila: DN 15, DN 40, DN 100 itd.

Podjetje v svoj program prodaje vključuje bogat nabor kakovostne in cenovno konkurenčne opreme za hidravliko in pnevmatiko v povezavi s svojimi partnerji iz tujine. Kupci si izdelke lahko ogledajo na spletni strani in kupijo v spletni trgovini.

Vir:

S3C, d. o. o., Tržaška cesta 116, 1000 Ljubljana, 01/423-22-22, faks 01/423-22-00, e-pošta info@s3c.si



SEATEC 2018 – SPODBUDA ZA OBNOVITEV TRGA ČOLNOV IN JADRNIC

Edina italijanska razstava sestavin in opreme za industrijo čolnov in jadrnic ter predlogov za druge sektorje, povezane s plovbo, jadranjem in čolnarjenjem, razširja svoje dejavnosti na področje izobraževanja in tečajev.

Seatec je razstava tehnologije, sestavin, razvoja in projektiranja za področja čolnarjenja, jadranja in velikih jaht, ki jo že 16. leto organizira sejemska podjetje *IMM Carrara Fiere*. Prireditve je namenjena predvsem Italiji in južni Evropi.

Datum prireditve

Seatec 2018 bo od 5. do 7. aprila. Razstava bo odprta od torka do sobote in tako prirejena potrebam profesionalnih obiskovalcev.

Križne inovacije

»Cross-Sector innovation« so novost letošnje razstave. Prireditve bo združila nova zagonska podjetja, ki so pričela z delom že leta 2017, in jim zagotovila pomoč pri prenosu tehnologije in razvojnih potencialov na področju ladijskih sestavin in naprav. Prireditve bo ponudila nove priložnosti sodelovanja na področju raziskav in razvoja ter prenosa tehnologij med različnimi sektorji.

Tehnologija ni problem

Razstavljalci vladno vabijo tehnike na ogled sejma Seatec in ponujajo pomoč pri reševanju njihovih tehničnih problemov. Seatec vabi podjetja, da z enim ali več strokovnjaki izkoristijo možnost skupnega reševanja problemov, s katerimi se pogosto ukvarjajo v ladjedelnicah. Podjetja, ki ponujajo tovrstno pomoč, bodo vrhunec prireditve »TechNOproblem«, logotip na razstavnih prostorih in odrih sejma.

Konference in možnosti izobraževanja

Seatec 2018 želi izkoristiti možnosti srečanj na konferencah, ki so uveljavljene že od začetka razstav, in sprožiti delovanje »Seatec-Academy«, izobraževalne ponudbe, namenjene ladjedelniški industriji in potrebam *CFP Professional Training Credits* – strokovnim izobraževalnim kreditom, ki jih zahtevajo strokovna združenja, kot so društva inženirjev in arhitektov – ladijskih projektantov.

Nagrade in priznanja

Seatec organizira in podeljuje nagrade *Qualitec Technology and Qualitec Design* za razstavljene izdelke



in priznanja M.Y.D.A za projektiranje oz. izvedbe jaht kot veljavne kriterije za ocene ladjedelnic. Nagrade so najvišja priznanja za najboljše konstrukcijske in tehnološke rešitve.

Ekološka prijaznost

Že od samega začetka Seatec podpira zeleno usmerjenost podjetij in njihovo skrb za okolje.

Delegacije tujih operaterjev

Tudi letos glede na odgovore povabljenih operaterjev organizatorji pričakujejo vsebinsko bogata srečanja, imenovana »Rich B2B calendar«, organizirana za razstavljalce Seatec in Compotec. Delegacije bodo sestavljali predstavniki ladjedelniške industrije, vzdrževalcev in dobaviteljev iz vseh držav sveta ter predstavnikov podporne industrije, npr. industrije kompozitnih materialov.

Vir:

Franzoni, R.: SEATEC 2018 plays the Marcet Revival – SEATEC Press Office, IMM Carrara SpA, V. le G. Galilei 133, 54033 Maarina di Carrara (MS), Italia; tel.: +39 0585 787963, e-pošta: g.monti@carrara.fiere.it

O + P REPORT FLUIDTECHNIK 2017

Nemška revija za hidravliko in pnevmatiko – *Ölhydraulik und Pneumatik* – vsako leto poleg rednih mesečnih izdaj (nekateri so dvomesečne) nadaljuje tudi z redno izdajo dveh posebnih izdaj. Prva je navadno namenjena aktualnemu priročniku za konstruiranje in projektiranje – *Konstruktions-Jahrbuch* – druga izdaja pa kot reporter – *O+P Report – Fluidtechnik* – predstavlja najnovejšo ponudbo sestavin, zlogov, vezij in naprav fluidne tehnike.

Tako O + P Reporter 2017 na 66 straneh predstavlja okoli 330 sodobnih izdelkov fluidne tehnike, navadno s fotografijo, opisom izvedbe, podatki o tehničnih lastnostih ter namenom in načinom uporabe. Seveda sta ob tem navedena ime ponudnika in njegov spletni naslov. Poleg tega je objavljenih še okoli 30 reklamnih oglasov in 22 podrobnejših predstavitev pomembnejših ponudnikov z navedbo njihovega imena, logotipa, izčrpnega naslova in programa ponudbe.

Pregledni seznam ponudbe izdelkov je razdeljen na uvodni oglas za pogone in krmiljenje vodogradbenih objektov – *Antriebe: Hydraulikzylinder für den Stahl-*

wasserbau – s poudarkom na velikih hidravličnih valjih za brane in zapornice ter pet poglavij s predstavitevijo posameznih skupin izdelkov:

- ▶ aksialne batne, radialne batne, zobniške z notranjim ozobjem in krilne črpalke ter hidravlični agregati;
- ▶ hidrostatični motorji s poševno gredjo, zasučni pogoni, pogoni stiskalnic za štancanje, hidravlični valji za velike obremenitve;
- ▶ drsniki ventili, krmilne palice, proporcionalni potni ventili, ojačevalniki moči;
- ▶ merilni pretvorniki tlaka, senzorji nagiba in pospeška, tlačna stikala;
- ▶ zavore, tesnilke, ležaji, montažne tračnice, cevni priključki, hitre cevne sklopke, kovinski in plastični polizdelki.

Zal.:

Vereinigte Fachverlage GmbH – Vertrieb – Postfach 100465, 55135 Mainz, BRD; tel.: +06131/992-0, faks: +06131/992-100; e-pošta: vertrieb@vfmz.de, internet: www.engineering.news.net

FLUIDNA TEHNIKA V LADJEDELNIŠTVU

Revija *Fluid* v svoji jubilejni izdaji objavlja posebno prilogo Fluidna tehnika v ladjedelništvu (*Fluid Spezial Schiffbau*). Na 23 straneh v desetih prispevkih obravnava vprašanja razvoja, zasnove, izvedbe in uporabe fluidnotehničnih sistemov in naprav na ladjah. Prispevki obravnavajo naslednje vsebine:

- ▶ branža in ladjedelništvo,
- ▶ digitalizacija v ladjedelništvu,
- ▶ zamenjava orodij na področju pomorstva,
- ▶ proporcionalna tehnika v ladjedelništvu,

- ▶ ladijski vijaki in CFD-simulacije,
- ▶ hidravlični akumulatorji z mehom za ekstremne razmere,
- ▶ cevne zveze v ladijski hidravliki,
- ▶ majhni elektrohidravlični agregati,
- ▶ ventili – protieksplzijska zaščita na morju,
- ▶ monitoring na ladjah.

Vir:

Avtorski kolektiv: Fluid Spezial – Schiffbau – Fluid 50 (2017), 07–08, str. 63

POSVET

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2018 - ASM '18

5. decembra 2018

na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani

INSTITUT »JOŽEF STEFAN« S POMOČJO KONZORCIJA ZA PRENOS TEHNOLOGIJ IZ JRO V GOSPODARSTVO STREMI K POVEČANJU BLAGINJE SLOVENIJE

Institut »Jožef Stefan« je bil izbran na javnem razpisu Spodbujanje dejavnosti prenosa znanja preko delovanja pisarn za prenos tehnologij, ki ga je junija 2017 objavilo Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport.

Institut »Jožef Stefan« je vodja projekta, katerega vrednost sofinanciranja do leta 2022 znaša 6 milijonov evrov; ostali partnerji v projektu pa so: Univerza v Ljubljani, Univerza na Primorskem, Univerza v Mariboru, Kemijski inštitut, Nacionalni inštitut za biologijo, Kmetijski inštitut Slovenije, Fakulteta za informacijske študije v Novem mestu.



Namen projekta Konzorcij za prenos tehnologij iz javnih raziskovalnih organizacij (JRO) v gospodarstvo (KTT), ki ga sofinancirata Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj, je spodbuditi krepitev povezav in sodelovanja med javnimi raziskovalnimi organizacijami in gospodarstvom ter krepitev kompetenc pisarn za prenos tehnologij (TTO), raziskovalcev in podjetij. Hkrati želimo s projektom krepiti komercializacijo že razvitih znanstvenih rešitev, spodbujati povpraševanja ter krepitev razvojnih kompetenc, saj se s tem spodbudi proces prenosa znanstvenih odkritij iz JRO v podjetja z namenom nadaljnjega razvoja in komercializacije. In, kar je ključno – to pomeni prenos v javno korist in gospodarsko izrabo za povečanje družbene blaginje in vpliva na ustvarjanje nove vrednosti.

Cilj projekta je vzpostavitev konzorcija na področju celotne Slovenije, ki bo združil pisarne za prenos tehnologij JRO, z operacijo spodbujal in krepil strateško patentiranje ter lajšal prehod znanstvenih spoznanj v gospodarsko prakso in posledično pospeševal gospodarsko izkoriščanje izumov iz JRO. Cilj projekta je hkrati tudi dvigniti nivo strokovnosti dela ter njegovo učinkovitost v TTO ter povezati slovenske TTO, kar bo privedlo do realizacije glavnega cilja projekta, to je izboljšanja rezultatov trženja z javnimi raziskavami pridobljenega znanja JRO z učinkom na celotno Slovenijo. Posledice (indirek-

tne, dolgoročne in v okviru projekta nemerljive) povečanega deleža inovacijsko aktivnih podjetij bodo gospodarska rast in delovna mesta.

Institut »Jožef Stefan« v konzorciju sodeluje z namenom, da interno konsolidira svojo že sedaj dobro razvito in delujočo TTO ter vodi vse delujoče TTO v Sloveniji, da se vzpostavijo kolegialne in odprte tvorbe posameznih TTO v Sloveniji, ki so skupaj sposobne pokriti potrebe raziskovalcev in gospodarstva po storitvah s področja prenosa tehnologij.

Na Institutu »Jožef Stefan« projekt vodi Center za prenos tehnologij in inovacij, katerega primarna naloga je prenos tehnologij in inovacij z Instituta »Jožef Stefan« v gospodarstvo. Ob tem organiziramo in izvajamo različna predavanja in seminarje, hkrati pa delujemo tudi kot organizator vsakoletne Mednarodne konference o prenosu tehnologij. Temeljni cilj Centra za prenos tehnologij in inovacij na Institutu »Jožef Stefan« je povečanje pretoka znanja in tehnologij v domače in tuje gospodarstvo ter promocija Instituta kot centra odličnosti za tehnološki napredek.

Družbeno-ekonomski vpliv projekta je po predvidevanjih velik, saj posredno prenos znanja in tehnologij močno vpliva na rast slovenskega gospodarstva in s tem na nova delovna mesta, hkrati pa se bo z delovanjem projekta povečalo število pod-



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
ZNANOST IN ŠPORT

Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj ter Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport, Republika Slovenija. Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa za izvajanje evropske kohezijske politike v obdobju 2014-2020, prednostne osi 1 Krepitev raziskav, tehnološkega razvoja in inovacij.

jetij, ki sodelujejo s TTO in z JRO ter raziskovalci, kar bo imelo neposreden pozitiven vpliv na mnenje deležnikov o znanosti ter njenem pozitivnem vplivu na družbo, povečalo pa se bo tudi število povezav z ostalimi deležniki v podpornem okolju – z bolj sistematičnim sodelovanjem s TP in UL. V obveščanje pa bomo vključili tudi regionalne gospodarske zbornice, regionalne razvojne agencije, Vem točke in podobno ter aktivno sodelovali pri vzpostavljanju enotnega podpornega sistema za inovacije v Sloveniji.

Prepričani smo, da se bomo v okviru projekta še tesneje povezali z okoliškimi in tudi drugimi sloven-

skimi in tujimi podjetji ter jih temeljito seznanili s tem, kako lahko sodelujejo z JRO, kakšna znanja ponujajo JRO, kakšne probleme jim lahko rešijo strokovnjaki iz JRO. Vse to pa predstavlja tudi kamenček v mozaiku širše družbene zavesti – tudi pri zavedanju o tem, da ni jasne meje med »aplikativno« in »temeljno« znanostjo.

Mag. Marjeta Trobec,
dr. Špela Stres,
Urška Mrgole,

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

OGLAŠEVALCI

- | | |
|---|---|
| ▶ AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana.....18, 31 | ▶ PH Industrie-Hydraulik GmbH,
Spröckhovel, Nemčija.....13 |
| ▶ CELJSKI SEJEM, d. d., Celje.....4, 59 | ▶ POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o., Žiri.....1, 2 |
| ▶ DOMEL, d. d., Železniki.....81 | ▶ POMURSKI SEJEM, d. d., Gornja Radgona.....20, 54 |
| ▶ DAX, d. o. o., Trbovlje.....1, 83 | ▶ PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana.....1, 11 |
| ▶ DVS, Ljubljana.....36 | ▶ PROFIDTP, d. o. o., Škofljica.....55, 63 |
| ▶ FESTO, d. o. o., Trzin.....1, 84 | ▶ S3C, d. o. o., Ljubljana.....1 |
| ▶ HENNLICH, d. o. o., Podnart.....75 | ▶ STÄUBLI Systems, s.r.o., Pardubice, CZ.....49 |
| ▶ ICM, d. o. o., Celje.....25, 63 | ▶ STROJNISTVO.COM, Ljubljana.....81 |
| ▶ IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.)
NORGREN, Lesce.....1 | ▶ SUN Hydraulik, Erkelenz, Nemčija.....78 |
| ▶ INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija.....69 | ▶ UL, Fakulteta za elektrotehniko.....39 |
| ▶ INOTEH, d. o. o., Bistrica ob Dravi.....68 | ▶ UL, Fakulteta za strojništvo.....10, 23 |
| ▶ JAKŠA, d. o. o., Ljubljana.....21 | ▶ UM, Fakulteta za strojništvo.....48 |
| ▶ MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje.....1 | ▶ VISTA HIDRAVLIKA, d. o. o., Žiri.....1 |
| ▶ OLMA, d. o. o., Ljubljana.....1 | ▶ Založba PASADENA, Ljubljana.....71 |
| ▶ OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin.....1, 68 | ▶ YASKAWA SLOVENIJA, d. o. o., Ribnica.....10 |
| ▶ PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.),
Novo mesto.....1 | |

100 LET FLUIDNE TEHNIKE V ZDA

Koliko je stara fluidna tehnika? Tudi v ZDA na to vprašanje ni točnega odgovora. Nekateri menijo, da pomeni začetek objava prve knjige izpod peresa ustanovitelja Ameriškega združenja za fluidno tehniko (*Society*), tj. delo *J. Pippingerja: Fluid Power – The Hidden Giant* (Fluidna tehnika – skrita velikanka). Druga pomembna objava, ki pokriva vse obdobje od prazgodovine do začetka 20. stoletja, je knjiga *S. Skinnerja: Hydraulic Fluid Power – A Historical Timeline* (Hidravlična fluidna tehnika – V zgodovinsko pravem času).

Nedavno je to vprašanje postavil *Paul Michael*, raziskovalec kemik, na *Milwaukee School of Engineering* -MSOE (Tehniška visoka šola v Milwaukeeju). Večina strokovnjakov, ki se ukvarja s tem področjem, posebno v okviru Inštituta za fluidno tehniko (Fluid Power Institute), so eksperti, a tudi ljudje, ki ne znajo vsega. Uredništvo revije *Hydraulics & Pneumatics* pa je bilo ob tem vprašanju zadovoljno, da je lahko dalo ustrezne odgovore.

Že pregled Pippingerjeve knjige je dal prve odgovore. Za prve resne začetke uporabe hidravlike štejejo pogoni in krmiljenja na ladjah, tako trgovskih kot vojaških, za pogon, krmiljenje, manevriranje, ravnanje z bremenit itd., še posebno na vojaških ladjah za pogone in pozicioniranje topov, torpednih lansirnih naprav ipd.

Druga pomembna uporaba je dokumentirana februarja 1917 z objavo v reviji *The Contractor* (Podjetnik), v kateri je opisan in s fotografijo predstavljen 5-tonski tovornjak prekucnik. Podrobnosti o hidravlični napravi niso navedene, toda opisani so podatki, da je tovornjak, naložen z desetimi tonami peska, uspešno opravil pot od Detroita do Pittsburgha.

Uporaba hidravlične naprave na prekucniku seveda ni bila osamljen primer. Težko je verjeti, da je vsak

primer razvoja osamljen. Če bi bilo tako, bi vsaka uporaba pomenila ponoven izum kolesa. Prepričani smo lahko, da inovatorji spoznavajo predhodne primere uporabe hidravlike, jih izkoristijo in izboljšane razvijejo za nove primere uporabe.

Minilo je okoli 30 let, da so razvijalci tovrstne tehnike osnovali forum za izmenjavo znanja in izkušenj. Imenoval se je *Applied Hydraulics Magazine* (Revija za uporabno hidravliko), začetni naslov danes uveljavljene revije *Hydraulics & Pneumatics – H & P* (Hidravlika in pnevmatika), ki letos tudi praznuje 70-letnico. Aktivno delovanje revije je med drugim pripeljalo do osnovanja Ameriškega združenja za fluidno tehniko (*The National Fluid Power Association – NFPA*). Ta redno letno organizira Ameriško konferenco in razstavo fluidne tehnike (*IFPE Technical Conference and ConExpo*).

Vzporedno s študijem in raziskovalnim delom so osnovali še Ameriško društvo za fluidno tehniko (*The Fluid Power Society – FPS*), ki skrbi za širjenje znanja in izmenjavo izkušenj med člani – strokovnjaki na področju fluidne tehnike. Med uveljavljenimi voditelji društva sta posebno znana Ray Hanley in Russ Henke z MSOE-ja. Skupaj z drugimi člani so poskrbeli tudi za certificiranje znanja hidravlike in pnevmatike v različnih področjih industrije in gospodarstva.

Zelo se trudijo za nadaljnji razvoj revijalnega tiska, e-novic, videov, inteligentnih aplikacij in drugih virov informacij. Revija H & P predstavlja del teh naporov z osnovnim namenom in prepričanjem, da jih boste tudi vi ocenjevali kot zanimive in uporabne.

Viri:

Hitchcox, A., ur.: 100 Years of Fluid Power – Hydraulics & Pneumatics 70 (2017) 10 – str. 7



RAZISKAVA UPORABNOSTI KOMPOZITNE CEVI HIDRAVLICNEGA VALJA

Franc Majdič

Izvleček:

Prispevek prikazuje možnosti uporabe lahke kompozitne cevi za hidravlični valj ob uporabi vode (brez dodatkov) kot hidravlične kapljevine namesto mineralnega hidravličnega olja, ki se še vedno večinsko uporablja v sistemih pogonsko-krmilne hidravlike (PKH). Po podatkih IFAS v Aachnu še vedno približno 85 % sistemov PKH uporablja mineralno hidravlično olje kot delovni medij, torej kot hidravlično kapljevino. Tu smo uvodoma uporabili izraz pogonsko-krmilna hidravlika (PKH), da poudarimo, da obravnavamo ožje področje hidravlike (brez ostalih t. i. vodnih strojev, turbin ...), čeprav pri teh naših preskusih uporabljamo tudi vodo. V nadaljevanju prispevka bomo uporabljali namesto PKH kar kratek izraz hidravlika, ki se za to področje skoraj izključno uporablja v industriji, pri mobilnih strojih itd.

Ena glavnih prednosti uporabe kompozitnih materialov je izrazito nižja teža v primerjavi s klasičnimi, torej pretežno jeklenimi materiali. Lažji hidravlični valji so prednostno uporabni predvsem v mobilnih aplikacijah, kjer zmanjšanje teže pomeni neposreden prihranek na gorivu pri enakih delovnih karakteristikah. V prispevku je predstavljena zasnova hidravličnega valja s kompozitno cevjo, obe preizkuševališči in parametri meritev, rezultat porušitvenega in trajnostnega testa v vodni in oljni hidravliki za kompozitno cev HV ter tesnila na batu. Rezultati kažejo, da je obstoječa kompozitna cev z ogljikovimi vlakni že primerna za uporabo v oljni hidravliki, medtem ko za vodno hidravliko v tej fazi razvoja še ni primerna.

Ključne besede:

hidravlika, voda, hidravlično olje, hidravlični valj, kompozitna cev, ogljikova vlakna, preizkusi

1 Uvod

Hidravlični sistemi služijo prenosu in krmiljenju energije oziroma opravljanju mehanskega dela na različnih področjih: raznovrstna industrija, avtomobilizem, gradbena in kmetijska mehanizacija ... Največ se za prenos hidravlične energije uporablja kot medij mineralno hidravlično olje, ki pa je problematično z vidika možnosti izliva v okolico. Pri tem lahko pride do nezaželenega onesnaženja pitne vode, zemlje, hrane ... Čeprav je voda z vidika varovanja okolja in našega zdravja ena izmed najbolj perspektivnih kapljev in v hidravličnih sistemih (HS), se še zelo malo uporablja **kot hidravlična kapljevina**. Ko govorimo o uporabi vode v HS, imamo v mislih pitno vodo brez dodatkov. Voda je bila uporabljena kapljevina v prvi serijsko izdelani hidravlični napravi. To je bila hidravlična stiskalnica, patentirana pred več kot dvesto leti [1]. Takrat so imeli veliko težav, povezanih s trajnostjo in funkcionalnostjo, saj niso imeli na razpolago ustreznih triboloških materialnih parov v drsnem kontaktu za uporabo z vodo predvsem zato, ker je bila brez mazalnih in protikorozijskih dodatkov. Pogonsko-krmilna hidravlika se

je začela intenzivneje razvijati v dvajsetem stoletju s pojavom mineralnega hidravličnega olja na trgu [2, 3]. Takrat se je uporaba vode kot hidravlične kapljevine hitro opuščala. Mineralno hidravlično olje, v primerjavi z vodo, pri uporabi klasičnih, predvsem jeklenih, materialov namreč omogoča daljšo uporabno dobo, dobro korozijsko zaščito, manj zastojev delovanja ter boljši volumetrični in mehansko-hidravlični izkoristek hidravličnih naprav. Ena izmed možnih tako imenovanih »mehkih« rešitev je uporaba biološko razgradljivih hidravličnih olj [4, 5]. Pri teh kapljevinah pa je problem v nujno potrebnih dodatkih, ki pa so slabše razgradljivi in škodljivi za okolje. Alternativa mineralnim hidravličnim oljem so lahko tudi ionske tekočine [6], ki pa še niso ustrezno razvite za resnejšo uporabo v hidravliki.

Iz omenjenih razlogov je več raziskovalcev iz različnih držav pred približno tridesetimi leti ponovno začelo raziskovati možnosti uporabe vode kot hidravlične kapljevine [2, 7, 8]. Na tem mestu je pomembno omeniti, da je pnevmatika lahko alternativna zamenjava za ekološko sporno oljno hidravliko samo v primerih, ko potrebujemo manjše sile in momente oz. manjše pogonske moči. Poleg tega je pnevmatika v takih primerih ustrezna le, če uporabljamo neomaščen zrak. Pnevmatične sestavine za takšen zrak so na tržišču razpoložljive že nekaj desetletij ([7], tudi proizvodi TIO Lesce.

Doc. dr. **Franc Majdič**, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

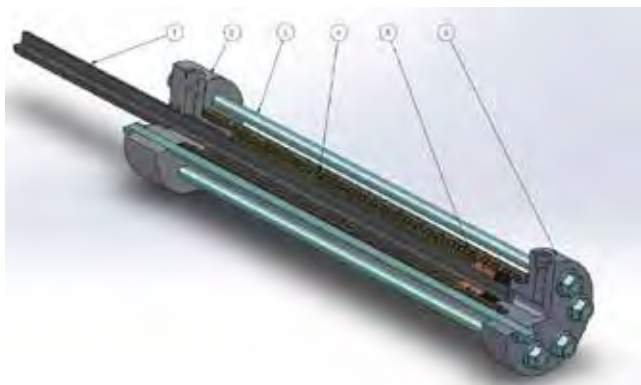
Uporaba vode kot hidravlične kapljevine namesto mineralnega hidravličnega olja pomeni znatne spremembe v delovanju hidravličnih sistemov (HS) zaradi njih različnih fizikalnih lastnosti. Voda ima namreč pri 20 °C za približno 30-krat nižjo kinematično viskoznost kot mineralno hidravlično olje, ima slabše mazalne lastnosti (izrazito tanjši mazalni film) ter izrazito višji uparjalni tlak pri 50 °C. Voda je znatno manj stisljiva kot mineralno hidravlično olje: pri 20 °C ima za 30 % do 60 % (odvisno od hitrosti spremembe stanja) višji modul stisljivosti. Voda povzroča tudi znatno korozijo pri materialih, ki so najpogostejše uporabljeni v oljno-hidravličnih napravah.

Trenutno na trgu razpoložljive vodno-hidravlične sestavine ne prepričajo večjega števila uporabnikov, da bi začeli pogostejše uporabljati to ekološko sprejemljivo alternativo oljni hidravliki. Glavni razlog je, poleg visoke cene, slaba razpoložljivost oziroma tržna dostopnost različnih vodno-hidravličnih sestavin.

Prispevek predstavlja prototip hidravličnega valja s kompozitno cevjo iz ogljikovih vlaken. Prikazani so rezultati porušitvenega testa cevi in rezultati dveh trajnostnih testov kompozitne cevi hidravličnega valja. Prvi je bil izveden z mineralnim hidravličnim oljem VG 46 in drugi s pitno vodo.

2 Preizkušani hidravlični valj s kompozitno cevjo

Namen te raziskave je izdelati ter testirati vzdržljivost in trajnost delovanja lažjega hidravličnega valja (HV) s kompozitno cevjo in jekleno batnico. Teža kompozitne cevi je v primerjavi z jekleno lahko do 80 % nižja [11]. *Slika 1* prikazuje zasnovo testiranega HV s kompozitno cevjo [12, 13]. HV sestavlja trdo kromirana jeklena batnica (poz. 1), prirobnična glava HV s posnemalom, vodilnim obročem, tesnilom ter navojem za cevni priključek (poz. 2), šest povezovalnih vijakov (poz. 3), kompozitna cev iz ogljikovih vlaken (poz. 4), bat s tesnilom in vodilnima obročema (poz. 5), dno HV (poz. 6) s statičnim tesnilom in pritrditvijo za uho HV (ni na sliki).



Slika 1 : Zasnovani hidravlični valj (HV) s kompozitno cevjo (Ø40 /22 x 305 [mm]) [13]

3 Vodno in oljno hidravlično preizkuševališče ter postopek preizkušanja

Za izvedbo preizkusov kompozitne cevi hidravličnega valja (HV) smo v Laboratoriju za fluidno tehniko (LFT) zasnovali dve ločeni hidravlični preizkuševališči, vodno in oljno. Na *sliki 2* je prikazan HV v zaščitni komori pred začetkom porušitvenega testa kompozitne cevi.



Slika 2 : Hidravlični valj s kompozitno cevjo v zaščitni komori pred visokotlačnim porušitvenim testom

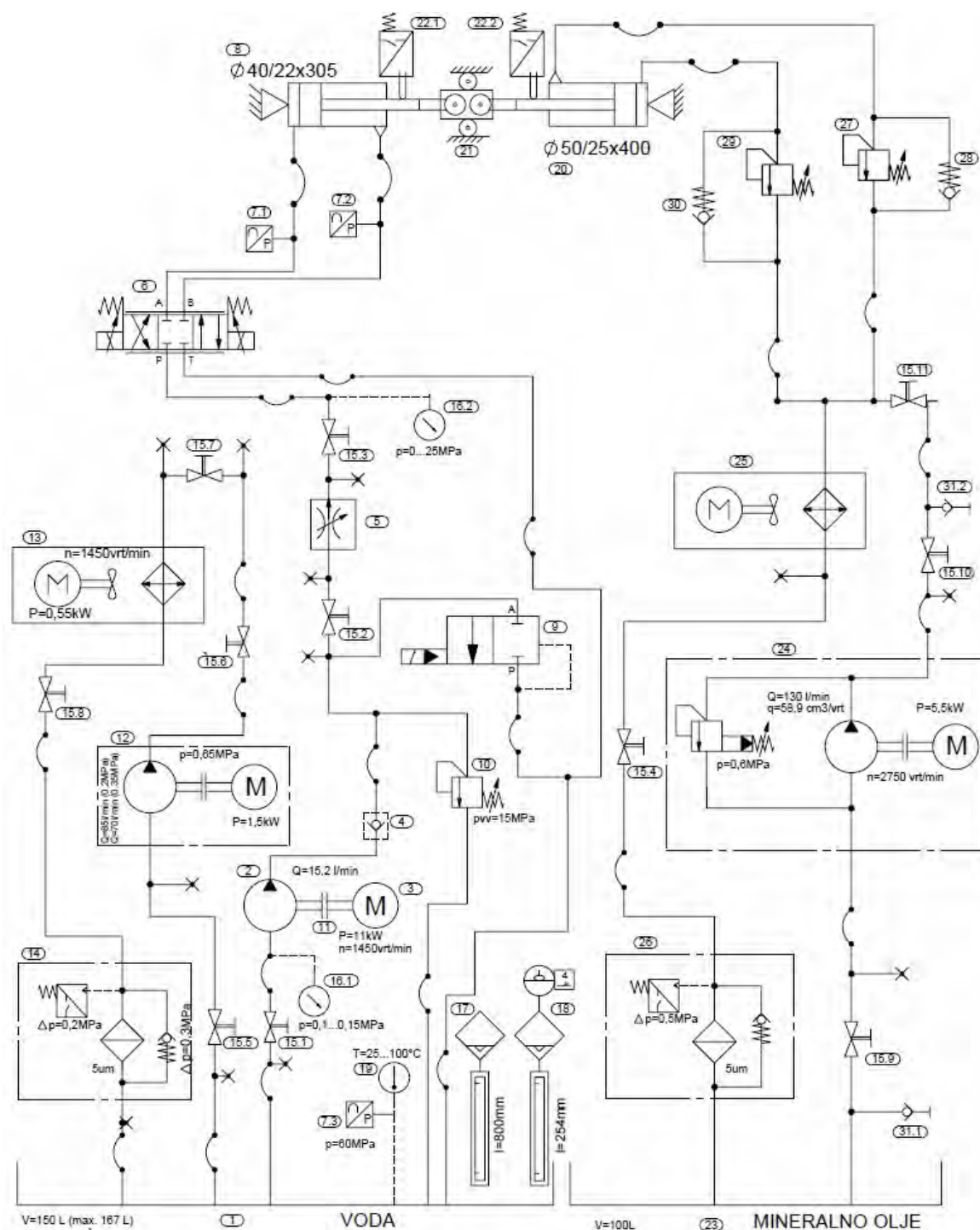
Na *sliki 3* je vodno-hidravlično preizkuševališče. Oljno-hidravlično je funkcionalno podobno, vendar zgrajeno iz na trgu dostopnih oljno-hidravličnih sestavin. Glavne sestavine vodno-hidravličnega preizkuševališča so: rezervoar s prostornino 100 litrov (poz. 1), vrstna batna hidravlična črpalka z iztisnino 11 cm³/vrt. (poz. 2) s parkljasto sklopko (poz. 11) in pogonskim elektromotorjem 11 kW (poz. 3), protipovratni ventil (poz. 4), varnostni ventil (poz. 10), razbremenilni ventil (poz. 9), tokovni ventil s tlačno kompenzacijo (poz. 5), proporcionalni potni ventil 4/3 (poz. 6 – **opomba**), tlačna zaznavala (poz. 7.1 in 7.2), testirani HV s kompozitno cevjo (poz. 8) ter dve končni stikali (poz. 22). Vodno preizkuševališče sestavlja še dodatni obtočni sistem s centrifugalno črpalko (poz. 12), z vodno-zračnim izmenjevalnikom toplote (poz. 13), s povratnim vodnim filtrom (poz. 14) ter temperaturnim (poz. 19) in nivojskim (poz. 18) stikalom. Poleg glavnih sestavin vodno-hidravličnega preizkuševališča smo za breme testiranega HV uporabili oljno-hidravlično preizkuševališče s HV (poz. 20) in vodom batnice (poz. 21), z dvema tlačnima sekvenčnima ventiloma (poz. 27 in 29) z obtokom (poz. 28 in 30), oljno-hidravlično črpalko s pogonskim motorjem, varnostnim ventilom (poz. 24), oljno-zračnim izmenjevalnikom toplote (poz. 25) in povrtanim filtrom (poz. 26).

Opomba: Vodni proporcionalni potni ventil 4/3 poz. 6 na *sliki 3* na tržišču ne obstaja; za preizkus smo uporabili proporcionalni ventil, ki je bil za vodno hidravliko razvit na FS v Laboratoriju za fluidno tehniko (LFT) v okviru doktorske disertacije. Ventil je bil izdelan v celoti v SLO, testno je opravil 10 milijonov prekrmljenj pod tlakom in je še vedno v celoti uporaben.

V preglednici 1 so prikazani hidravlični parametri, s katerimi smo izvedli oba trajnostna testa (oljno- in vodno-hidravlični) kompozitne cevi HV.

Preglednica 1: Parametri izvedbe trajnostnega testa

Tlak obremenjevanja testiranega HV s kompozitno cevjo	p_d	14 MPa
Najvišji sistemski tlak – nastavitev varnostnega ventila	p_{vv}	15 MPa
Pretok kapljevine v testirani HV	Q	15,2 l/min
Temperatura hidravlične kapljevine	T_v	40 +/-2 °C
Gib batnice HV	s	260 mm
Čas enega cikla	t_c	2,3 s
Povprečna hitrost batnice	v_{batn}	0,225 m/s



Slika 3 : Vodno-hidravlično preizkuševališče za trajnostni test kompozitne cevi hidravličnega valja (HV)

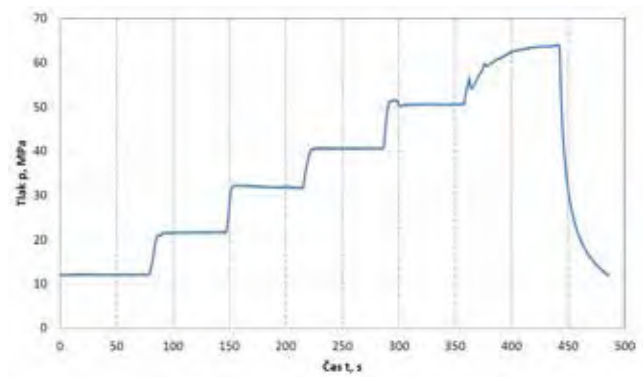
Na *sliki 4* je prikazan HV s kompozitno cevjo, vgrajen na preizkuševališču v Laboratoriju za fluidno tehniko Fakultete za strojništvo, Univerza v Ljubljani.



Slika 4 : Hidravlični valj s kompozitno cevjo na preizkuševališču pred začetkom trajnostnega testa

4 Rezultati meritev

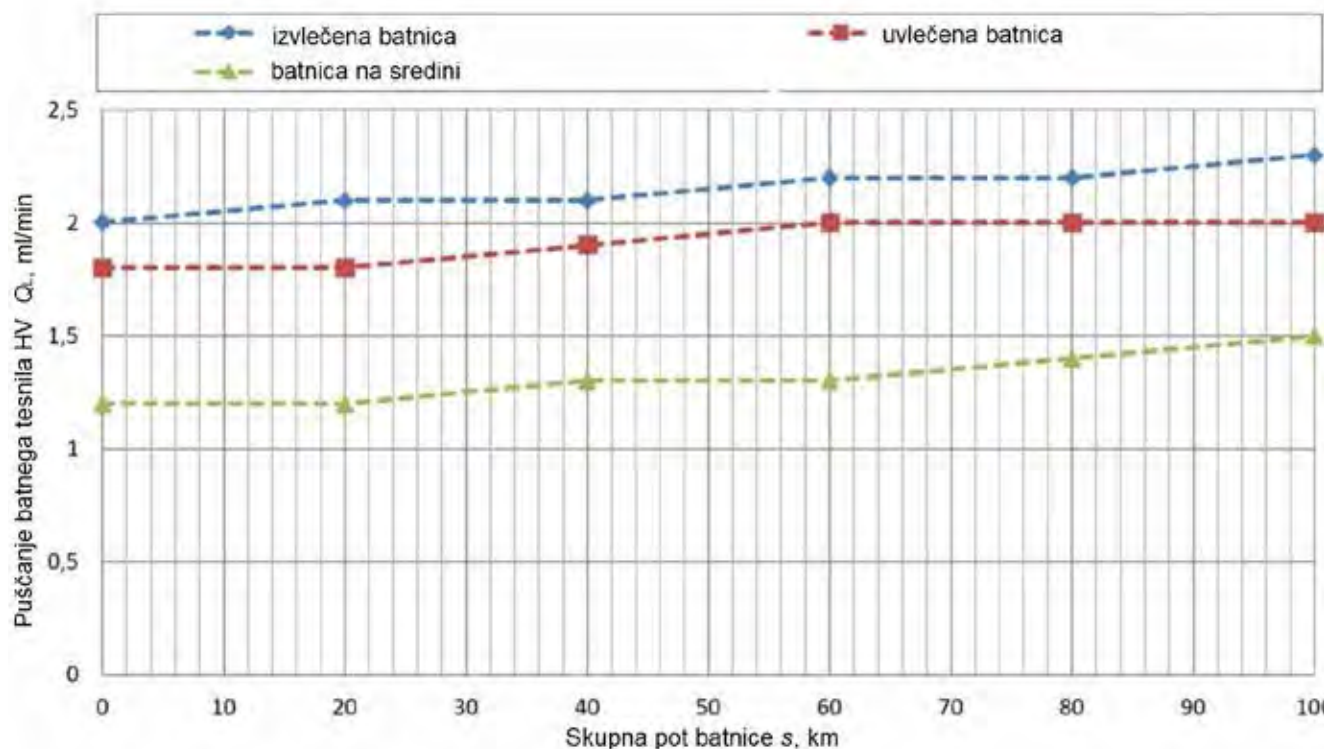
Najprej predstavljamo rezultate porušitvenega testa kompozitne cevi, nato rezultate trajnostnega testa HV na oljno-hidravličnem preizkuševališču in na koncu še rezultate trajnostnega testa kompozitne cevi HV na vodno-hidravličnem preizkuševališču.



Slika 5 : Meritev tlaka hidravličnega olja med porušitvenim testom kompozitne cevi

Slika 5 prikazuje rezultat meritve koračnega dviganja tlaka po 10 MPa v času izvajanja porušitvenega testa kompozitne cevi. Razvidno je, da se je lezenje materiala kompozitne cevi začelo pri tlaku 55 MPa, porušitev pa je nastopila pri tlaku 64 MPa (uporabljen je bil ojačevalnik tlaka).

Slika 6 prikazuje rezultat meritev notranjega puščanja med batom in notranjo površino stene kompozitne cevi med izvajanjem trajnostnega testa na oljno-hidravličnem preizkuševališču pri tlaku 15 MPa. Domnevamo, da se notranje puščanje pojavi v minimalni reži drsnega kontakta med tesnili bata in notranjo steno cevi. V trajnostnem testu smo izvedli 100 km poti, to je dolžine vseh gibov batnice, pri tlaku 14 MPa.



Slika 6 : Rezultati meritev notranjega puščanja batnih tesnil HV s kompozitno cevjo na oljno-hidravličnem preizkuševališču v odvisnosti od opravljene poti batnice pri tlaku 15 MPa



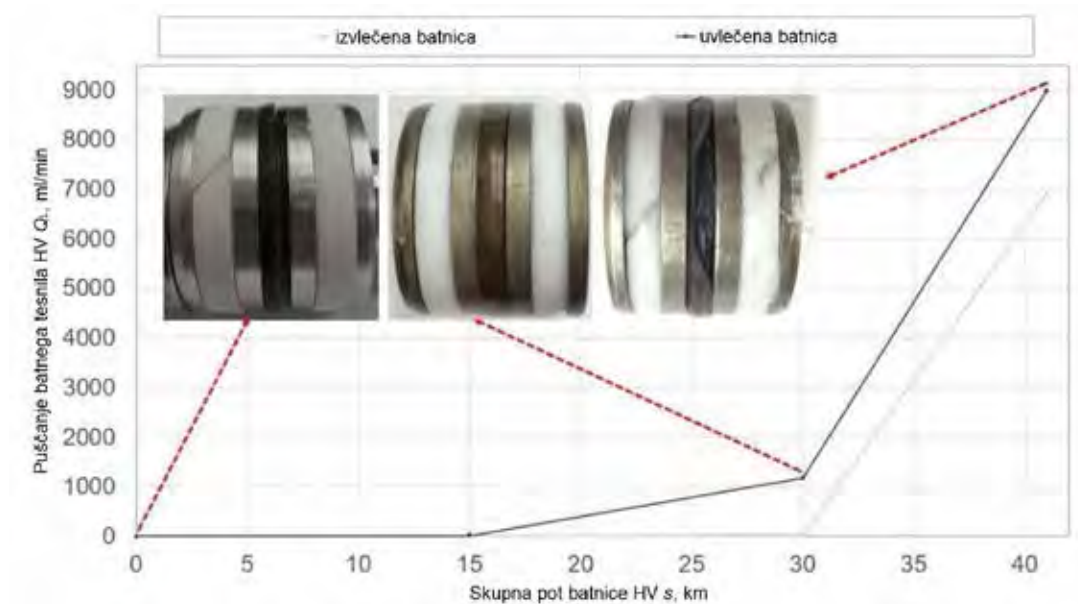
Slika 7 : Pojav zunanjega puščanja kompozitne cevi med oljno-hidravličnim trajnostnim testom HV

Trajnostni test smo izvajali pri tlaku 14 MPa, meritve puščanja pa pri tlaku 15 MPa. V celotnem obdobju testiranja smo izvedli 6 meritev notranjega puščanja, vsakokrat pri uvlečeni batnici, pri sredinskem položaju batnice in pri popolnoma izvlečeni batnici iz cevi HV. Najmanjše puščanje batnega tesnila, 1,25 ml/min, smo zaznali v primeru sredinske ustavitve bata/batnice HV pred začetkom trajnostnega testa. Največje puščanje batnega tesnila pa smo zaznali v primeru popolnoma izvlečene batnice, in sicer 2,3 ml/min, po opravljeni poti, torej celotni dolžini gibov batnice, 100 km. Kot je razvidno s slike 6, so bile pri vseh šestih meritvah, enakomerno razporejenih med trajnostnim testom, razlike med notranjim puščanjem pri izvlečeni in uvlečeni batnici ter pri batnici v sredinskem položaju skoraj konstantne, velikosti puščanj pa so malo porastle v vseh treh primerih, in sicer za 0,2 do 0,3

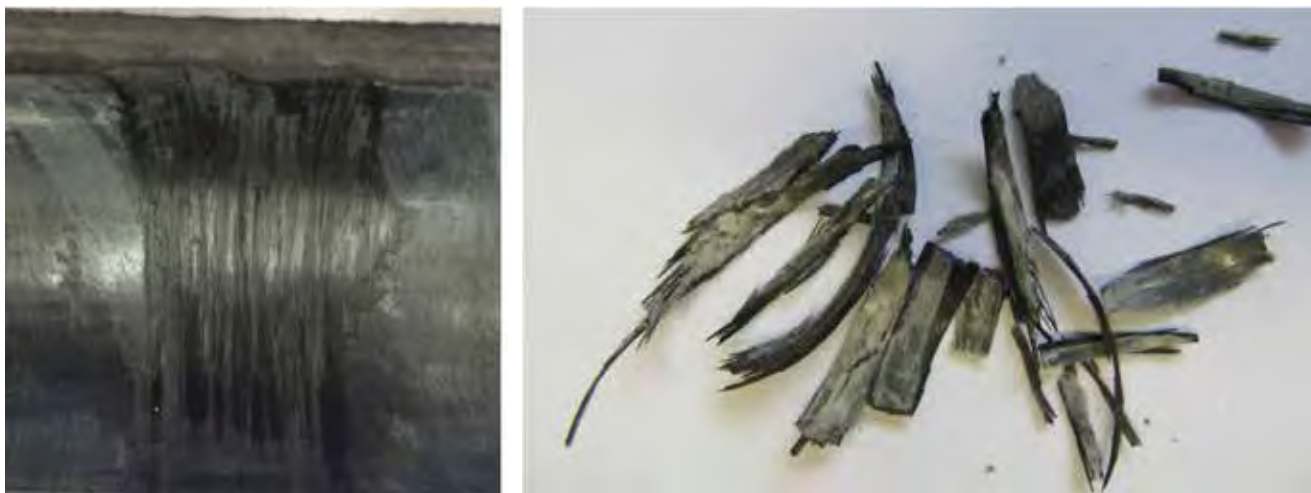
ml/min od začetka do konca trajnostnega testa 100 km dolžine gibov. Puščanje se torej ni vidneje povečalo, zato lahko trdimo, da je taka izvedba kompozitne cevi za oljno-hidravlični valj uporabna za nadaljnji razvoj in optimiranje.

Slika 7 prikazuje zunanje puščanje kompozitne cevi (kapljanje) mineralnega hidravličnega olja med trajnostnim testom. To kaže na porozno strukturo, ki je očitno nastala zaradi razslojevanja vlaken med tlačnim obremenjevanjem notranje stene cevi HV. Nekaj kapljic se je pojavilo proti koncu trajnostnega testa.

Slika 8 prikazuje rezultat meritev notranjega puščanja batnega tesnila proti notranji drsni površini stene kompozitne cevi med izvajanjem trajnostnega testa na vodno-hidravličnem preizkuševališču. Trajnostni test smo izvajali pri tlaku 14 MPa, meritve pa pri 15 MPa [14]. Pri vodno-hidravličnem trajnostnem testu smo, prav tako kot pri oljnem, želeli izvesti 100 km poti batnice pri tlaku 14 MPa v obe smeri gibanja, a nam to zaradi velike poškodbe drsne površine cevi ni uspelo. Trajnostni test HV na vodnem preizkuševališču se nam je ustavil že po 42 km opravljene poti v obe smeri gibanja obremenjene batnice. V celotnem obdobju testiranja smo izvedli 4 meritve notranjega puščanja (začetek, 15 km, 30 km in 42 km), vsakokrat v primeru popolnoma uvlečene batnice in v primeru popolnoma izvlečene batnice iz cevi HV. Najmanjše puščanje batnega tesnila, 0,5 ml/min, smo zaznali v primeru popolnoma uvlečene batnice HV pred začetkom testiranja. Takrat je bilo notranje puščanje pri uvlečeni batnici 1,5 ml/min. Največje puščanje batnega tesnila pa smo zaznali v primeru popolnoma uvlečene batnice, 9 l/min, po opravljeni poti batnice 42 km. V primeru izvlečene batnice je bilo puščanje batnega tesnila 6,9 l/min. Tako veliko puščanje je posledica prekomerno poškodovane drsne površine



Slika 8 : Rezultati meritev notranjega puščanja batnih tesnil HV s kompozitno cevjo na vodno-hidravličnem preizkuševališču v odvisnosti od opravljene poti batnice; tlak ob meritvah 15 MPa



Slika 9 : Poškodovana drsna površina kompozitne cevi po predčasno prekinjenem trajnostnem testu

kompozitne cevi in posledično tudi tesnila na batu. Po predčasno zaključenem testu kompozitne cevi na vodnem preizkuševališču (po opravljenih 42 km poti obremenjene batnice) lahko zaključimo, da tako izdelana kompozitna cev še ni primerna za uporabo v vodni hidravliki. Na tem področju bodo potrebne še nove raziskave in testiranja.

Slika 9, leva stran, prikazuje poškodovano drsno površino kompozitne cevi v prerezu po predčasni prekinitvi trajnostnega testa (po 42 km opravljene poti batnice) zaradi preobsežne poškodbe drsne površine. Slika 9, desna stran, pa prikazuje delce kompozitne cevi po poškodbi med trajnostnim testom na vodnem preizkuševališču.

5 Zaključki

Čeprav na trgu že obstaja nekaj proizvajalcev kompozitnih hidravličnih valjev (HV) za oljno hidravliko, ni dostopnih podatkov za razvoj kompozitnega HV za vodno hidravliko. Tribološke razmere znotraj HV (drsní kontakt batno tesnilo-drsna površina cevi) so ob uporabi vode kot hidravlične kapljevine izrazito drugačne kot pri mineralnem hidravličnem olju. Prispevek prikazuje zasnovo hidravličnega valja s kompozitno cevjo, preizkuševališče ter parametre in rezultate testiranja.

Porušitveni test kompozitne cevi smo izvedli na oljno-hidravličnem preizkuševališču. Cev se je porušila pri tlaku 64 MPa, kar je zelo obetavno. Glede na varnost bi takšno cev v oljni hidravliki verjetno brez težav lahko uporabljali za tlake do 35 MPa. Ti tlaki so namreč dandanes običajni v hidravličnih sistemih.

Rezultati trajnostnega testa kompozitne cevi na oljno-hidravličnem preizkuševališču optimistično kažejo možnosti širše uporabe kompozitov v oljno-hidravličnih sistemih. Notranje puščanje batnega tesnila HV na oljno-hidravličnem preizkuševališču po opravljenih 100 km poti obremenjene batnice ni preseglo 2,5 ml/min pri tlaku 15 MPa.

Pri trajnostnem testu kompozitne cevi HV na vodnem preizkuševališču pa se je pokazalo, da obstoječa cev ni primerna za uporabo v vodni hidravliki. Notranja drsna površina kompozitne cevi se je namreč že pred opravljenimi 30 km poti (gibov) bata (in batnice) vidno poškodovala, po 42 km opravljene poti pa smo testiranje ustavili. Puščanje je doseglo 9.000 ml/min pri tlaku 15 MPa, kar pomeni popolnoma neuporaben HV.

Glede na predstavljene rezultate bomo nadaljevali z razvojem kompozitnega hidravličnega valja v dveh smereh: testiranje pri višjih tlakih (35 MPa) na oljnem preizkuševališču ter tribološke raziskave različnih kompozitnih premazov v kombinaciji z različnimi materiali in oblikami batnih tesnil v vodi brez dodatkov.

Literatura

- [1] Bramah, J.: The Hydraulic Press. U K Patent No. 2045, 1795.
- [2] Trostmann, E.: Water Hydraulics Control Technology. Lyngby, Technical University of Denmark, 1996.
- [3] Murrenhoff, H.: Grundlagen der Fluidtechnik Teil 1, Hydraulik. 5th ed., IFAS, Aachen, 2007.
- [4] Kalin, M., Majdič, F., Vižintin, J., Pezdirnik, J., Velkavrh, I.: Analyses of the Long-Term Performance And Tribological Behaviour of an Axial Piston Pump Using Dimond-like-Carbon-Coated piston Shoes and Biodegradable Oil. Journal of Tribology, vol. 130, 2008.
- [5] Kalin, M., Majdič, F., Vižintin, J., Pezdirnik, J.: Performance of axial piston pump using DLC-coated piston shoes and biodegradable oil. The 12th Nordic Symposium on Tribology, Helsingor, Denmark, 2006.
- [6] Lovrec, D.: Ionic liquid as a novel, high performance hydraulic fluid - selection process. V: In-

- ternational scientific conference on advances in mechanical engineering, Debrecen, Hungary, 2017.
- [7] Koskinen, K., Leino, T., Riipinen, H.: Sustainable development with water hydraulics – possibilities and challenges. Proceedings of the 7th JFPS International Symposium in Fluid Power, Toyama, Japan, Vol. 1, pp. 11– 8, 2008.
- [8] Kitagawa, A.: Co-operation between Universities and Water Hydraulic Companies in Japan. The Sixth Scandinavian International Conference on Fluid Power, Tampere, Finland, 1999.
- [9] Šitum, Ž.: Applying Different Controller Structures for Position Control of Pneumatic Servo System. *Strojarstvo* 48, 5–6, 261–271, 2006.
- [10] Trostmann, E., Frolund, B., Elesen, B. H., Hilbrecht, B.: Tap Water As A Hydraulic Pressure Medium. Marcel Dekker, New York, 2001.
- [11] J. Beyer: Leicht, hochfest und korrosionsbeständig. *Fluid 04* (2015), 30–31.
- [12] Majdič, F.: Duration test of carbon fibre hydraulic cylinder: water&oil. International scientific conference on advances in mechanical engineering, Debrecen, Hungary, 2017.
- [13] Vesel, M.: Testiranje hidravličnega valja iz ogljikovih vlaken, Diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija I. stopnje, delo v izdelavi, Ljubljana, 2018.
- [14] Kužnik, A.: Testiranje karbonskega vodno-hidravličnega valja, Zaključna naloga univerzitetnega študijskega programa, I. stopnje strojništva, Ljubljana, 2016.

Applicability of Composite Hydraulic Cylinder Tube Research

Abstract:

Paper presents information about possibility of using tap water without any additives as hydraulic liquid instead of the nowadays widely used mineral hydraulic oil. Hereinafter we present the most important basic properties of tap water, its impact on the environment, the current use of water hydraulics and state of the art. After that follows presentation and description of the carbon fibre hydraulic cylinder for water as liquid, test rigs, procedures of the tests, main parameters of the tests and results of hydraulic and tribological investigations. The carbon fibre tube was able to withstand a burst test up to a pressure of 64 MPa. Composite hydraulic cylinder was after 100 km of total stroke of rod (and piston) under load in oil without damage. In water only 42 km of total rod stroke was carried out, because drastic damage of the sliding surface and consequently damage of piston seal occurred.

Keywords:

hydraulics, water, hydraulic oil, hydraulic cylinder, composite tube, carbon fibres, tests

28. TEHNIŠKO POSVETOVANJE VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE

VZDRŽEVANJE

2018



18. in 19. oktober 2018 | www.tpvsi.si



9.-13. APRIL 2018

FAKULTETA ZA ELEKTROTEHNIKO

Med **9. in 13. aprilom** bodo študentje Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani organizirali že 14. Dneve industrijske robotike - DIR18.

Na dogodku se bo predstavilo robote, ki bodo opravljali različne naloge - od industrijskih procesov do interakcije s človekom. Poleg tega bodo organizirana **predavanja strokovnjakov** s področja robotike, ekskurzija v znana robotizirana podjetja ter podrobni ogledi pripravljenih aplikacij.

Ponovno bo potekal tudi RobotChallenge, študentsko **tekmovanje** v simuliranju robotskih celic v programskem okolju RobotStudio.

Dogodek je za udeležence **brezplačen** in namenjen tako študentom, kot tudi širši javnosti. Študentje se lahko ob predhodni prijavi poglobljeje seznanijo z aplikacijami. Število mest je omejeno.

Za več informacij lahko spremljate naša socialna omrežja ali pa nas obiščete na

dnevirobotike.si



TESTIRANJE NAGNJENOSTI HIDRAVLIČNIH OLJ K TVORJENJU LAKASTIH PRODUKTOV IN USEDLIN

Darko Lovrec, Vito Tič

Izvleček:

Vzrokov za degradacijo hidravličnega olja, ki vplivajo na delovanje hidravlične naprave, je veliko, pa tudi sama degradacija se lahko pojavlja v različnih oblikah. Ena od teh, ki je vse pogostejša v hidravličnih sistemih, so lakasti produkti in usedline. Vzroki za pojav usedlin in lakov so različni, razen tega pa se ti produkti degradacije olja lahko pojavljajo tudi pri dobro vzdrževanih hidravličnih napravah in tudi pri uporabi kvalitetnih hidravličnih olj.

Da jih prepoznamo in tudi preprečimo, je potrebno poznati mehanizme njihovega nastanka ter različne metode testiranja. Ena od teh je postopek termičnega obremenjevanja olja, ki je sicer namenjen testiranju vzdržljivosti olj in ugotavljanju spreminjanja lastnosti olja v njegovi uporabni dobi. V predstavljenem primeru je bil postopek uporabljen za testiranje nagnjenosti olja do tvorjenja lakastih produktov in sedimentov.

Ključne besede:

hidravlična olja, lakasti produkti in gošča, testiranje, predizbor olja

1 Uvod

Uporabnikom hidravličnih naprav in sistemov je povsem jasno, da se z vgradnjo tekočine skrb za njeno stanje šele prične. Tako se vsi zavedamo pomena spremljanja stanja čistoče tekočine in mogoče tudi vsebnosti vlage oz. vode. Prav tako se uporabniki tudi strinjamo, da je potrebno opravljati periodične kontrole osnovnih fizikalno-kemijskih parametrov tekočine, kot so barva, viskoznost, nevtralizacijsko število, ali celo te parametre stalno spremljati (angl.: on-line condition monitoring). Nekoliko manj znano pa je dejstvo, da je s spremljanjem vrste delcev obrabe ali pa njihove kemične sestave moč priti do številnih uporabnih podatkov, ki sporočajo, kaj se pripravlja v našem hidravličnem sistemu oz. v posamezni komponenti.

Predvsem tisti, ki imajo v svoje hidravlične sisteme vgrajene velike količine tekočine, katere zamenjava predstavlja dokajšen strošek, oz. imajo naprave, ki so strateškega pomena za delovanje stroja ali pa jih ni moč enostavno zaustaviti, pa poleg omenjene skrbi za stanje tekočine uporabljajo še druge metode. Te niso namenjene zgolj ugotavljanju trenutnega stanja hidravlične tekočine. S primernimi metodami lahko namreč že pred samo vgradnjo olja preverimo npr. vzdržljivost in celotne stroške uporabe posamezne-

ga olja, torej njegovo rentabilnost oz. razmerje med nabavno ceno in njegovo vzdržljivostjo, ter s tem neposredno povezane stroške zamenjave oz. uporabe – stroški celotne uporabne dobe (angl. LCC – Life Cycle Costs).

V trenutno še manjšem obsegu pa je znan pojav tvorjenja lakastih produktov in sedimentov oz. gošče, ki pa ga lahko omejimo ali celo preprečimo v fazi predselekcije oz. predizbora hidravličnega olja. Seveda le v primeru, če izvedemo primerno testiranje olja na tvorjenje teh produktov degradacije. Tako lakasti produkti kot gošče so vzrok številnim zastojem naprave in nepravilnosti pri delovanju komponent in s tem celotne naprave. Nagnjenost oz. težnjo hidravličnega olja k tvorjenju omenjenih produktov je možno ugotoviti v okviru predizbornih testov, saj se olja, ki imajo enak namen, in po sestavi podobna olja glede tega lahko zelo razlikujejo. Le redki, ki se v zvezi s tem nastalih problemov zavedajo, v svoja povpraševanja ob naročilih postavljajo tudi pogoje glede te lastnosti.

2 Lakasti produkti in gošče ter njihov vpliv na delovanje naprave

Problematiki nastanka, prisotnosti in posledic gošč in lakastih produktov (angl. »sludge« in »varnish«) so se strokovnjaki s področja maziv pričeli intenzivneje posvečati v zadnjih dveh desetletjih. Pred tem ti produkti niso bili tako v ospredju problemov, saj so bile hidravlične komponente robustnejše (večje reže), obratovalni tlaki so bili nižji, cirkulacijska števila za-

Izr. prof. dr. **Darko Lovrec**, univ. dipl. inž., doc. dr. **Vito Tič**, univ. dipl. inž., oba Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo



Slika 1 : Popolnoma zamašen – blokiran – filtrski vložek hidravličnega sistema parne turbine –levo (slika last Thomassen Turbines) ter gošča na dnu rezervoarja – desno (slika last Clarus Technologies)

radi večjih rezervoarjev prav tako ... Zaradi povečanja energetske učinkovitosti komponente in s tem celotnega sistema in zaostrenih obratovalnih parametrov je po eni strani kvaliteta komponente, npr. zaradi ožjih toleranc notranjih dimenzij, višja in s tem sama komponenta občutljivejša (zahtevana višja čistoča tekočine). Po drugi strani pa prihaja tudi do zamenjave starih komponent s sodobnejšimi, za katere lahko veljajo drugačne zahteve uporabe, tudi primerne hidravlične tekočine, pa tudi sistemi so manjši in obratujejo pri višjih tlakih. Zato se lahko ob takšnih spremembah pojavljajo novi problemi, kakršnih pred tem nismo imeli, čeprav uporabljamo enako tekočino.

Tako za prisotnost gošče in laka najdemo v literaturi številne opise, npr. »Oprime se vsega«, »Širi se kot rak« ali »Mislili ste, da se ga boste znebili z menjavo olja in izpiranjem sistema, vendar se spet vrne – kot da se potuhne v olje in kasneje oprijemlje vsega v notranjosti vaše naprave«. [1–4] Problemom, vezanim na nastajanje omenjenih produktov zaradi degradacije hidravlične tekočine in vpliva obratovalnih para-

metrov, ter posledicam so se pričeli najprej posvečati na področju plinskih in parnih turbin, kasneje pa tudi na drugih hidravličnih napravah. [5], [6]

Videz gošče tako na filtru kot v notranjosti rezervoarja prikazuje *slika 1*, *slika 2* pa prikazuje prisotnost laka na krmilnem drsniku potnega ventila in tudi v notranjosti rezervoarja. Tako gošče kot še bolj trdovratne lakaste produkte je potrebno odstraniti – filtrske vložke zamenjati, goščo odstraniti, vse notranje površine komponent pa očistiti na bolj ali manj zamudne načine. [7], [8]

Vzroki za pojav teh produktov so lahko različni: eni so tesno povezani z vrsto hidravličnega olja in njegovimi aditivi, drugi pa izhajajo iz delovanja hidravličnega sistema in zasnove naprave. Tovrstni vzroki so najpogostejši in se nanašajo na proces termične oksidacije. Ta se pojavlja zaradi povišane temperature, rezultat pa je razen spremenjene barve tudi tvorba gošče, ki se počasi useda in kopiči na dnu rezervoarja, ter tvorba lakastih produktov, ki se lepijo na dele hidravličnih



Slika 2 : Lakasti produkti na drsniku krmilnega ventila (levo) [7] in v notranjosti rezervoarja (desno) [8]

komponent in jih obarvajo v rumenih ali zlatorjavih odtenkih – »zlata nadloga«. Te obloge pa lahko povzročajo tudi nepravilnosti v delovanju ventilov in s tem celotne naprave.

Vzrokov za (tudi samo lokalno) povišano temperaturo v hidravličnem sistemu in s tem termično preobremenitev olja je več in so uporabniku bolj ali manj znani:

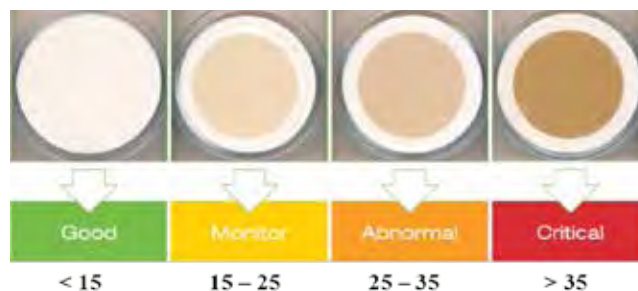
- ▶ Trenje v sami tekočini in še posebej med tekočino in kovinsko površino v hidravličnem sistemu kot tudi morebitno drgnjenje ene površine ob drugo lahko generira temperature med 180 °C in 450 °C in je vedno prisotno.
- ▶ Adiabatno stiskanje, podobno kot diesel efekt, lahko generira temperature med 600 °C in 900 °C.
- ▶ Manj znan je pojav razelektritve električnega/statičnega naboja. Brez iskrenja lahko ta pojav pripelje do lokalnih temperatur med 5.000 °C in 10.000 °C, v primeru pojava iskre pa lahko v izredno kratkem času, velikosti nekaj nanosekund, povzroči lokalno temperature celo med 10.000 °C in 20.000 °C. [9], [10]
- ▶ Dokaj pogost vzrok za pogovorno rečeno »zažiganje« olja je napačna raba grelnikov tekočine, nameščenih v hidravličnem rezervoarju z namenom, da bi v primeru nižjih temperatur znižali viskoznost tekočine pred zagonom črpalke. Če je grelnik nameščen v področju rezervoarja, kjer ni pretoka tekočine (t. i. mrtva cona), se olje, ki obdaja površino grelnega telesa, lokalno zažge.
- ▶ Najpogostejši vzrok za termično oksidacijo pa je diesel efekt, katerega vzrok je prisotnost zraka oz. zračnih mehurčkov v hidravlični napravi in tekočini. [11]

3 Ugotavljanje trenutne stopnje termične degradacije

Za ugotavljanje stopnje termične degradacije olja oz. nagnjenosti k njej je na voljo več laboratorijskih, standardiziranih testov. Najpogostejše uporabljani testi so bolj ali manj podrobno predstavljeni v različni literaturi, ki se navezuje na to tematiko, npr. [5]. V nadaljevanju bomo zelo na kratko predstavili le najpomembnejše teste in metode za ugotavljanje stopnje termične degradiranosti tekočine.

3.1 Primarni testi za določanje stopnje degradacije

Test MPC (Membrane Patch Colorimetry) je laboratorijska metoda, s katero določamo količino izločenega materiala netopnih kontaminantov v vzorcu rabljenega olja. Nato sledi **spektralna analiza QSASM** (Quantitative Spectrophotometric Analysis). S testom MPC oz. z analizo QSASM dobimo neposredno povezavo med barvo vzorca in prisotnostjo netopne snovi, ki je neposredno merilo stopnje degradiranosti olja – *slika 3*.



Slika 3 : Lestvica za oceno stopnje termične degradacije po ASTM D7843 [12]

Test uporabljamo za identifikacijo »mehkih onesnaževalcev« (tistih, ki so neposredno povezani z degradacijo olja), pri čemer ostali kontaminanti, ki niso v tesni povezavi z degradacijo olja, nimajo večjega vpliva. Ta test je zelo občutljiv in zanesljiv za zaznavanje subtilnih sprememb v netopnih ravneh.

Naslednja pogosto uporabljana metoda je **FT-IR** (Fourier Transform Infrared Analysis: ASTM E2412). **FT-IR**, infrardeča spektroskopija, je metoda za merjenje kemije organskih molekularnih komponent. Metoda FT-IR lahko uporabljamo za spremljanje poteka in stopnje izrabljenosti aditivov, ugotavljanje razgradnje stranskih proizvodov in prisotnosti različnih kontaminantov. Metoda je dober primarni test za merjenje kemijskih sprememb tako bazne tekočine kot za identifikacijo mehanizmov, ki so lahko odgovorni za razgradnjo tekočine. Termično razgradnjo lahko dokažemo z laboratorijsko meritvijo krivulje FT-IR in preučevanjem območja valovne dolžine, kjer merimo stopnjo oksidacije. Če je vrh v področju nitracije, lahko ugotovimo, da je termična razgradnja vzrok za temnejšo hidravlično tekočino.

S testom **ultra centrifugiranja (UC)** ali stopnje sedimentacije s pomočjo separacije določamo stopnjo netopnih produktov degradacije v vzorcu olja. To dosežemo s centrifugiranjem majhne količine vzorca olja pri 17.000 min⁻¹ v času 30 min. Netopni produkti, ki so premajhni, da bi jih odstranili z mehanskimi filtri ali zaznali z običajnim štetjem delcev, se zaradi centrifugalne sile izločijo in tako omogočijo vizualno oceno stopnje sedimentacije, ki jo izražamo z vrednostmi od 1 do 8. Minimalna vrednost 1 predstavlja nizko stopnjo netopnih produktov v olju. Maksimalna vrednost 8 predstavlja kritično stopnjo. Omejitev tega testa je, da ne omogoča razlikovanja med netopnimi produkti degradacije olja in ostalimi netopnimi kontaminanti (umazanijo). Poleg tega lahko s centrifugiranjem odstranimo tudi aditive (izboljševalce indeksa viskoznosti, disperzante in sulfonate).

3.2 Sekundarni testi za določanje stopnje degradacije

Določanje viskoznosti (po ASTM D445). Viskoznost lahko definiramo kot odpor tekočine proti tečenju in

velja za najpomembnejšo lastnost maziva. Nanjo vplivajo tudi različne oblike degradacije tekočine. Vzdrževanje primerne viskoznosti je kritično za ohranjanje debeline mazalnega filma. Kadar zaradi degradacije tekočine nastopi bistvena sprememba viskoznosti, se lahko tudi nekateri drugi parametri (naraščanje netopnih produktov, kislinskega števila itd.) že zelo spremenijo, zato je meritev viskoznosti odličen sekundarni test degradacije tekočine.

Linearna voltametrij (LSV), po ASTM D6971. Ta test je namenjen ugotavljanju zaščite maziva pred oksidacijo z merjenjem primarnih antioksidantov v tekočini. Izvajamo ga z instrumentom Ruler in je pomembno orodje za nadzor stanja maziva. Določamo stopnjo preostalega aditiva in s tem preostale uporabne dobe maziva, in sicer s primerjavo z začetno stopnjo. Rezultat testa LSV lahko prevedemo na degradacijo tekočine, če imamo zadostno količino podatkov o posamezni vrsti tekočine.

Oksidacijski test v rotirajoči tlačni posodi – Rotating Pressure Vessel Oxidation Test (RPVOT), po ASTM D2272. Pomembna lastnost mazalnih olj je oksidacijska stabilnost ali odpornost proti oksidaciji. Test RPVOT (pred tem imenovan RBOT) je kontroliran, pospešen test oksidacije maziva, ki ga uporabljamo za merjenje lastnosti preostalih antioksidantov. Rezultat ocenjujemo in primerjamo s stopnjo pri svežem olju. Vrednost metode je omejena, ker degradacija tekočine lahko poteka v izoliranih segmentih maziva, kar se ne odraža na bistvenem padcu vrednosti RPVOT. Nič neobičajnega ni, da pri oljih, ki imajo visoke vrednosti RPVOT, prihaja do težav s tvorjenjem usedlin in lakastih produktov. Pravzaprav imajo nekatera maziva z visokimi vrednostmi RPVOT celo takšne aditive, ki so bolj nagnjeni k tvorbi depozitov, kot so fenil-alfa-naftilamini (PANA).

Nevtralizacijsko število (NŠ) po ASTM D974, D644. S to metodo merimo kisle sestavine, ki so prisotne v mazivu. Večina inhibitorjev korozije, ki so prisotni v oljih, je kislih in vplivajo na nevtralizacijsko število svežega olja. Nadzorujemo porast nevtralizacijskega števila od stopnje pri svežem olju, kar običajno odraža prisotnost kislih oksidacijskih produktov. Povečanje nevtralizacijskega števila je možno tudi zaradi kontaminantov, mešanice proizvodov in/ali kemičnih transformacij. Čeprav metoda predstavlja dragoceno orodje, pa odraža kemijo, ki nastane, ko je težava že prisotna in je sama po sebi neobčutljiva na šibke organske kisline, ki nastajajo med degradacijo maziva.

4 Ugotavljanje nagnjenosti k tvorjenju lakov in gošče v fazi predizbora olja

Za ugotavljanje nagnjenosti ali tendence hidravličnega olja k tvorjenju lakov in gošč smo uporabili la-

stni termični test, s katerim lahko izvajamo pospešeno staranje olja na večji količini vzorca (1.500 ml). Za razliko od ostalih testov, kot sta RPVOT in TOST, pri katerih je količina testirane tekočine zelo majhna (50 g oz. 300 ml), lahko s testom pospešenega staranja olja po principu termičnega obremenjevanja izvedemo celovite laboratorijske analize številnih fizikalno-kemijskih parametrov, hkrati pa lahko tudi ugotovljamo nagnjenost k tvorjenju lakov in gošče. Omenjeni test je v prvi vrsti namenjen ugotavljanju poteka spremembe posameznih fizikalno-kemijskih parametrov olja ter testiranju vzdržljivosti posameznega olja – več podrobnosti o samem testu in rezultatih testov je na voljo v literaturi [13], [14], [15].

Test v osnovi temelji na standardnih testih RPVOT in TOST in se izvaja ob segrevanju olja na magnetnem mešalu z grelno ploščo ob vpihovanju zraka ter ob prisotnosti bakra kot katalizatorja, pri čemer so količine natančno odmerjene in nadzorovane. Osnovno aparaturo sestavljata dve stekleni čaši, nameščeni druga v drugi tako, da je manjša 3-litrska nameščena v večji 5-litrski, v kateri je repično olje, ki služi kot grelna (temperirna) kopel za manjšo 3-litrsko čašo. S tem smo se izognili morebitnim močno povišanim temperaturam na dnu manjše 3-litrske čaše, v kateri je testirano olje. V vsako izmed čaš je dodana magnetna tabletki za mešanje olj med izvajanjem testa (meša se tako olje temperirne kopeli kot tudi testirano olje).

V manjšo čašo je vstavljeno $15 \pm 0,1$ m bakrene žice preseka $1,5 \text{ mm}^2$, zvite v spiralo s premerom 10 mm. Količina vzorca testiranega olja znaša $1.500 \pm 10 \text{ mL}$. Test oz. gretje se izvaja vzporedno na treh magnetnih mešalih z grelno ploščo, ki so postavljena v namensko izdelano komoro z odsesavanjem oljnih par – *slika 4*. S pomočjo predhodno vstavljenih dveh tabletk (v vsako čašo po ena) magnetna mešala mešajo tako olje v temperirni kopeli kot tudi testirano olje v manjši čaši s hitrostjo $300 \pm 50 \text{ obr/min}$.



Slika 4: Termični test za pospešeno staranje hidravlične tekočine

Med testom vzdržujemo konstantno vrednost temperature olja $150 \pm 0,5$ °C (ali $160 \pm 0,5$ °C v primeru zelo odpornih olj oz. termično stabilnih olj) s pomočjo dograjenih temperaturnih regulatorjev (PID) in temperaturnih tipal, ki so pomočena v testirano olje. Pred pričetkom testiranja so bila vsa temperaturna tipala umerjena s potopitvijo v isto tekočino pri 150 °C – na $\pm 0,1$ °C natančno.

Za razliko od testov RPVOT in TOST predstavljeni test nima natančno določenega konca, saj z njim ne želimo izmeriti samo vrednosti oksidacijske stabilnosti testiranega olja, ampak želimo »posneti« profil pospešenega staranja olja v celotni uporabni dobi, kar predstavlja osnovo za vse kasnejše napovedi o preostali uporabni dobi olja in tudi o tvorjenju lakastih produktov ter gošče.

Po končanem testiranju je bilo na vzorcih moč zaznati močno spremembo barve (*slika 5 zgoraj*) in izraziti vonj po zažganem. Testirano je bilo običajno mineralno hidravlično olje Hydrolubric HL (tip HLP), pri čemer je temperatura testiranja znašala 150 °C. Številke na sliki 5, navedene zraven oznake HL, podajajo čas trajanja testa v urah na omenjeni temperaturi. Na potopljeni bakreni žici pa je bilo pri vzorcih, ki so bili testirani dalj časa, opaziti močno tvorbo netopnih lakastih produktov, ki so se bakrene žice oprijeli (*slika 5 spodaj*). Prav tako je bilo pri omenjenih vzorcih opaziti netopne lakaste produkte oksidacije na stenah čaše ter usedline, ki so ostale na dnu oz. se oprijele steklene posode po koncu testa (*slika 6*).



Slika 5 : Vzorci običajnega mineralnega hidravličnega olja po končanem testiranju (zgoraj) in tvorba netopnih lakastih produktov na bakreni žici (spodaj)



Slika 6 : Tvorjenje netopnih lakastih produktov na stenah čaše in usedlin na dnu

Kot primer različne nagnjenosti k tvorjenju lakastih produktov in usedlin prikazuje *slika 7* tri različna (hidravlična) turbinska olja, označena z A, B in C, različnih vzdržljivosti, testirana pri 150 °C oz. 160 °C. Slika 7 zgoraj prikazuje manj vzdržljivo olje A, testirano pri 150 °C, ki že po 60 urah testiranja kaže občuten pojav oblog na bakreni žici, po 150 urah testiranja pa je teh oblog ogromno.

Na sliki 7 v sredini: pri drugi hidravlični tekočini B kljub višji temperaturi testiranja (160 °C) tudi po daljšem času ni mogoče zaznati vidnejših sprememb v barvi žice oz. prisotnih lakastih produktov. Šele po 105 urah testiranja so se pričele pojavljati manjše obloge. Najboljši rezultati so bili doseženi s tretjo hidravlično tekočino C, pri kateri vse do 250 ur testiranja ni bilo mogoče zaznati nikakršnih lakastih oblog na bakru, kaj šele tvorjenja gošče. Razlike so lahko torej zelo velike.

Nagnjenost k tvorjenju lakastih produktov delno potrjujejo tudi vrednosti izmerjenih posameznih fizikalno-kemijskih parametrov. Tabela 1 prikazuje, da je zaradi termične oksidacije izhodiščna vrednost viskoznosti nekoliko narastla (vsa tri olja so bila deklarirana kot ISO VG 68). Prav tako po pričakovanju naraste vrednost nevtralizacijskega števila in oksidacije FT-IR, razen pri tekočini C, ki je drugačne vrste, kot sta tekočini A in B. Vrednost FT-IR se ni veliko spremenila, kar se kaže tudi pri najmanjši nagnjenosti k tvorjenju lakastih produktov.



Slika 7 : Nagnjenost k tvorbi netopnih lakastih produktov na bakreni žici

Tabela 1 : Fizikalno-kemijski parametri treh testiranih olj

Temperatura testa	150 °C			160 °C				
Vzorec	A			B			C	
Ure testiranja	0	60	90	0	60	90	0	180
Barva	L 0,5	L 4,5	> L 8	L 0,5	L 3,5	> L 8	L 1	> L 8
Viskoznost 40 °C	61,98	66,38	67,8	63,02	65,31	72,15	70,21	74,96
Viskoznost 100 °C	8,26	8,65	8,76	8,33	8,53	9,035	11,43	12,07
Indeks viskoznosti	102	102	101	101	101	99,00	157	158
Nevtralizacijsko št.	0,27	0,22	0,52	0,14	0,05	1,47	0,28	0,36
Oksidacija FT-IR	0,34	0,46	0,47	0,35	0,15	3,53	42,85	41,81
Test penjenja								
Sekvenca I	240/0	530/10	740/340	0/0	250/0	750/340	0/0	0/0
Sekvenca II	20/0	30/0	30/0	10/0	60/0	140/0	70/0	310/0
Sekvenca III	30/0	590/10	270/10	0/0	40/0	70/10	10/0	10/0

5 Nagnjenost primerljivih olj k tvorjenju lakastih produktov in gošče

Lahko pa na prvi pogled tako po sestavi in osnovnih lastnostih primerljiva hidravlična olja kažejo različne lastnosti glede tvorjenja lakastih produktov in gošče. V ta namen smo po opisanem postopku pospešenega termičnega staranja testirali dva vzorca turbin-skih olj. Vsem vzorcem smo pred testiranjem in po končanem testiranju v kemijskem laboratoriju izmerili pomembne fizikalno-kemijske lastnosti. Pri tem po-

stopku so bili vzorci označeni z naslednjimi šiframi: B0, B1 (znana tekočina, predstavljena v poglavju 4), druga pa je bila sorodne vrste in lastnosti. Vzorci te so označeni z D0, D1 in D2, pri čemer so oznake vzorcev vezane na vrsto olja in stanje:

- ▶ B0 – olje B pred testiranjem,
- ▶ B1 – olje B po 70 h testiranja,
- ▶ D0 – olje D pred testiranjem,
- ▶ D1 – olje D po 70 h testiranja,
- ▶ D2 – olje D po 70 h testiranja (ponovljena meritev).

Tabela 2 : Primerjava rezultatov vseh vzorcev

Vzorec		B		D			Min. zahteva
Šifra vzorca		B0	B1	D0	D1	D2	
Barva (ASTM D 1500)	[–]	L 0,0	L 3,0	L 0,5	L 4,5	L 4,5	≤ L 5,5
Nevtralizacijsko število (ASTM D 664)	mg KOH/g	0,06	0,05	0,09	0,03	0,02	≤ 0,5
Test penjenja, sekvenca I (ASTM D 892)	ml/ml	0/0	450/0	0/0	470/0	540/0	≤ 600/0
Oksidacija FT-IR (mod. ASTM E2412)	[–]	0,35	0,32	0,39	0,38	0,35	≤ 0,4
Modif. MPC/stand. MPC	[–]	< 10	32/38	< 10	64/78	64	≤ 40

Šifra vzorca		B0	B1	D0	D1	D2
AH LubCos H2O+ II						
Dielektrična konstanta	[–]	2,029	2,023	2,033	2,012	2,009
Električna prevodnost	[pS/m]	266,3	260,8	260,8	257,2	260,6
Relativna vlažnost	[%]	32,9	34,5	32,8	30,6	29,9
AH LubCos Vis+						
Dielektrična konstanta	[–]	2,520	2,499	2,546	2,476	2,468
Viskoznost	[mm ² /s]	71,9	73,4	65,8	66,7	67,1

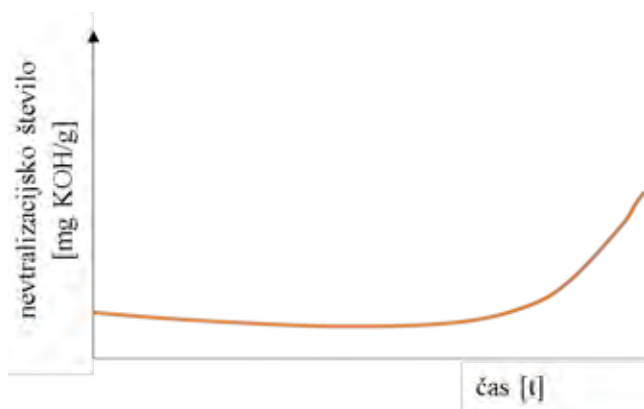
V tabeli 2 so zbrani in prikazani rezultati analiz posameznih vzorcev v primerjavi z zahtevami oz. mejnimi vrednostmi. Dodatno smo vzorce pomerili tudi z dvema multifunkcijskima on-line senzorjema:

- ▶ Argo-Hytos LubCos H2O+ II in
- ▶ Argo-Hytos LubCos VisPlus.

Na ta način smo izmerili dielektrično konstantno (2 x), električno prevodnost, relativno vlažnost ter viskoznost testiranih vzorcev, veličine, ki jih lahko koristno uporabimo tudi pri on-line spremljanju stanja olja. Te meritve so potekale pri temperaturi vzorcev 40 °C.

Oba analizirana vzorca sta imela pred testiranjem zelo bistro barvo. Po testiranju je vzorec olja D spremenil barvo na vrednost L 4,5, medtem ko je vzorec olja B spremenil barvo na vrednost L 3,0. Glede na ta pogoj (barva) obe vrsti olj izpolnjujeta podane minimalne zahteve.

Nevtralizacijsko število vzorcev smo izmerili po novjšem postopku ASTM D 664, katerega rezultati se lahko nekoliko razlikujejo od standarda ASTM D 974. Kljub temu sta imela oba vzorca pred testiranjem zelo nizko vrednost nevtralizacijskega števila, ki je po izvedenem testiranju v trajanju 70 h še dodatno upadla. Glede na splošno krivuljo spremembe nevtralizacijskega števila turbinskih olj v njihovi uporabi dobi, ki jo prikazuje *slika 8*, smatramo, da smo pri testiranju obeh vzorcev dosegli približno »dno« krivulje. V primeru daljšega testiranja bi lahko pričakovali pričetek poviševanja vrednosti nevtralizacijskega števila. Glede na ta pogoj obe vrsti olj izpolnjujeta podane minimalne zahteve (70 ur in $NS < 0,5$).



Slika 8 : Običajni potek spremembe vrednosti nevtralizacijskega števila pri staranju olja

Rezultati analize **penjenja vzorcev** pred testiranjem so odlični, saj oba vzorca dosegata minimalno vrednost penjenja oz. se ne penita. Vsi vzorci se po testiranju sicer močneje penijo, ampak so znotraj minimalnih zahtev. Pri tem se vzorec B peni nekoliko manj kot vzorec D.

FT-IR-oksidacija vzorcev, izmerjena po modificiranem postopku ASTM E2412 z oknom HATR, prav tako nakazuje, da smo tudi s FT-IR-oksidacijo, ki se spreminja podobno kot vrednost nevtralizacijskega števila, dosegli dno krivulje. V primeru daljšega testiranja bi lahko pričakovali pričetek poviševanja vrednosti.

Oba vzorca sta pred testiranjem dosegla minimalne vrednosti **analize MPC**, medtem ko rezultati analiz po 70-urnem testiranju prikazujejo popolnoma drugačno sliko. Vzorec B1 po testiranju z modificirano metodo MPC z rezultatom MPC = 32 oz. po standardni metodi MPC, MPC = 38, še vedno ustreza minimalnim zahtevam, medtem ko vzorec D1 tem zahtevam ne ustreza več, saj je dosegel visoko vrednost MPC = 64 oz. 78. Vrednost analize potrjuje tudi dodatni, primerjalni vzorec testiranja D2, ki je dosegel popolnoma enak rezultat, pri čemer je bil dodatno izveden test MPC v dveh različnih kemijskih laboratorijih. Stanje filtrov pri analizi z modificiranim postopkom MPC prikazuje *slika 9*.



Slika 9 : Stanje filtrov pri analizi MPC po modificirani metodi

Po analizi vzorcev obeh vrst olj pred testiranjem in po 70 urah testiranja lahko zaključimo, da imata oba testirana vzorca dobro oksidacijsko stabilnost. Kljub temu pa so kasnejše analize pokazale, da ima vzorec olja B nekoliko boljšo oksidativno stabilnost in manjšo nagnjenost k tvorjenju lepljivih snovi na bazi nečistoč in produktov oksidacije olja ter k tvorjenju gošče in nečistoč (analize barve ter MPC).

Kot je razvidno iz rezultatov, vzorec D1 ne dosega ustrezne vrednosti analize MPC po 70 urah testiranja. To potrjuje tudi analiza primerjalnega vzorca D2, katere rezultat je identičen rezultatu vzorca D1.

Nekateri rezultati analiz vzorcev D1 in D2 (D po 70 urah testiranja) se le malenkostno razlikujejo, kar po naših izkušnjah izhaja iz določene nenatančnosti oz. neponovljivosti določenih laboratorijskih analiz in se ne pojavlja zaradi neponovljivosti postopka testiranja pospešenega staranja. To namreč potrjujejo tudi sami rezultati – nekatere vrednosti analiz (barva, MPC) so popolnoma enake, medtem ko se ostale razlikujejo le minimalno (nevtralizacijsko število, FT-IR).

6 Zaključek

Hidravlično olje, še vedno najpogostejše uporabljana vrsta hidravlične tekočine, skozi čas uporabe bolj ali

manj hitro izgublja svoje prvotne lastnosti – govorimo o degradaciji olja. Vzrokov za degradacijo je veliko, lahko so bolj ali manj kompleksne narave in so uporabnikom bolj ali manj znani. Med manj znane stranske pojave, s katerimi pa se vse pogostejše srečujemo, zagotovo spada tvorjenje lakastih produktov oz. lakastih oblog na vseh površinah, ki so omočene z oljem, in pa tvorjenje gošč oz. usedlin, ki se običajno nabirajo na dnu rezervoarja in na filtru.

Oboje povzroča motnje v delovanju hidravličnega sistema. Gošče se nabirajo na dnu rezervoarja, zaradi česar poenostavljeno menimo, da so manj motne, saj jih ob naslednji menjavi olja odstranimo, če rezervoar le očistimo. Vendar se lahko ob sunkovitem vračanju tekočine v rezervoar vzvalovijo in ponovno vrnejo v obtok. Razen tega pa lahko popolnoma zamašijo filterni vložek, kar pa lahko pripelje do določenih nevarnosti v delovanju sistema. Lakasti produkti se nabirajo na vseh z oljem omočenih površinah, pri čemer na stenah rezervoarja niso tako nevarni kot v notranjosti ventilov, še posebej regulacijskih ventilov, ki imajo že v osnovi ozke tolerance rež. Podoben problem se pojavlja tudi na ležajih gredi, npr. na plinskih in parnih turbinah, kjer so to nadlogo, sicer lepe zlate barve, najprej opazili in se z njo pričeli spopadati.

Kot je na kratko predstavljeno v prispevku, je vzrokov za nastanek teh produktov več. Pojavljajo se lahko tudi pri dobro vzdrževanih hidravličnih napravah in celo pri uporabi zelo kvalitetnih (visoko aditiviranih) olj in celo pri termično zelo stabilnih sintetičnih oljih. Vzrok je torej lahko tudi v vrsti uporabljanega olja, po vseh parametrih zelo kvalitetnega.

Razen vzrokov za nastanek lakov in gošč so v prispevku na kratko opisane metode, s katerimi lahko bolj ali manj natančno ugotovimo, kakšno je stanje v hidravličnem sistemu glede na trenutno stanje olja. Lahko pa nagnjenost nekega olja k tvorjenju teh produktov ugotovimo že pred njegovo prvo vgradnjo oz. nabavo in se tako že vnaprej izognemo vsem morebitnim kasnejšim nevšečnostim. V prispevku je predstavljen že večkrat preverjen postopek testiranja olja s termičnim obremenjevanjem, ki smo ga uporabljali predvsem za ugotavljanje potekov sprememb posameznih fizikalno-kemijskih lastnosti olja, za ugotavljanje vzdržljivosti posameznega olja in za napovedovanje njegove celotne in preostale uporabne dobe ter za predizborna testiranja najprimernejšega olja za določeno aplikacijo.

V tem primeru smo ta postopek uporabili za ugotavljanje nagnjenosti olja k tvorjenju lakov in gošč, rezultate postopka pa primerjali z ostalimi znanimi standardiziranimi metodami. Na podlagi rezultatov smo dokazali, da olje ni enako olju, pa čeprav gre na prvi pogled za povsem primerljivo tako glede vrste kot kvalitete. Če se že soočamo s takšnimi pojavi v našem sistemu ali pa se jim želimo že vnaprej izogniti, je uporaba takšnega testiranja oz. vključitev

teh lastnosti olja v sicer obsežnejše testiranje v fazi predizbora za nas najprimernejšega olja vsekakor nujna.

Literatura

- [1] Fitch, Jim: Demystifying Sludge and Varnish, Machinery Lubrication, No. 1, 2002
- [2] Atherton, Buddy: Discovering the Root Cause of Varnish Formation, Practicing Oil Analysis (3/2007).
- [3] Livingstone, Greg; Wooton, Dave; Thompson, Brian: Finding the Root Causes of Oil Degradation, Practicing Oil Analysis (1/2007).
- [4] N. N.: How to Detect Varnish in Turbine Oils, Noria Corporation, <http://www.machinerylubrication.com/Articles/Print/29431>.
- [5] Fitch, Jim: Sludge and Varnish in Turbine Systems, <http://www.machinerylubrication.com/Articles/Print/874> (3. 1. 2018).
- [6] ASTM D4378-03: Standard Practice for In-Service Monitoring of Mineral Turbine Oils for Steam and Gas Turbines, Annual Book of ASTM Standards 2005, West Conshohocken, Penn.: American Society for Testing and Materials, 2005.
- [7] How do you know if you have varnish in your lube system? <http://biokemau.blogspot.si/2015/04/how-do-you-know-if-you-have-varnish-in.html> (3. 1. 2018).
- [8] Carroll, Jim: How to Use Lubrication Additives for Preventive Maintenance; Schaeffer Manufacturing, 2015
<https://www.pumpsandsystems.com/pumps/january-2014-how-use-lubrication-additives-preventive-maintenance> in <https://www.pumpsandsystems.com/pumps/january-2014-how-use-lubrication-additives-preventive-maintenance?page=2> (3. 1. 2018).
- [9] Lucas, Lew: Problems and sources of varnish in hydraulic fluid, Hydraulics and Pneumatics, 4/2007.
- [10] Sasaki, Akira; Uchiyama, Shinji; Yamamoto, Takashi: Generation of static electricity during oil filtration. Lub. Eng. 1999; 55(9), str. 24–27.
- [11] Lovrec, Darko: Vzroki za prisotnost zraka v hidravličnem sistemu. Ventil, ISSN 1318-7279, avg. 2016.
- [12] ASTM D7843: MPC Varnish Potential Testing.
- [13] Tič, Vito; Tašner, Tadej; Lovrec, Darko: Enhanced lubricant management to reduce costs and minimise environmental impact. Energy, ISSN 0360-5442. 1 Dec. 2014, vol. 77, str. 108–116, 2014, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544214005799#>, doi: 10.1016/j.energy.2014.05.030
- [14] Gregorc, Boštjan; Tič, Vito; Lovrec, Darko: Izbor turbinskega olja na podlagi predhodnih testov. 13. konferenca slovenskih elektroenergetikov CIGRE-CIRED, Maribor, 22.–24. maj 2017. Ljubljana: Slovensko združenje elektroenergetikov

- CIGRE – CIRED. 2017, str. 1-10, 2017
- [15] Lovrec, Darko; Gregorc, Boštjan; Tič, Vito: Izbira primernega turbinskega olja na podlagi testiranj, Zbornik predavanj posvetovanja o tribolo-

giji, mazivih in tehnični diagnostiki, Posvetovanje o tribologiji, mazivih in tehnični diagnostiki, SLOTRIB 2016, Ljubljana, Slovenija, 17. november 2016, str. 63-74, 2016

Testing the tendency of hydraulic oils to form varnish and sludge

Abstract:

There are many causes of hydraulic oil degradation which can occur in various forms and may affect hydraulic system operation. The sources of varnish and sludge formation as degradation by-products are different and can also develop in well-maintained hydraulic systems, even when using high-quality hydraulic oils.

In order to recognize and avoid them, it is necessary to be familiar with the mechanisms of their formation and different testing methods. One of such methods is the oil thermal stability test, which is primarily used to determine the durability of oils and their properties that are changing through-out their useful lifetime. In the case presented below, the same test was used to determine the tendency of oil to form varnish, sludge and sediments.

Keywords:

hydraulic oils, sludge and varnish, testing, pre-selection

Za uspešno delo s strojem, njegovo vzdrževanje in varno uporabo, kot tudi za razumevanje posebnosti v delovanju ter za prepoznavanje napak in nevarnosti..., so potrebna specialna znanja. Ta z leti zbledijo, ali pa jih je šele potrebno pridobiti. Nenehno izobraževanje je danes nuj!

Komu so tečaji namenjeni?

Tečaji so namenjeni strokovnemu in vodstvenemu kadru, serviserjem in monterjem naprav z vgrajeno hidravlično in pnevmatično opremo ter krmiljem... oz. vsem, ki se pri svojem delu srečujejo s tovrstnimi napravami in tovrstno tehniko.

Tečaji so zasnovani tako, da v okviru osnovnega tečaja spoznamo osnove, ki jih nato v okviru nadaljevalnega tečaja nadgradimo ali razširimo z drugimi tematskimi tečaji.

Način podajanja znanja in oprema

Vsak tečaj sestoji iz teoretičnega in praktičnega dela, pri čemer pomen teoretičnih osnov podkrepimo s kratkimi izračuni in v nadaljevanju še z obsežnim praktičnim delom. Slednje izvajamo na realni industrijski opremi in ob realnih obratovalnih pogojih. Izvedba tečaja je prijazna udeležencu in naravnana na čim bolj učinkovito pridobivanje znanja.



IZOBRAŽUJEMO ZA INDUSTRIJO

Hidravlika

Pnevmatika

Uvod v tribologijo in maziva

Nega maziv

Uvod v avtomatizacijo

FS

Fakulteta za strojništvo

Znanje z leti zbledi, ga enostavno ni
ali pa se pojavijo potrebe po novih znanjih.

Obnovite ali pridobite ga!

Več informacij o tečajih najdete na:

e-mail: laoh@um.si

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

Tel.: (02) 220 7611



Dvignite produktivnost !

Zmanjševanje izpadov med postopkom zamenjave orodij je vsakodneven izziv, ko poskušate ostati odzivni in konkurenčni. Stäubli rešuje te izzive s preverjenimi rešitvami za vsako ključno stopnjo procesa, od najpreprostejše aplikacije do popolne rešitve za hitro zamenjavo orodij.

Zanesljivost. Učinkovitost. Varnost. Stäubli.

www.quick-mould-change.com

FAST MOVING TECHNOLOGY

STÄUBLI

IZVEDBA SPECIFIČNEGA PRIJEMALA ZA PRIJEMANJE IN VIZUALNO KONTROLO IZDELKA

Aleš Zore, Vid Črešnik, Jure Škrabar, Jure Rejc, Jure Skvarč, Marko Munih

Izvleček:

V sklopu projekta GOSTOP smo zasnovali testno robotsko aplikacijo za nadzor kakovosti proizvodnih izdelkov z metodami strojnega vida. Uporabili smo sodelujoči robot UR5, na katerega smo namestili posebno prijemalo. Poleg robota in prijemala smo za zajemanje slik uporabili programsko okolje Kolektor Imaging Software podjetja Kolektor Orodjarna, d. o. o., ki je teklo na osebнем računalniku, in kamero.

Delovanje sistema lahko razdelimo na tri podsklope, in sicer na inicializacijo, prenašanje objekta (ang. pick and place) in vizualni nadzor (automated optical inspection – AOI). V inicializaciji vzpostavimo komunikacijo robota in računalnika preko komunikacijskega protokola TCP/IP, vnesemo parametre objekta in začetno mesto v paleti. V drugem podprogramu natakemo objekt s pomočjo posebnega prijemala in ga prinesemo pred kamero, kjer se prične tretji podprogram – vizualni nadzor.

Ključne besede:

robot, prijemalo, kontrola kakovosti, vizualna kontrola

1 Uvod

Kontrola kakovosti je pomemben del serijske proizvodnje. Uporabljenih je več metod nadzora: od vizualnega pregleda, ki ga opravlja delavec, ki išče nepravilnosti v oblikah in na površini, do dimenzijskega preverjanja s kalibri ali različnimi merilniki (kljunasto merilo, mikrometer itd.), kar upočasnjuje proizvodne linije, vendar popolna kontrola ni mogoča.

Za nadzor kakovosti s kamero [1] je potrebno zagotoviti, da je objekt oziroma področje zanimanja na objektu, ki ga želimo pregledati, v goriščni razdalji optične postavitve, med drugim pa je potrebno zagotoviti tudi ustrezno pozicijo in orientacijo objekta. Poleg visoke ponovljivosti, hitrosti delovanja ter prilagodljivosti robota sta pglavitna razloga za uporabo robota zagotavljanje ponovljive pozicije in orientacije objekta pred optičnim sistemom, saj z njim lahko zelo hitro premaknemo objekt in preko komunikacijskih vodil prožimo zajem slike.

Poglavje 2 opisuje uporabljen opremo v robotski aplikaciji, 3. poglavje opisuje delovanje aplikacije, v zadnjem, 4. poglavju pa so strnjene misli o nadaljnjem delu.

Aleš Zore, mag. inž. el., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko; **Vid Črešnik**, univ. dipl. inž., Kolektor Orodjarna, d. o. o., Idrija; **Jure Škrabar**, univ. dipl. inž., Kolektor Group, d. o. o., Idrija, dr. **Jure Rejc**, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko; dr. **Jure Skvarč**, univ. dipl. inž., Kolektor Orodjarna, d. o. o., Idrija; prof. dr. **Marko Munih**, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko

2 Uporabljena oprema

Za avtomatiziranje meritev z videokamero so bile uporabljene naslednje komponente:

- ▶ sodelujoči robot UR5 (*slika 1*) proizvajalca Universal Robots A/S [2],
- ▶ namensko zasnovano prijemalo za natikanje in iztikanje merjenja,
- ▶ programsko okolje KiS (Kolektor Imaging Software) za zajem in obdelavo slik, ki teče na osebнем računalniku,
- ▶ paleta merjencev.

Sodelujoči robot UR5

Robot UR5 je po zasnovi sodelujoči robot (ang. collaborative robot). To je robot, ki lahko deluje v odprtem delovnem okolju brez zaščitne kletke tudi v primeru bližine človeka, kar je odvisno od zasnove same aplikacije oz. od uporabljenega orodja, obdelovanca ter hitrosti in način gibanja robota.

Glavne lastnosti, ki so pripomogle, da robot šteje med sodelujoče robote, so:

- ▶ zaznavanje trkov,
- ▶ omejitev sile in moči,
- ▶ omejitev hitrosti gibanja v sklepih in na vrhu robota,
- ▶ omejitev delovnega prostora,
- ▶ vodenje z roko.



Slika 1 : Sodelujoči robot UR5 (vir: <https://www.robots.com/universal/ur5>)

Tabela 1 : Osnovne tehnične specifikacije robota UR5

Doseg	850 mm
Nosilnost	5 kg
Število stopenj prostosti	6
Ponovljivost	min. 0,1 mm

Robot UR5 se ponaša z visokim koeficientom razmerja nosilnosti (5 kg) v primerjavi z njegovo maso (18,4 kg), z enostavnim programiranjem s pomočjo zaslona na dotik in učenjem točk s premikanjem robota z roko operaterja. Robotski aplikaciji ustrezata predvsem robotov zadovoljiv doseg in njegova pozicijska ponovljivost (tabela 1).



Slika 2 : Primer merilnega trna

Robot podpira številne komunikacijske protokole za komunikacijo z drugimi perifernimi enotami, kot so Ethernet TCP/IP, Modbus in ProfiNet [3].

Prijemalo

Zasnova prijemala temelji na osnovi merilnega trna (slika 2), ki se uporablja tudi v proizvodnih procesih za manipulacijo in preizkušanje merjencev. Trn je posebno zasnovana konica, na katero se največkrat natikajo merjenci in s katero se preverja ustreznost izvrtin oziroma drugih odprtín.

Za natikanje objekta je bila merilna priprava prilagojena tako, da jo je možno namestiti na prirobnico, ki je bila nameščena na vrh robota.



Slika 3 : Posebej zasnovano prijemalo za natikanje in iztikanje merjencev

Z merilnim trnom lahko merjenec samo nataknemo, saj sta premer merilnega trna in izvrtina v središču merjenca dimenzionirana na tesni ujem. Za izmet merjenca je dodan servomotor s 3D-natisnjenim plaščem valja. Plašč valja preko ekscentrika, ki pretvori rotacijo motorja v vertikalno translacijo, potisne merjenec z merilnega trna (slika 3). Krmiljenje servomotorja je izvedeno z mikrokrmilnikom NXP LPC2138 [4] s pulznoširinsko modulacijo, krmilnik pa je povezan s krmilnikom robota.

Programska oprema KiS za osebni računalnik

Na osebnem računalniku se uporablja v Kolektorju razvita programska oprema za obdelavo slik KiS. Okolje predstavlja skupek orodij za zajem slik in širokega nabora metod za obdelavo slik. Integrirano ima tudi podporo za povezovanje s kamerami, krmilniki, motorji itd. Povezavo s perifernimi enotami je mogoče vzpostaviti preko komunikacijskih protokolov ProfiNet, Modbus, RS232 in TCP/IP.

Delovni cikel je sestavljen z uporabo časovnega zaporedja ukazov za inicializacijo robota ter optičnega sistema, ukazov za zajem slike, preračun začetnega zasuka in poravnava merjenca (poglavje 4). Komunikacija med robotom in programskim okoljem KiS poteka preko protokola TCP/IP.

3 Delovanje aplikacije

Delovanje aplikacije je glede na lokacijo izvajanja programa razdeljeno na dva glavna dela (slika 4):

- ▶ robotski del in
- ▶ programski del za zajem in obdelavo slik – KiS.

Oba dela se v nadaljevanju lahko razdelita še na:

- ▶ inicializacijo in
- ▶ vizualni nadzor.

Pri robotskem delu je znotraj delovanja integriran poddel za manipulacijo merjencev iz palete in v paleto. Oba glavna dela aplikacije sta neodvisni enoti, ki za nadaljevanje izvajanja čakata na ustrezne medsebojne ukaze.

Inicializacija

Tik ob zagonu delovanja se na obeh straneh izvede inicializacija, v kateri se preverita komunikacijska povezava in delovanje prijemala. Najprej se izvede vzpostavitev TCP/IP-povezave med robotom in računalnikom, nato pa v naslednjem koraku KiS pošlje

številski podatek o dimenzijskih vrednostih merjenca in začetno mesto v paleti, kjer so razvrščeni merjenci. Na strani robota se preveri delovanje izmeta merjencev – delovanje servomotorja na prijemalu. Preveri se, ali se prijemalo aktivira ob postavljenem digitalnem signalu. Če bi pred inicializacijo že imeli nataknen merjenec, bi ga med samo inicializacijo izvrgli in s tem preprečili poškodbe ob natikanju novega merjenca.

Pobiranje in manipulacija merjencev

V angleškem jeziku pobiranj, manipulaciji in odlaganju objektov rečemo operacija pick and place. Merjenci so zloženi v paleti z 10 x 15 mesti. S pomočjo čarovnika za palete znotraj programskega okolja za programiranje UR-robota se z vhodnimi parametri določijo pozicije oglišč ter število objektov med posameznimi oglišči palete. Mesta na paleti so ustrezno oštevilčena z indeksom.

Indeks lokacije posameznega merjenca, ki se kontrolira, se preko TCP/IP-povezave pošlje iz KiS-a kot vhodni parameter krmilniku robota. Ustreznemu merjencu se prijemalo približa, upočasni hitrost gibanja, da se merjenec ob natikanju ne poškoduje in se natakne s pomočjo prijemala. Merjenec se natakne do te mere, da se ob prenašanju ne iztakne, saj so si palete med seboj dimenzijsko podobne, vendar dimenzijsko minimalno odstopajo, kar ima za posledico, da v paleti niso vsi merjenci identično poravnani (slika 5). Optimalno natikanje se doseže s kalibracijskim prislonom merjenca ob naležno površino. S tem se zagotovi, da je površina merjenca, predvidena za zajem slike, v goriščni razdalji optičnega sistema. Na ta način se prepreči navidezno opletanje slik okoli središča rotacije. Po zajetju slik se merjenec z robotom odnese nazaj na odvzemno mesto v paleti.

Učenje točk za manipulacijo merjencev je realizirano z možnostjo vodenja robota z roko. Ker človek s svojimi čutili ni sposoben zagotoviti ustrezne natančnosti orientacije, se vsem točkam, naučenim z metodo vodenja z roko, naknadno popravi orientacija. Tako je zagotovljena zahtevana pravokotnost oziroma vzporednost z ravninami.



Slika 4 : Shema delovanja sistema



Slika 5 : Pobiranje merjenca s palete

Vizualni nadzor

Najpomembnejši del aplikacije je vizualni nadzor objektov, pri katerem je potrebno zajeti večje število kvalitetnih slik v kratkem časovnem obdobju. Želja je namreč kreiranje zbirke slik, s katerimi se bo v nadaljnjih korakih izvedlo globoko učenje [5] za detekcijo napak na površini merjenca.

Na strani robota je operacija vizualnega nadzora še dodatno razdeljena na štiri podsklope glede na smer pogleda kamere na srebreno površino merjenca:

- ▶ čelno,
- ▶ z vrha,
- ▶ z leve strani in
- ▶ z desne strani.

Na vsakem izmed pogledov se zajame do osem slik (odvisno od vrste merjenca), torej skupaj 32 zajetih slik. Ker so poškodbe srebrenne površine v večini primerov lokalne, a preko robov stičnih površin povezane, je potrebno merjenec pregledati s štirih različnih smeri. Na ta način se zagotovijo različni pogoji, pri katerih se v vsaj enem primeru doseže, da je napaka dobro vidna in s tem optimalno izražena.

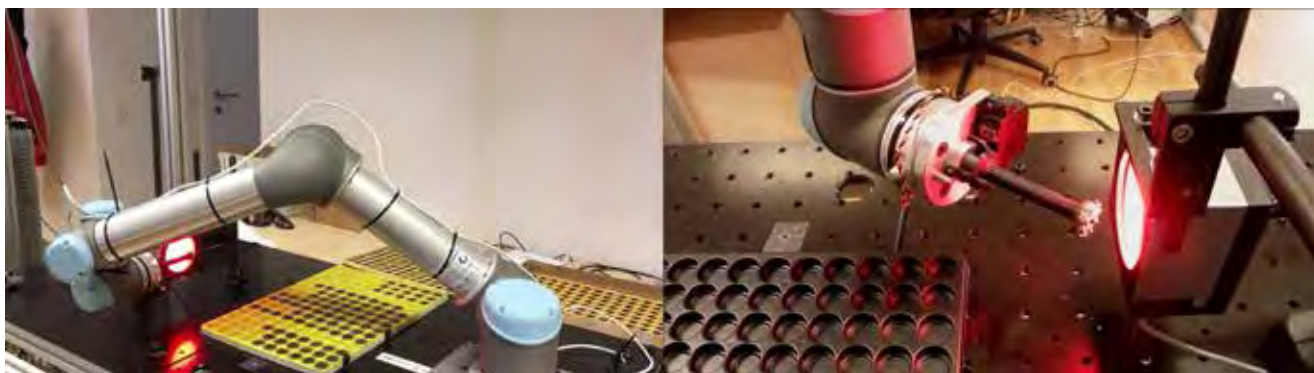
Pred samim začetkom zajemanja slik se izvede poravnava merjenca. Ko se objekt premakne pred optični sistem, se zajame prva slika in na podlagi te slike se izračuna začetni zasuk (ang. offset) merjenca glede na optični sistem. Merjenec se nato ustrezno poravna.

Po poravnavi se vrh orodja skupaj z merjencem zasuka tako, da ima kamera čelni pogled (slika 6) na srebreno površino merjenca. Na samem merjencu je v našem primeru osem po obodu enakomerno razporejenih srebrenih površin. Zato je potrebno za zajem slik površin merjenec osemkrat zasukati za konstanten kot 45° . Po vsakem opravljenem zasuku robot signalizirala KiS-u s poslanim sporočilom in čaka na povratno sporočilo o zajeti sliki. S tem so zajete slike s čelne strani. V naslednjem koraku se izvede premik/zasuk prijemala okoli ene osi koordinatnega sistema središča orodja (TCP – tool center point) tako, da je omogočen zajem slik vrha srebrenne površine. Sledi osem zajemov slik vrha srebrenne površine po predhodno opisanem postopku ter na enak način še srebrenne površine z obeh stranskih smeri/pogledov.

4 Zaključek

Uspešno je bilo vzpostavljeno delovanje eksperimentalne aplikacije za zajem slik srebrenne površine merjenca z optičnim sistemom z različnimi pogledi. Aplikacija se je vzpostavila zaradi generiranja slikovne baze podatkov za potrebe razvoja AOI-metod. Uporabljena oprema je sestavljena iz robota UR5, posebno zasnovanega prijemala, optičnega sistema, sestavljenega iz kamere, objektiva in svetilnega vira, ter osebnega računalnika s programsko opremo za zajem in obdelavo slik (slika 5). Komunikacija med robotom in računalnikom temelji na standardu TCP/IP.

Za vsak objekt je bilo zajetih do 32 slik, zato je bila zelo zaželen optimizacija delovanja. Časovni cikel zajema slik se je z optimizacijo skrajšal z dveh minut in pol na slabo minuto oz. s 6,25 h/paleto na 2,45 h/paleto (150 kosov v paleti).



Slika 6 : Vizualni nadzor – čelni zajem slik

Nadaljnja optimizacija časovnega cikla je zaželeno, vendar je v nadaljevanju sekundarnega pomena. Prioriteto predstavljajo vnos in shranjevanje ogliščnih točk palete z avtomatiziranim procesom na podlagi vizualne informacije, saj je v sedanji izvedbi robot ročno voden v posamezna oglišča palete, ter prehod iz TCP/IP na komunikacijski protokol ProfiNet.

Literatura

- [1] Automated optical inspection, https://en.wikipedia.org/wiki/Automated_optical_inspection.
- [2] Universal robots: <https://www.universal-robots.com/>.
- [3] ProfiNet, <http://www.profibus.com/technology/profinet>.
- [4] NXP LPC2138 User manual, <https://www.nxp.com/docs/en/user-guide/UM10120.pdf>.
- [5] Deep learning, https://en.wikipedia.org/wiki/Deep_learning.

Specific Gripper Implementation for Gripping and Visual Control

Abstract:

This article presents a robotic application for quality control based on machine vision methods. We used the collaborative robot UR5 equipped with a special gripper. Besides the robot and the gripper, we used the Ko-ektor Imaging Software, which ran on the PC, and a camera for capturing pictures.

System operation is divided into three main operations: initialization, pick and place, and automated optical inspection - AOI. Within the initialization, the TCP/IP communication protocol between the PC and the robot controller is established, then the object parameters and the starting position in the pallet are entered. In the second operation, the robot picks up the object with the specially designed gripper and brings it in front of the camera where the third operation - visual inspection - takes place.

Keywords:

robot, gripper, quality control, visual control



MEDICAL

POSKRBIMO ZA ZDRAVJE!

17. - 19. 4. 2018

Gornja Radgona

3. MEDNARODNI

SEJEM SODOBNEGA ZDRAVSTVA

NEPOGREŠLJIV VIR INFORMACIJ ZA STROKO

Predstavitev strokovnih prispevkov

Strokovna razstava | Aktualna okrogla miza

Podelitev priznanja TARAS

FORUM ZNANJA IN IZKUŠENJ

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

Portorož, 4. in 5. junij 2018



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

www.forum-irt.si

Glavni pokrovitelj



Nacionalni pokrovitelj



Pokrovitelji



KALIBRACIJA STACIONARNE KAMERE PRI ROBOTSKI MANIPULACIJI

Tomaž Koritnik, Darko Koritnik

Izvleček:

Industrijski strojni vid je v avtomatizaciji standardno orodje. Proizvajalci in ponudniki robotske manipulacije ponujajo svoje rešitve, ki so integrirane v njihova lastna razvojna okolja. Take sisteme je zaradi visoke stopnje integracije preprosto kalibrirati, uporabljati in nastavljati. Združevanje komponent različnih proizvajalcev v delujoč sistem po meri pa zahteva izvedbo kalibracije po računskem postopku, ki je odvisen od konfiguracije kamere in robota. Prikazali bomo kalibracijo stacionarne kamere, vzporedne z delovno ravnino robotskega manipulatorja in odjem a) s pomočjo inverzne homogene transformacije ter b) kalibracijo s psevdoinverzno matriko.

Ključne besede:

strojni vid, robotska manipulacija, kalibracija, stacionarna kamera

1 Uvod

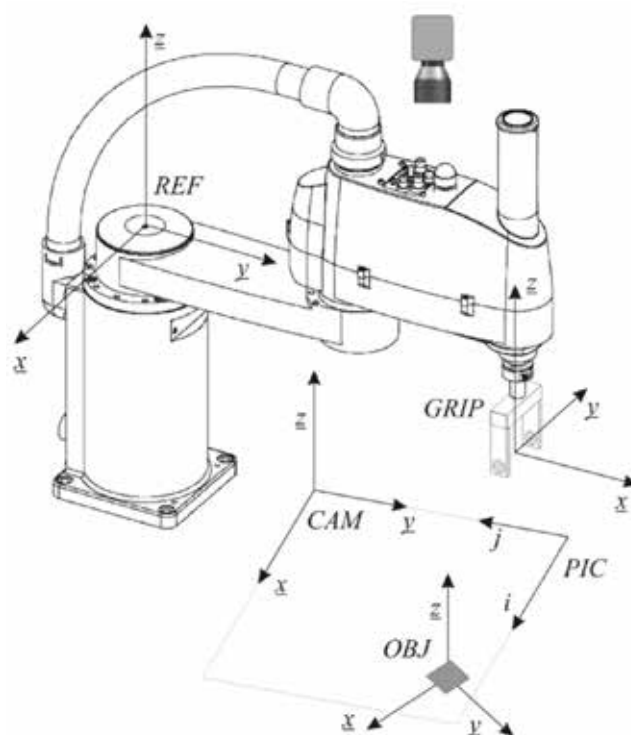
Strojni vid in robotska manipulacija, združena v enovito razvojno okolje, predstavljata v industriji standardno rešitev. Proizvajalci robotskih sistemov praviloma poskrbijo za uporabniku prijazno nizko- in visokonivno integracijo, ki v enovitem razvojnem okolju omogoča hitro kalibriranje, programiranje in nastavljanje ter preprosto uporabo. Po drugi strani združevanje nekompatibilnih komponent za manipulacijo in vid zahteva izvedbo integracije po računskem postopku, ki sledi neposredno iz geometrijskega opisa problema [1]. Glavni poudarek pri robotskem vidu je na razpoznavanju leg objektov ali vzorcev v prostoru [2]; bistvena je umeščenost slikovnega področja v delovno območje robotskega manipulatorja. Kamero kalibriramo glede na robot, kar pomeni podati v matematičnem zapisu odgovor na vprašanje, kje leži in kakšno je slikovno področje kamere glede na manipulator. Omenimo, da kljub pospešenemu razvoju in prodoru 3D-vida v kontekstu avtomatizacije prevladujejo planarni problemi, torej razpoznavanje objektov na znani ravnini in višini, čeprav temu velikokrat sledi robotska manipulacija v urejena stanja v vseh prostostnih stopnjah.

2 Geometrijski opis

Vsaki komponenti v sistemu priprimo lasten koordinatni sistem, ki je vedno fiksni glede na objekt. Medsebojna lega objektov je enaka medsebojni legi njihovih koordinatnih sistemov. Koordinatne sisteme v sistemu s fiksno stacionarno kamero postavimo, kot

kaže *slika 1*. Prikazan je 4-osni SCARA mehanizem, vendar bi splošni opis z zamenjavo robotske kinematike ostal nespremenjen.

Referenčni koordinatni sistem REF je fiksno postavljen poljubno v prostoru. Matematični zapis nekoliko skrajšamo, če ga postavimo v koordinatno izhodišče baze robota. Robotsko orodje označimo s sistemom GRIP, ki predstavlja vrh kinematične verige robotske roke, lego objekta pa s sistemom OBJ. Fizična lega kamere za kalibracijo ni bistvena; pomembna



Slika 1: Postavitev koordinatnih sistemov

Dr. **Tomaž Koritnik**, univ. dipl. inž., **Darko Koritnik**, univ. dipl. inž., oba DAX, d. o. o., Trbovlje

je lega slikovnega območja, zato sistem kamere CAM postavimo v koordinatno izhodišče slikovnega območja. Vsi koordinatni sistemi so desnosučni in v enakih enotah (mm), razen koordinatni sistem slike nekalibriranega slikovnega območja, ki ima za enoto slikovni element in po konvenciji izhodišče v zgornjem levem kotu slike. Označimo ga s PIC. Za opis medsebojne lege koordinatnih sistemov bomo uporabili homogene transformacije [3]. V prikazanem primeru imajo vse matrike enako obliko (1), ki je nekoliko poenostavljena glede na splošno, saj so osi z vseh koordinatnih sistemov vzporedne in je torej za opis vseh medsebojnih rotacij dovolj samo en kot α okrog osi z.

$${}^A H_B = \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha & 0 & x \\ \sin \alpha & \cos \alpha & 0 & y \\ 0 & 0 & 1 & z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Medsebojne lege koordinatnih sistemov v homogenem zapisu so izražene kot multiplikacija homogenih transformacij:

$${}^i H_n = \prod_i^{n-1} {}^i H_{i+1} {}^{i+1} H_{i+2} \dots {}^{n-1} H_n \quad (2)$$

Če je kamera kalibrirana, lahko izrazimo lego objekta tudi v referenčnem koordinatnem sistemu robota:

$${}^{REF} H_{GRIP} = {}^{REF} H_{CAM} {}^{CAM} H_{PIC} {}^{PIC} H_{OBJ} {}^{OBJ} H_{GRIP} \quad (3)$$

Dana postavitev omogoča poenostavitvi:

- Izmed vseh leg orodja GRIP nas zanima le tista, ko orodje prime želeni objekt OBJ; takrat sta legi GRIP in OBJ poravnani (istoležna sistema) in transformacija med njima dobi obliko enotske matrike.
- Razlika med sistemoma CAM in PIC je vedno le v predznaku ($j \rightarrow -y$) ter v faktorju skaliranja med slikovnimi elementi in milimetri, ki ga enostavno izračunamo samo enkrat (npr. z meritvijo znane milimetrskje dimenzije objekta v slikovnih elementih), zato lego objekta glede na kamero vedno izražamo direktno v sistemu CAM.

Z upoštevanjem poenostavitve se enačba (3) skrči v:

$${}^{REF} H_{OBJ} = {}^{REF} H_{CAM} {}^{CAM} H_{OBJ} \quad (4)$$

3 Kalibracija z inverzno homogeno transformacijo

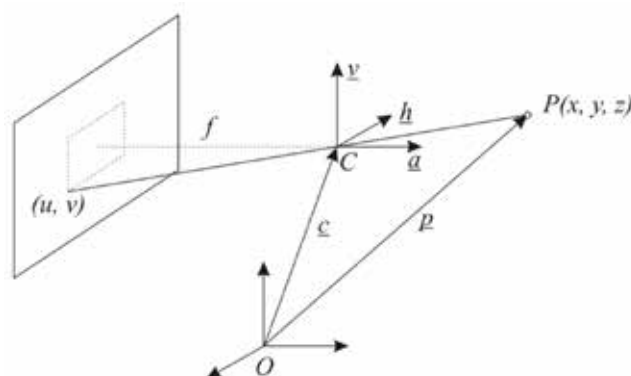
Objekt postavimo na poljubno mesto v vidno polje kamere. To storimo z robotom, da lahko neposredno odčitamo lego vrha robota v trenutku, ko ta odloži objekt, in dobimo ${}^{REF} H_{OBJ}$. To omogoča vsak uporabniški vmesnik za vodenje robotov. V splošnem dobimo 3 koordinate za pozicijo ter 3 za rotacijo. V prikazanem primeru zadoščajo 3 koordinate pozicije in en kot rotacije okrog osi z. Nato robot umaknemo iz vidnega polja kamere in lego odloženega objekta zajamemo s kamero ter tako dobimo ${}^{CAM} H_{OBJ}$. Zdej sta znani 2 od treh matrik iz enačbe (4) in ${}^{REF} H_{CAM}$ izrazimo kot:

$${}^{REF} H_{CAM} = {}^{REF} H_{OBJ} {}^{CAM} H_{OBJ}^{-1} \quad (5)$$

To je matematični odgovor na vprašanje, kje leži slikovno območje kamere glede na robot. Vprašanju, kakšno je to območje, pa je zadoščeno s podatkom o skaliranju med slikovnimi elementi in milimetri, ki je neposredno odvisen od goriščne razdalje uporabljenega objektivna in oddaljenosti od delovne ravnine. Rešitev sistema na ta način je natanko determinirana, kar pomeni, da vsebuje le natanko toliko informacije, kot je nujno potrebno za rešitev. Ker ni redundance, ne vemo, kako točna in natančna je dobljena rešitev. Potrebno je torej pozorno in natančno pozicioniranje robota in objekta ter zanesljiv algoritem za določitev lege objekta glede na kamero. Velikost pogreškov se opazi šele ob uporabi rešitve, ko dobljeno matriko uporabimo v obratni smeri za preračun lege objekta OBJ iz sistema CAM v sistem REF in opazujemo pogreške robota glede na dejansko lego objektov. Zaradi tega ta preprosta pot do rešitve ni najbolj praktično uporabna.

4 Kalibracija s psevdoinverzno matriko

Poizkušamo najti sistem, ki bo poleg rešitve vseboval tudi redundantno informacijo o tem, kako dobra je dobljena rešitev. Kamero opišemo z vektorskim modelom (slika 2), preslikavo med koordinatami kamere in točko v prostoru pa v matrični obliki [4]:



Slika 2 : Vektorski model kamere

$$[u, v, 1] \cdot \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} \\ S_{21} & S_{22} & S_{23} \\ S_{31} & S_{32} & S_{33} \end{bmatrix} = w'''(x, y, 1) \quad (6)$$

Matrično enačbo zapišemo kot sistem, izrazimo ter vstavimo konstanto w''' in dobimo:

$$\begin{aligned} u_i S_{11} + v_i S_{21} + S_{31} - u_i x_i S_{13} - v_i x_i S_{23} - S_{33} x_i &= 0, \\ u_i S_{12} + v_i S_{22} + S_{32} - u_i y_i S_{13} - v_i y_i S_{23} - S_{33} y_i &= 0, \end{aligned} \quad (7)$$

Sistem zopet zapišemo v matrični obliki:

$$\begin{bmatrix} u_1 & v_1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -u_1 x_1 & -v_1 x_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ u_n & v_n & 1 & 0 & 0 & 0 & -u_n x_n & -v_n x_n \\ 0 & 0 & 0 & u_1 & v_1 & 1 & -u_1 y_1 & -v_1 y_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & u_n & v_n & 1 & -u_n y_n & -v_n y_n \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} S_{11} \\ S_{21} \\ S_{31} \\ S_{12} \\ S_{22} \\ S_{32} \\ S_{13} \\ S_{23} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \\ y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad (8)$$

Zaradi homogenosti privzamemo, da je element $S_{33} = 1$, ali pa vsakega od ostalih elementov skaliramo z deljenjem z S_{33} , kar na sistem enačb nima vpliva. Sistem enačb (8) je zapisan v obliki $\underline{Ax} = \underline{B}$ in je predeterminiran, zato rešitev za x poiščemo s psevdoinverzno matriko

$$\underline{x} = (\underline{A}^T \underline{A})^{-1} \underline{A}^T \underline{B} \quad (9)$$

$(\underline{A}^T \underline{A})^{-1} \underline{A}^T$ je psevdoinverzna ali Moore-Penros(ova) inverzna matrika [4] matrike A in vrne rešitev parametrov po kriteriju najmanjših kvadratov za sistem (8). Pri rešitvi sistema na opisan način lahko uporabimo več točk, kot je minimalno potrebno, in na ta način povečamo verjetnost, da bo kalibracija natančnejša. Pozicije točk v referenčnem in koordinatnem sistemu kamere dobimo podobno kot pri metodi z inverzno transformacijo.

5 Zaključek

Integracija strojnega vida v robotsko manipulacijo zahteva adekvaten geometrijski opis in rešitev. Izkaže se, da

zadostuje razširitev geometrijskega problema direktne kinematike mehanizmov z rabo homogenih transformacij. Vse potrebne podatke za rešitev lahko pridobimo neposredno iz dejanskih fizičnih pozicij komponent sistema, pri čemer robotsko roko uporabimo kot merilnik pozicij. Morebitno kodiranje podatkov ali drugačno omejevanje dostopa proizvajalcev na tem osnovnem nivoju ni ovira. Od prikazanih načinov za kalibracijo kamere je praktično uporaben način s psevdoinverzno matriko, ki poleg kalibracije ob zadostnem številu točk ponuja tudi dobro oceno o natančnosti kalibracije. Z večanjem števila točk kvaliteta kalibracije narašča, vendar le do neke meje, saj vektorski model kamere zgolj približno opisuje realnost. Ob prodoru kamer z visoko ločljivostjo to v praksi skupaj s pozicijsko ponovljivostjo robotskih orodij postaja realen problem, ki ga omilita bolj podroben model popačenja leče ter uporaba objektov z manjšimi tolerancami, ki so posebej namenjeni za kamere z visoko ločljivostjo. Kalibracija fiksne stacionarne kamere je veljavna, dokler se ne spremeni njena lega. Podatke o kalibraciji pa lahko uporabimo tudi v obratni smeri – za kalibracijo manipulatorja ob morebitni nadomestitvi ali okvari robotske roke. Ker vemo, kakšna je (oz. naj bi bila) lega koordinatnega sistema kamere glede na robot, lahko rešitev enačbe (4) uporabimo za kalibracijo sklepov manipulatorja na način, da se odčitana lega vrha robota ob poravnavi s kalibracijskim objektom ujema z izračunano lego preko kamere.

V praksi je sicer vedno dobrodošla enostavnost uporabe in možnosti hitrih sprememb sistema, ki jih omogoča visoka stopnja integracije posameznih komponent v enovite sisteme. Po drugi strani pa je prednost, če imamo v tako konkurenčnem segmentu, kot je oprema za industrijsko avtomatizacijo, večjo svobodo izbire in kombiniranja komponent, saj je malo verjetno, da prav en proizvajalec opreme ponuja najboljše, najprimernejše ali najugodnejše rešitev za vse komponente sistema, še posebej, če potrebujemo specifične, ozko specializirane podsisteme.

Literatura

- [1] Steger, C., et al.: Machine Vision Algorithms and Applications, John Wiley & Sons, 2017.
- [2] Horn, B. K. P.: Robot Vision, MIT Press, 1986.
- [3] Bajd, T.: Robotika, Založba FE in FRI, 2002.
- [4] Nagchaudhuri, A. Thint, M. Garg, D. P.: Camera-Robot Transform for Vision-Guided Tracking in a Manufacturing Workcell, Journal of Intelligent and Robotic Systems, Vol. 5 (1992), str. 283–298.

Stationary Camera Calibration in Robotic Manipulation

Abstract:

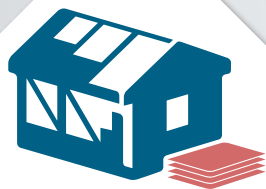
Industrial machine vision in automation is a standard tool. Manufacturers of robotic manipulation equipment provide vision solutions which are integrated into their own proprietary software development environments. High level integration ensures that such systems are easy to calibrate, set and use. Enabling cross-vendor components to work together in custom built systems is achieved through a calibration procedure which is determined by robot arm and camera configuration. Here we outline calibration procedures for a stationary camera fixed in parallel to the robot work plane by a) inverse homogeneous transform and b) pseudo-inverse matrix.

Keywords:

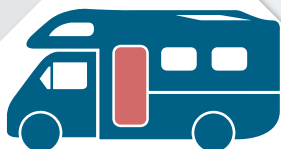
machine vision, robotic manipulation, calibration, stationary camera

51. MOS

Teh



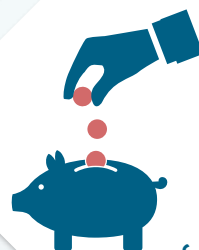
MOS Dom



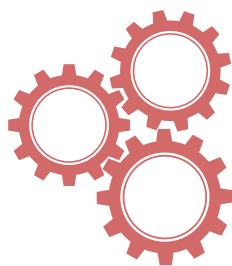
MOS Tur



MOS Biz



MOS Plus



MOS Teh

OPREMA IN
MATERIALI
ZA OBRT IN
INDUSTRIJO

STROJI, ROBOTI, MEHANIZACIJA,
PROFESIONALNO ORODJE,
OPREMA ZA PROIZVODNJO
IN VZDRŽEVANJE VOZIL

11.-16. SEPTEMBER
2018
CELJSKI
SEJEM



POGONSKI SISTEM DRYLIN[®] IN KONFIGURIRANJE

Stojan Drobnič

1 Uvod

Paleta linearnih vodil drylin[®] temelji na principu »drsenja namesto kotaljenja« (slika 1). V kombinaciji z materiali, ki ne korodirajo, se kot drsna površina uporabljajo tribopolimeri, ki ne potrebujejo mazanja in so neobčutljivi na umazanijo, vodo, kemikalije in toploto. Poleg tega delujejo zelo tiho. Na osnovi laboratorijskih testov in testnih rezultatov so Igusovi strokovnjaki izdelali več spletnih orodij, kalkulatorjev življenjske dobe in konfiguratorjev sistemov drylin[®], ki omogočajo na osnovi vnesenih podatkov določiti in izbrati primeren sistem, vključno z motorjem in dodatno opremo. Hkrati se dobijo tudi podatki o predvideni življenjski dobi ter izdela sestavnica sistema.

2 Vodila drylin[®]

Linearna vodila drylin[®] temeljijo na principu »drsenja namesto kotaljenja«. V kombinaciji z materiali, ki ne korodirajo, se kot drsna površina uporabljajo visoko zmogljivi tribopolimeri iglidur[®]. Linearna vodila drylin[®] delujejo brez mazanja in ne potrebujejo vzdrževanja, so neobčutljiva na vplive, kot so umazanija, voda ali kemikalije. Poleg tega so zaradi uporabljenih materialov in posebnega oblikovanja izjemno tiha. S temi lastnostmi se linearna vodila drylin[®] lahko uporabljajo v različnih okoljih, vključno v skrajnih pogojih.

Prednosti drsnih elementov oziroma vodil:

- ▶ brez vzdrževanja,
- ▶ brez mazanja,
- ▶ odporni na umazanijo, prah in vlažnost,
- ▶ nižja masa,
- ▶ za kratke hode,
- ▶ samomazalni,
- ▶ zelo tihi,
- ▶ odporni proti obrabi,
- ▶ odporni proti koroziji,
- ▶ neobčutljivi na udarce in vibracije,
- ▶ nizek koeficient trenja,
- ▶ visoka dovoljena statična obremenitev,
- ▶ velike hitrosti in pospeški,
- ▶ nizek magnetizem.



a)

b)

Slika 1: Kroglična vodila – a in drsna vodila – b

Modularni sistem omogoča visoko fleksibilnost z različnimi vodili in vozički. S pogonskimi motorji in ostalimi dodatki se vsi sistemi enostavno sestavljajo – konfigurirajo. Plastične zglobe je mogoče nastaviti in razširiti tako, da ustrezajo skoraj za vsako aplikacijo.

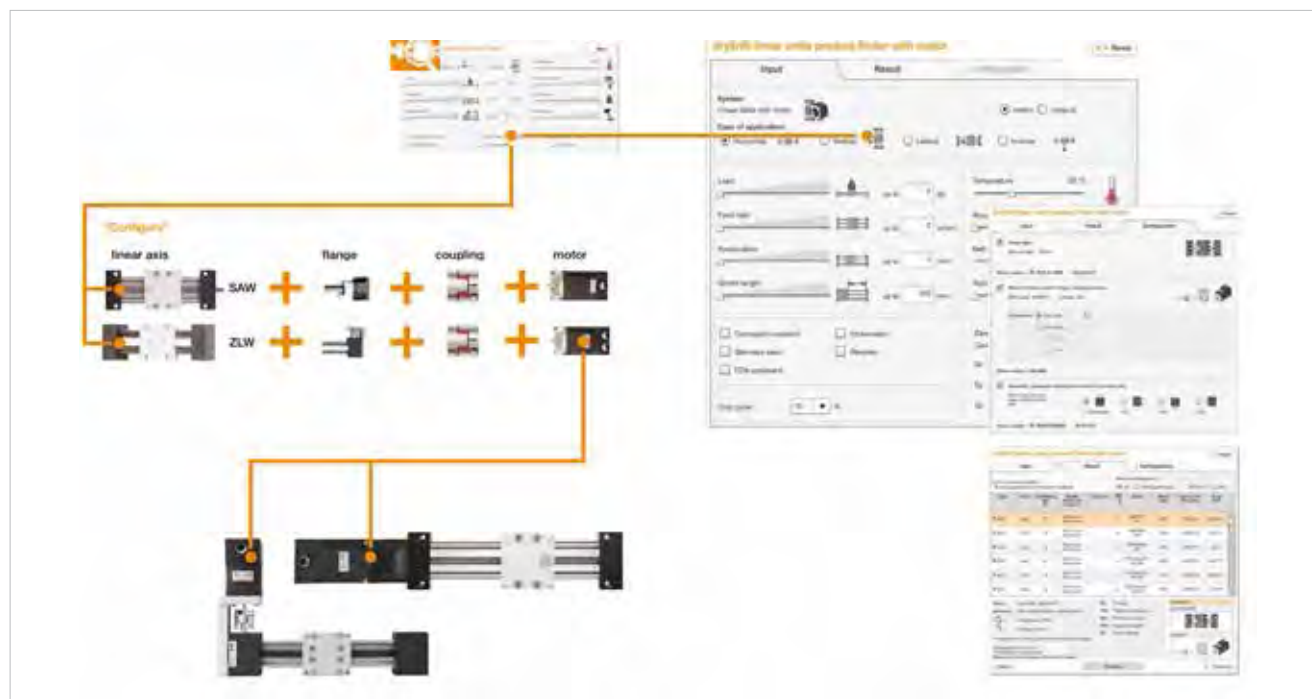
V največjem industrijskem testnem laboratoriju podjetja igus[®] opravljajo teste s preskusnimi nastavitvami za energijske verige, fleksibilne kable, polimerne ležaje, kroglične ležaje in linearna vodila ter linearne pogone. Na osnovi vseh teh testov in testnih rezultatov so Igusovi strokovnjaki izdelali več spletnih orodij, kalkulatorjev življenjske dobe in konfiguratorjev sistemov drylin[®].

Stojan Drobnič, HENNLICH d. o. o., Kranj



Slika 2 : Industrijski testni laboratorij

3 Konfiguratorji



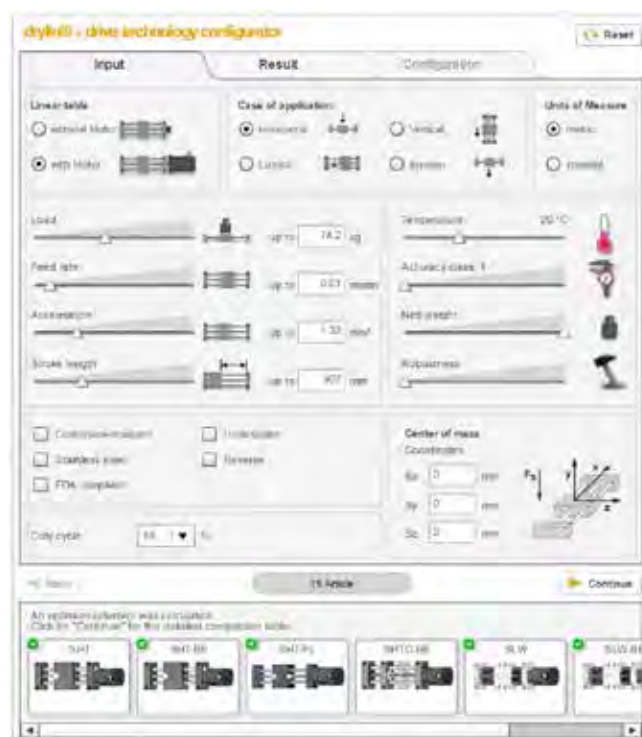
Slika 3 : Spletni konfigurator za linearno enoto z vodili in s pogonom

Na spletni strani podjetja so na voljo vsi konfiguratorji za izračun življenjske dobe, za izbiro primerne materiala, primerne artikla in drugo za vse lgušove izdelke od kablov in verig pa do puš, vodil in robot-skih enot.

Izbrati je mogoče izvedbe v različnih kombinacijah glede na podane vhodne podatke.

3.1 Vhodni podatki

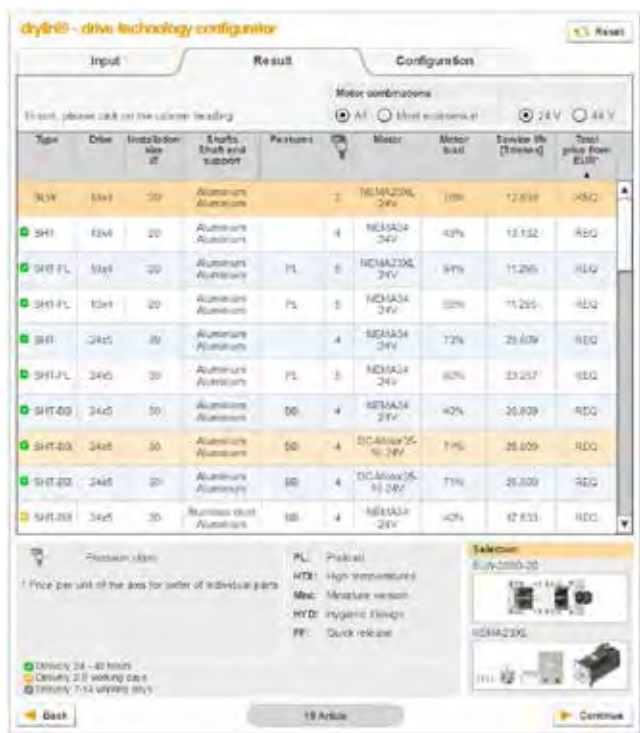
Vhodni podatki se vnesejo v sistem preko grafičnega vmesnika, pri katerem je mogoče izbrati vrsto linear-nega sistema, podati obremenitve in pogoje delova-nja (slika 4). Spletni konfigurator na osnovi vnesenih podatkov poda izbor primernih opcij.



Slika 4 : Grafični vmesnik in možne opcije

3.2 Predlog komponent

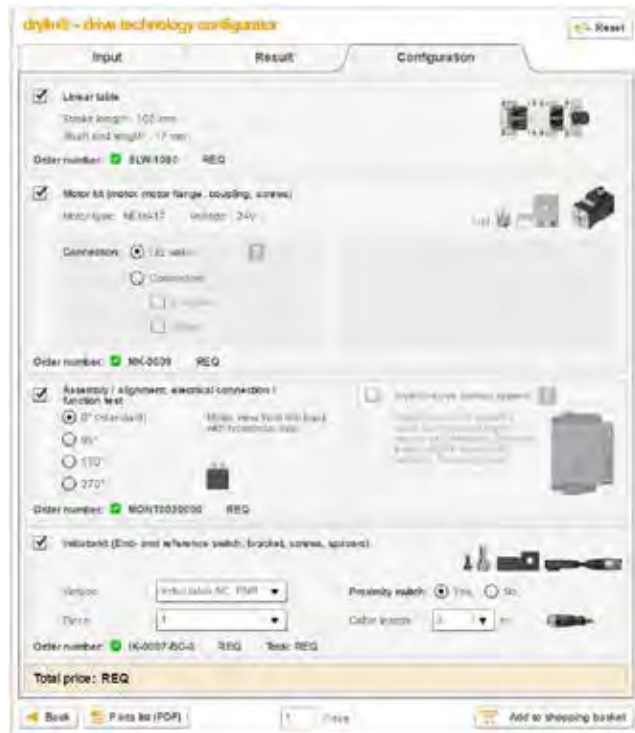
Ponujena optimalna rešitev vključuje artikel, motor, podatke o življenjski dobi in še vse ostale sprejemljive rešitve, na osnovi katerih se izberejo komponente sistema (slika 5).



Slika 5 : Ponujen nabor za optimalno rešitev

3.3 Konfiguracija

Linearni sistem, motor, položaj, dodatna oprema so predstavljeni v posebnem grafičnem vmesniku (slika 6).



Slika 6 : Dokončni izbor komponent

3.4 Sestavnica

Konfiguriranje za kompletni drylin® sistema se zaključi z izpisom sestavnice. Izdelani sestavnici sledi povpraševanje po cenah.

Pos	Piece	Part number/Description	Illustration
1	1	Linear table Order number: SLW-2080-20 Stroke length: 907 mm Overall lead screw length: 1187 mm Shaft end length: 26 mm Shafts/Shaft end support: Aluminium/Aluminium Shaft length: 0 mm Accuracy class: 2	
2	1	Motor kit (motor, motor flange, coupling, screws) Order number: MK-0040 Motor type: NEMA23XL Connection: Litz wires	
3	1	Assembly/alignment, electrical connection/function test Order number: MONT0030000 Alignment: 0° (Standard)	
4	1	Initiator kit (End and reference switch, bracket, screws, spacers) Order number: IK-0009-BG-3 Version: Inductable NC, PNP Proximity switch: 3 mm	

Slika 7 : Sestavnica

4 Sklep

Na Igusovi spletni strani so na voljo tudi 3D- ali 2D-modeli, ki si jih je mogoče naložiti brezplačno in jih uporabiti pri izdelavi različnih pogonskih sistemov. Sistem za konfiguriranje je zelo enostaven, tako da si lahko vsak uporabnik sam izbere rešitev, ki je primerna in prilagojena njegovim zahtevam in potrebam.

Dosedanje izkušnje uporabnikov, ki so sami konfigurirali linearne sisteme s spletnimi orodji, so pozitivne in obetavne.

Literatura

- [1] Tehnična dokumentacija podjetja Igus



SPLAČA SE BITI NAROČNIK



ZA SAMO 50€ DOBITE:

- celoletno naročnino na revijo IRT3000 (10 številok)
- strokovne vsebine na več kot 140 straneh
- vsakih 14 dni e-novice IRT3000 na osebni elektronski naslov
- možnost ugodnejšega nakupa strokovne literature

UGODNOSTI ZA
NAROČNIKE REVIE

Vsak novi naročnik prejme
majico in ovratni trak

NAROČITE SE! ☎ 01 5800 884 ✉ info@irt3000.si 🌐 www.irt3000.si/narocam

WWW.IRT3000.COM



Na voljo tudi digitalna različica revije

INDUSTRIJA 5.0 SE ŽE VIDI NA OBZORJU

Janez Škrlec

Čeprav smo še vedno sredi industrije 4.0, pri kateri se je v proizvodne procese vključil pomemben poudarek na »pametnih sistemih in napravah« z integracijo IoT in s kiber-fizikalnimi sistemi ter tehnologijami v oblaku in seveda kognitivnimi računalniki, se danes že intenzivno razmišlja tudi o industriji 5.0. Vse pogosteje se sliši sporočilo: »Industrija 5.0 se že vidi na obzorju.« Seveda se že takoj na začetku zastavi vprašanje, v čem bi lahko bila industrija 5.0 tako drugačna od industrije 4.0. Odgovor dobimo, če se seznanimo z vsemi pomembnejšimi vidiki, ki jih ta prinaša. Industrija 5.0 naj bi zajemala številna nova tehnološka področja in procese (tudi drugačne tehnološke in proizvodne pristope in večjo povezavo človeka s stroji, še zlasti z roboti). Izpostavlja se celo prepričanje, da se človek ponovno vrača v proizvodne procese, pri katerih zdaj že prepričljivo delujejo roboti in druge avtomatizirane naprave, vendar v precej drugačni vlogi kot nekoč.



Slika 1 : Industrija 5.0 pomeni večji in intenzivnejši stik človeka s strojem, še zlasti v proizvodnji

Osnovno načelo četrte industrijske revolucije je, da proizvajalci s pomočjo verižnih strojev, inteligentnih naprav in sistemov ustvarjajo pametna omrežja v celotni vrednostni verigi (od materialov do proizvodnje), ki se lahko medsebojno nadzorujejo. Pri industriji 4.0 je pametna tehnologija postavljena v ospredje proizvodnje, pri industriji 5.0 bo povečano sodelovanje med ljudmi in pametnimi sistemi ter napravami. Sodelovanje obeh bo združilo visoko hitrost in natančnost industrijske avtomatizacije s kognitivnimi, kritičnimi, sposobnostmi razmišljanja ljudi.

Janez Škrlec, inž., Razvojno raziskovalna dejavnost, Zgornja Polskava

Po besedah vodje tehnološkega oddelka Universal Robots Esbena H. Østergaarda je industrija 5.0 potrebna tudi zaradi vse večje zahteve potrošnikov po individualizaciji izdelkov, kar pomeni, da raje uporabljajo raven personalizacije in prilagajanja izdelkov. Vedno več proizvajalcev povečuje človeško komponento, ne le za prilagajanje, ampak tudi za večjo učinkovitost na proizvodnih linijah, to pa ne pomeni, da roboti ne bodo opravljali celovitih proizvodnih ciklov. Nasprotno: industrija 5.0 bo okrepila tako strojno kot človeško vlogo v predelovalni industriji, vendar tudi tako, da bi monotone, ponavljajoče se naloge postavljala na avtomatiziran mehanični nivo in odpirala ustvarjalno stran na človeški nivo. To bi zaposlenim omogočilo, da prevzamejo več odgovornosti in povečajo nadzor nad sistemi za dvig kakovosti proizvodnje.



Slika 2 : Sodelovanje človeka in stroja bo vedno intenzivnejše, ker bodo to zahtevali novi proizvodni procesi

Ideja o sodelovanju med ljudmi in roboti na montažni liniji ni vizija daljne, ampak bližnje prihodnosti. Svetovalna družba Accenture je nedavno objavila napoved na podlagi mnenj 512 proizvodnih združenj z vsega sveta, ki kažejo, da 85 % izmed njih predvideva sodelovanje med ljudmi in roboti v svojih obratih že do leta 2020. To je precej impresivno ob upoštevanju, da je ciljni datum že čez dve leti. Ta projekcija je morda lahko nekoliko zaskrbljujoča za nekatere proizvajalce, ki so šele začeli sprejemati standarde industrije 4.0. Sodelovanje človek-robot danes že poteka na proizvodnih linijah, vendar je še precej omejeno. Ta razvoj bo intenzivno potekal v industriji pametne predelave. Proizvajalci robotov so namreč že razvili t. i. sodelujoče robote, ki so varni za uporabo v bližnji okolici, kjer delajo tudi ljudje.

Čeprav je industrija 4.0 ta trenutek revolucionarna in izjemno pomembna za veliko večino proizvajalcev, je brez dvoma še kako pomembno spremljati vse pomembnejše tehnološke razvojne trende, ki spreminjajo industrijsko prihodnost. Tehnološki razvoj z novimi tehnologijami nenehno napreduje in proizvodnja se mora temu učinkovito prilagajati, saj le tako ostaja konkurenčna. S povečanjem povpraševanja po kakovostnih izdelkih po meri bodo torej proizvajalci nedvomno imeli koristi od tega, kar ponuja industrija 5.0. Zagotovo se bo s časom zmanjšal tudi strah, ki ga ima večina delavcev v proizvodnji, da bodo z

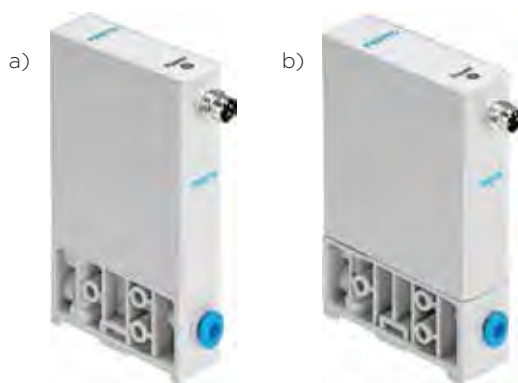
avtomatizacijo in robotizacijo povsem ogrožena njihova delovna mesta. Prav gotovo pa bodo v okviru industrije 5.0 potrebni nove veščine in znanja, skupno delovno mesto z roboti in avtomatiziranim okoljem pa bo dolgoročno koristno za vse. Vse, kar moramo storiti, je ohranitev odprtosti razvoja in napredka ter povečevanje inovacij na vseh področjih.

Še dodatni razlogi zakaj industrija 5.0?

Predvsem za to, ker se soočamo z neverjetnim razvojem bionike na različnih področjih in v zadnjem času tudi sintetične biologije, ki obeta pravo revolucijo. Kemična industrija npr. že uporablja tako imenovano »belo biotehnologijo« za nove procese, nove surovine in bolj trajnostno uporabo virov. Sintetična biologija se uporablja tudi za razvoj biogoriv druge generacije in za pridobivanje sončne energije s pomočjo prilagojenih mikroorganizmov ali biomimetrično izdelanih katalizatorjev. Tržni potencial bionike v medicini silovito narašča, prav tako v inženirskih procesih, shranjevanju DNA in na drugih področjih. Projekti »Moonshot« se že agresivno osredotočajo na povsem nove materiale in procese. Bioinženiring bo postal generator razvoja, kot je na primer danes digitalizacija. Industrija 5.0 se dotika samega bistva človekovega obstoja, telesne celovitosti, odnosa z naravo in odnosa do strojev ter avtomatiziranih procesov.

PROPORCIONALNI REGULATOR TLAKA VEAA/VEAB

Proporcionalni regulator tlaka VEAA/VEAB, ki ga predstavlja podjetje FESTO, je inovativna komponenta za pnevmatične pogone. Omogoča visoko precizno krmiljenje toka tudi do 20 l/min, ima majhno histerezo, veliko natančnost ponovljivosti in majhno porabo energije. Proporcionalne značilnosti upogibnega piezoelementa z neposrednim delovanjem zagotavljajo stabilno in zanesljivo regulacijo in brezstopensko spreminjanje tlaka. Ker deluje VEAA/VEAB brez hrupa, je primeren za številne primere uporabe v različnih branžah.



Slika 1: Piezoregulatorja tlaka, a – VEAA, b – VEAB

Življenjska doba regulatorja tlaka je ekstremno dolga, saj piezoelement praktično deluje brez mehanskega trenja in obrabe. Število delovnih ciklov oziroma sprememb stanja je ekstremno veliko (okrog 300 milijonov).

Regulator je zelo prijazen uporabnikom. S krmilnimi parametri, ki jih je mogoče izbrati iz spravljenih vrednosti v elektroniki, je mogoče pokriti skoraj vse uporabnikove primere uporabe. Tako ni potrebno nastavljati nobenih parametrov – regulator se priključi in je že pripravljen za delovanje.

V primerjavi z regulatorji tlaka, ki delujejo na principu vklop/izklop, regulirajo ventili VEAA in VEAB bolj natančno, brez hrupa in stabilno, brez nihanj izhodnega tlaka tudi pri nihajoči porabi zraka na izhodu in tako idealno regulirajo nastavljeni tlak.

Ventili VEAA in VEAB zanesljivo regulirajo tudi manjše pretoke zraka tako pri podtlaku kot nadtlaku.

Za najboljše karakteristike in učinkovitost regulatorji VEAA in VEAB združujejo inovativno piezotehnologijo z zaprtozračno digitalno krmilno tehnologijo. Zato so atraktivni za številne aplikacije in nudijo odlične ključne značilnice, kot so:

- ▶ učinkovite karakteristike regulacije tlaka,
- ▶ dolgotrajna stabilnost,
- ▶ visoka natančnost ponovljivosti,
- ▶ majhna histereza,
- ▶ tiho delovanje,
- ▶ izredno majhna poraba energije.

Regulatorji tlaka VEAA in VEAB so še posebej ustrezni za regulacijo tlaka pri majhni in mikroporabi zraka pri valjih, prijemalih in rotacijskih aktuatorjih kakor tudi pri aplikacijah, ki zahtevajo visoko dinamične odzivne karakteristike.

Glavna industrijska področja uporabe VEAA in VEAB:

- ▶ specialna strojegradnja,
- ▶ montaža majhnih delov,
- ▶ medicinski laboratoriji,
- ▶ tiskarski stroji in papirna industrija,
- ▶ proizvodnja hrane in pakiranje,
- ▶ elektronska industrija,
- ▶ obdelovalni stroji.

Regulatorji so uporabni pri procesih regulacije tlakov, kontrole, meritev, doziranja, različnih operacij stiskanja, robljenja in vtiskovanja.

Prihodnost je piezotehnologija.

Tabela 1: Tehnične značilnosti

Funkcija ventila	3-potni proporcionalni regulator tlaka	
Pretoki [l/min] Pri $p > 5$ bar	VEAA 7 l/min	VEAB 20 l/min
Območje tlakov [bar]	0,02 – 2 0,06 – 6 0,1 – 10	-1 – 0 0,002 – 0,2 0,01 – 1 0,02 – 2 0,06 – 6
Pnevmatični priključek	QS 4 mm	
Postavljena vrednost	0 – 10 V, 4 – 20 mA	
Dejanska vrednost	0 – 10 V, 4 – 20 mA	
Električni priključek	vtič M8, 4-pinski	
Povezovalni kabel	predmontiran	

Vir:

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

SPLETNA APLIKACIJA ITEM-MOTION-DESIGNER ZA LINEARNE POGONE

Digitalizacija procesov industrija 4.0 se pričinja tudi pri načrtovanju linearnih pogonov. Z razvojem enot za linearne pogone (linear motion units) imajo uporabniki hitre in enostavne rešitve za določanje linearnih pogonov in programiranje njihovih krmilnikov za servomotorje. Ni več potrebno, da je uporabnik strokovnjak za krmiljenje, ampak lahko intuitivno konfigurira celoten linearni pogon. To je mogoče preko spleta v dialogu s spletno aplikacijo.

Item-Motion-Designer

Enote za linearne pogone ter pripadajoča programa **Motion Designer** in **MotionSoft** predstavljajo med seboj optimalno usklajen sistem. Motion Designer omogoča uporabniku, da izbere med skoraj 1400 različnimi kombinacijami, sestavljenimi iz linearne enote, motorja, reduktorja in krmilja, prav tisto kombinacijo, ki je za določeno transportno nalogo najbolj primerna. V ta namen mora le definirati svojo transportno nalogo – to je vse. V tem poteku je upoštevanih veliko različnih tehničnih podatkov, med njimi tudi toplotna razbremenitev izbrane rešitve. Celotna rešitev z integriranim programom je v nekaj dneh pripravljena za dobavo in naročnik jo lahko v najkrajšem času sam vgradi.

26 predpripravljenih enot za linearne pogone se da v pogon enostavno in hitro, saj se naročnikovi podatki, ki jih je podal v izbrano orodje **Motion Designer**, uporabijo pri zagonu in je tako za to potrebnih le nekaj minut, kar je za porabnika velik časovni prihranek. »Naročnik se tako zelo hitro približa svojim željam.« V nekaj sekundah se pojavijo različni scenariji, npr. če se spremeni nekaj parametrov. »Izbira primerne rešitve s pomočjo programa in hitra prilagoditev spremenjenim zahtevam sta naši predstavi o pametnem inženiringu, s katerim podpiramo naše stranke. Prednost je tudi dokumentacija o proizvodu



Slika 1 : Delo s spletno aplikacijo Item-Motion-Designer



Slika 2 : Linearni pogoni, zasnovani s pomočjo Item-Motion-Designerja

z navodilom za montažo, ki se avtomatično prilaga procesu. Programirajo se lahko različni poteki delovanja, ki se shranijo v krmilje. Tako za mnoge transportne naloge dodatno SPS-krmilje ni potrebno. Obstaja pa možnost za priključitev preko običajnega vmesnega priključka. Končni rezultat je učinkovita izvedba delovnega procesa, možnost napak pa je zmanjšana na minimum.

Uporaba inteligentne linearne tehnike prihrani veliko delovnih postopkov, kar je za načrtovalce znatna olajšava pri določanju delovnega poteka. Prepreči se predimenzioniranje, možnost napačne izvedbe naloge pa se zmanjša. »Prednosti sistema – iz mehaničnih komponent in programske opreme – sta uspešnost delovanja in prihranek časa.« V najkrajšem času lahko npr. inženirji ugotovijo, ali je določena enota primerna za novo nalogo. Z razvojem celotne rešitve za avtomatizacijo ITEM podpira svoje stranke pri razvoju njihove pametne tovarne in pametnega inženiringa.

Vir:

INOTEH d. o. o., K železnici 7, SI-2345 Bistrica ob Dravi, tel.: 02 / 665 11 34, e-mail: ik@inoteh.si, internet: www.inoteh.si, www.item24.si

ELECTRAK® HD – SEDAJ TUDI ZA OBREMENITVE DO 16 kN

Popularna serija aktuatorjev THOMSON Electrak HD, ki jih na slovenskem tržišču prodaja podjetje INOTEH, sedaj omogoča nosilnosti do 16 kN. S tem se poveča fleksibilnost pri izbiri aktuatorjev za obremenitveno zahtevne aplikacije.



Slika 1 : Aktuator Electrak® HD (vir: www.thomsonlinear.com)

Aktuatorji THOMSON Electrak HD sedaj dodatno omogočajo:

- ▶ višje nosilnosti do 16 kN,
- ▶ hode do 1000 mm.

Linearni aktuator Electrak® HD z integrirano elektroniko ne potrebuje ločene kontrolne enote. Višja moč odpira številne nove možnosti nadomeščanja hidravličnih cilindrov z električnimi aktuatorji. Aktuatorji

Electrak® HD so primerni za najtežje delovne pogoje, saj dosegajo stopnjo zaščite tudi do IP69K.

Integrirana elektronika

Nov kompaktni Electrak modularni kontrolni sistem (EMCS – Electrak Modular Control System) je osnova za najboljše integrirano krmilje na trgu električnih linearnih aktuatorjev. Mogoče ga je naročiti tudi z J1939 CAN BUS.

Superiorne zmogljivosti

S faktorjem IP69K lahko premaga najtežje možne pogoje. Njegovo delovanje je omogočeno v temperaturnem območju od -40 °C do + 85 °C.

Več informacij o aktuatorjih proizvajalca THOMSON dobite pri podjetju INOTEH.

Vir:

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



item

Ergonomija in logistika.

item. Your ideas are worth it.®

Z delovnimi mesti item, ki predstavljajo simbiozo ergonomije in logistike, prihranite odvečne gibe in vaši sodelavci bodo občutno razbremenjeni.

INOTEH
www.inoteh.si
A BIBUS GROUP COMPANY
Inoteh d.o.o. K železnici 7 2345 Bistrica ob Dravi

SESTAVLJANJE CEVI Z NAPRAVO TH1E-5

TH1E-5 je nova naprava za vstavljanje cevni priključkov, ki pomembno zmanjša napor, potreben za vstavljanje cevne uvodnice ali priključka v cev. To ročno orodje je izjemno enostavno za upravljanje zaradi posebno oblikovane vpenjalne priprave in njenih čeljusti. Te poskrbijo, da je cev popolnoma fiksirana, kar omogoča enostavno, varno in natančno vstavljanje. Različna orodja, kot so trn, konus za ravne priključke in koluti za kolena, zagotavljajo, da se tesnilna površina končnega sestava med postopkom vstavljanja ne poškoduje. To ročno orodje se lahko uporablja za nizko-, srednje- in visokotlačne gibke cevi sistema Push-Lok velikosti od -4 do -20. Hitra, enostavna in natančna nova naprava za vstavljanje cevni priključkov TH1E-5 je idealno orodje za delavnice hidravličnih cevi, servisne delavnice in mobilna servisna vozila.

Vir:

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



Vstavljanje kotnega priključka



Vstavljanje ravnega priključka

časopis **industrija**

**Vaša sigurna pot
do tržišča v Srbiji**



**Promovišite svoj posao i predstavite
Vašu kompaniju!**
Najnovije vesti, intervjui, reportaže
sa sajmova u Srbiji i regionu,
predstavljanje kompanija, sve na
jednom mestu.

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

Pokličite nas:

ČASOPIS INDUSTRIJA
Lazara Kujundžića 88,
11030 Beograd, Srbija

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

HTM – MULTISPOJKA ZA VISOKE TEMPERATURE



Poleg nove hitre spojke HTI nudi Stäubli tudi multi-spojko za vse aplikacije za uravnavanje temperature pri injekcijskem brizganju, kompozitih, litju, steklu itd. Optimizira hitro menjavo orodja in zagotavlja, da so visokotemperaturni procesi varni.

Nova Stäublijeva multispojka HTM je posebej oblikovana za temperiranje s tekočinami do 300 °C in je odlična rešitev za izpolnjevanje varnostnih zahtev in zahtev novih postopkov brizganja. S tem izdelkom se lahko z enim gibom hkrati poveže 6 krogotokov, to je 12 spojk. Zelo cenjena je v panogah, kjer je potrebno proizvodne linije pogosto menjati, ker je njeno vzdrževanje hitro in enostavno. Eno samo tesnilo na zunanji strani vsake spojke je mogoče zamenjati na mestu v nekaj sekundah, zato ni potrebe po prekinitvi proizvodnega cikla.

Multispojka HTM ima samo en sklopni položaj, kar preprečuje tveganje napačnega priklopa. Varnost upravljalca in opreme je zagotovljena tudi z avtomatsko zaporo krogotokov ob odklopu.

Če se na istem stroju uporablja več multispojk, Stäubli nudi mehansko varnostno zaporo, ki preprečuje napačen priklop. Na voljo je tudi parkirna plošča za odlaganje mobilne enote, ki pripomore k racionalizaciji delovnega prostora.

Koncept HTM je na voljo tudi v različici monospojke (HTI).

www.staubli.com

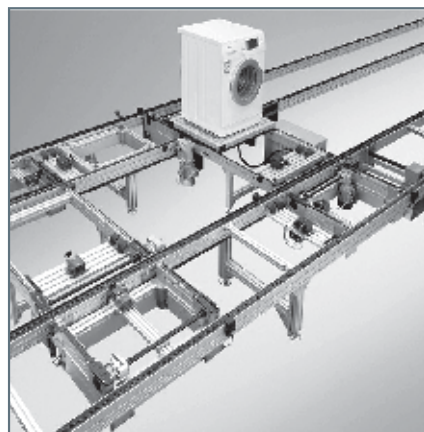
Rexroth

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: info@opl.si
www.opl.si

MEHATRONIKA

Prvi priročnik za mehatroniko
v slovenskem jeziku



POKLIČITE
(01) 475 95 35
OBIŠČITE
www.pasadena.si

Mehatronika

- Prevod izvirnika: Fachkunde Mechatronik
- Vezava: trda
- Strani: 624
- Mere: 170 x 240 mm
- ISBN: 9789616361873

Cena: 40,00 EUR

Založba Pasadena d.o.o.

Tehnološki park 20, 1000 Ljubljana
Telefon: (01) 475 95 35
e-pošta: knjige@pasadena.si
www.pasadena.si



Družite se z nami na družabnih omrežjih!

pasadena.si

UPORABA PRILAGOJENIH BLAŽILNIKOV V VRTLJIVIH KRIŽIH: OHRANJANJE VARNOSTI IN ZAŠČITE PO SVETU

Dieter Klaiber, Miha Štebej

Za nadzor pretoka ljudi in zagotavljanje njihove varnosti in varnosti podjetij se po vsem svetu uporabljajo vrtljivi križi: v zabaviščnih parkih, strogo varovanih stavbah in javnem prevozu. V tehnologiji vrtljivih križev poznamo veliko oblik: visoki, vrtljivi križi kot trinožnik ali drsna vrata. Ker so podvrženi hitrim in visokim vrtljajem in je njihova zanesljivost nujno potrebna za javno varnost, proizvajalci uporabljajo prilagojene blažilnike.

Ublažitev udarcev za javno varnost

Pri uporabi vrtljivega križa je najpomembnejša varnost uporabnikov. Brez blažilnikov bi se palice vrtljivega križa odbile nazaj in povzročile poškodbe, kar je zelo pomembno, saj na milijone ljudi vsak dan uporablja vrtljive križe v službi, na potovanjih ali med rekreacijo.



Zanesljivost vrtljivih križev je nujno potrebna za javno varnost, zato proizvajalci uporabljajo prilagojene blažilnike.

Blažilniki v trinožnih vrtljivih križih skrbijo za gladko in dosledno blaženje pri krožnem gibanju in preprečujejo, da bi trinožne prečke prehitro zanihale ali se ob koncu vrtenja prehitro vrstile v začetni položaj. Ti deli ščitijo vrtljive križe in jih individualno prilagajajo, da

ne popustijo pod energijo, ki jo proizvaja vsak krog posamezne uporabe vrtljivega križa. Ko oseba vstopi v vrtljivi križ, uporablja silo na prečko do določene točke vrtljaja, potem pa se prečka samodejno premakne v naslednji položaj. Blažilniki so nameščeni tako, da absorbirajo energijo ročke, ko se ta spusti nazaj v položaj mirovanja.

Koristi strankam prilagojenih blažilnikov

Na nekaterih področjih uporabe blažilniki ne zagotavljajo dovolj upora proti povečanemu pretoku ljudi in večjemu pritisku med delovanjem, preoblikovanje enote za večji tip blažilnika pa bi bilo povezano z velikimi stroški in zelo zamudno za proizvajalca. Prilagojen blažilnik omogoča večji pretok ljudi in večjo gonilno silo, kupcem pa prihrani velike stroške. Z oblikovanjem in razvojem spremenjenega standardnega blažilnika v specifično aplikacijo proizvajalci prihranijo čas in denar, povezan s preoblikovanjem enote vrtljivega kolesa, da bi ustrezala standardnemu izdelku za nadzor gibanja.

Prilagodljivi blažilniki so izdelki, o katerih bi morali razmišljati v industrijskih panogah. Ob upoštevanju prilagoditev hitrosti in absorpcije energije ponujajo proizvajalcem možnost, da zaščitijo opremo in podaljšajo življenjsko dobo naprave, medtem ko vzdržujejo ali povečujejo proizvodnjo. V zabaviščnih parkih, na primer, so možnosti nemotenega vstopa v park in čakalne vrste pri atrakcijah prav tako pomembne kot vožnja sama. Vrtljivi križi na takšnih mestih doživljajo rastoče in padajoče stopnje uporabe, odvisne od časa v dnevu in letnega časa, vendar ostajajo kritični pri zagotavljanju varnosti za njihove uporabnike. Blažilniki so ključnega pomena v določenih panogah industrije,

Dieter Klaiber, vodja projektov, ITT Enidine Europe, dieter.klaiber@itt.com
Miha Štebej, predstavnik podjetja ITT ENIDINE za JV Evropo

saj omogočajo rešitve za nadzor hitrosti in absorpcije energije za trajno delovanje vrtljivih križev in vrat.

Pri oblikovanju blažilnika za vrtljive križe bi morali proizvajalci upoštevati velikost, zmogljivost sile in sunek, ki so potrebni za njegovo specifično delovanje. Blažilnik bo morda moral obvladovati otroke, odrasle ali celo živino. Vrtljivi križi pa se lahko med sabo močno razlikujejo. Nameščeni so na različnih mestih: od poslovnega vhoda do obljudenega območja športne arene. Tu je še javni prevoz. Skozi vrtljive križe prehajajo različni ljudje: od majhnih otrok do odraslih. To pomeni, da se srečujemo z različnimi težami in hitrostmi, kar proizvaja različne sile. Te različne teže, hitrosti in sile, ki jih je treba absorbirati, se morajo upoštevati pri izbiri standardnega ali pri oblikovanju prilagojenega blažilnika za vrtljive križe. Da bi zagotovili najboljše oblikovanje za tovrstne vrtljive križe, bi se morali proizvajalci ozirati po izkušenih oblikovalcih, da oblikujejo tak blažilnik, ki bo zadostil vsem tem zahtevam in pogojem.



Blažilniki v trinožnih vrtljivih križih skrbijo za gladko in dosledno blaženje pri krožnem gibanju in preprečujejo trinožnim prečkam, da bi prehitro zanihale ali se ob koncu vrtenja prehitro vrnile v začetni položaj.

20 let in 25 milijonov vrtljajev: trinožni vrtljivi križi Automatic Systems z blaženjem Enidine, zgrajeni, da bi trajali

Automatic Systems je svetovna vodilna sila v avtomatizaciji varnega nadzora vhodov. Njihovo opremo vsakodnevno uporablja več kot 19 milijonov ljudi v 25 različnih državah. Podjetje Automatic Systems oblikuje in proizvaja kontrolno opremo za vozila, pešce in dostop potnikov, vključno z javnim prevozom, varnostne vhodne sisteme, trinožne vrtljive križe in visoke vrtljive križe.

Enidine že več kot 20 let tesno sodeluje s podjetjem Automatic Systems in posreduje rešitve blaženja za njihove trinožne vrtljive križe. Blažilniki Enidine šči-

tijo opremo vrtljivih križev pri izjemno visoki hitrosti vrtljajev in tako omogočajo zanesljivo delovanje, primerno za značilna območja pogoste uporabe trinožnih vrtljivih križev, npr. v športno-rekreativnih centrih, stadionih ali tovarnah.

Najstarejši trinožni vrtljivi križi podjetja Automatic Systems z blažilniki Enidine, ki so bili nameščeni pred več kot 20 leti in so v tem času presegli 25 milijonov vrtljajev, še vedno stojijo in delujejo. V zadnjih 20 letih je moralo nekaj strank podjetja Automatic System zaradi obrabe po toliko letih zamenjati ohišje vrtljivega križa iz nerjavečega jekla, toda vgrajeni sistem blaženja Enidine še vedno dosega varnostne standarde in hitrosti vrtenja, ne da bi bilo treba kar koli zamenjati.

Da bi ohranili ugled za storitve in podporo, so pred približno petimi leti zahtevali od podjetja Enidine, da prilagodijo konstrukcijo blažilnikov, da zadostijo novim zahtevam. Podjetje Automatic Systems je bilo deležno neverjetne podpore inženirjev podjetja Enidine, saj so morali izvajati obširna testiranja, ki so trajala več mesecev in več milijonov ciklov. Ker so njihove stranke odvisne od zanesljivih vrtljivih križev, niso želeli tvegati. Naposled so v podjetju Enidine predložili spremenjeno konstrukcijo blažilnikov, ki je v zelo kratkem času prestala intenzivno testiranje in ustrezala globalnim predpisom. V podjetju Automatic Systems so bili zelo zadovoljni in zato so nadaljevali dolgoletno sodelovanje z Enidine. Nadvse zadovoljni so z zanesljivimi in skrbno opravljenimi storitvami inženirjev podjetja Enidine.

Blažilniki ščitijo okolje, zmanjšujejo stroške in zaustavitve, povečujejo zanesljivost in podaljšajo življenjsko dobo

Blažilniki ščitijo vrtljive križe tako, da omogočajo predvidljivo, zanesljivo in nadzorovano zaviranje. Razen za zagotavljanje človekove varnosti so pomembni še za to, da se škodljivi stranski učinki gibanja, kot so hrup, nihanje in negativni vplivi, ublažijo ali odstranijo. To prepreči okvaro naprave, zniža stroške vzdrževanja in zmanjša število zaustavitev ter podaljša življenjsko dobo vrtljivih križev in poveča njihovo zanesljivost. Poleg tega prožnost, ki jo zagotavljajo nekateri blažilniki, pomeni, da lahko vrtljivi križi delujejo pri višjih hitrostih in jih lahko po potrebi oblikujejo tako, da dosežejo posebej določene varnostne standarde.

Prilagodljivo oblikovanje in razvoj blažilnikov v vrtljivih križih sta nujno potrebna za povečanje varnosti in podaljšanje življenjske dobe naprav. Ob toliko različicah v teži, hitrosti, energiji in okoljih potrebujejo proizvajalci vrtljivih križev visokotehnološke dele, da lahko ljudem po svetu zagotovijo, da bodo še naprej varni in zaščiteni.

Vir:
www.enidine.com, dieter.klaiber@itt.com

»WE«, CHARLES A. LINDBERGH,
G. PUTNAM'S SONS, NEW YORK –
LONDON, THE KNICKERBOCHER PRESS,
NEW YORK, THIRTY-FOURTH IMPRESSION,
MAY, 1930, 318 STRANI.

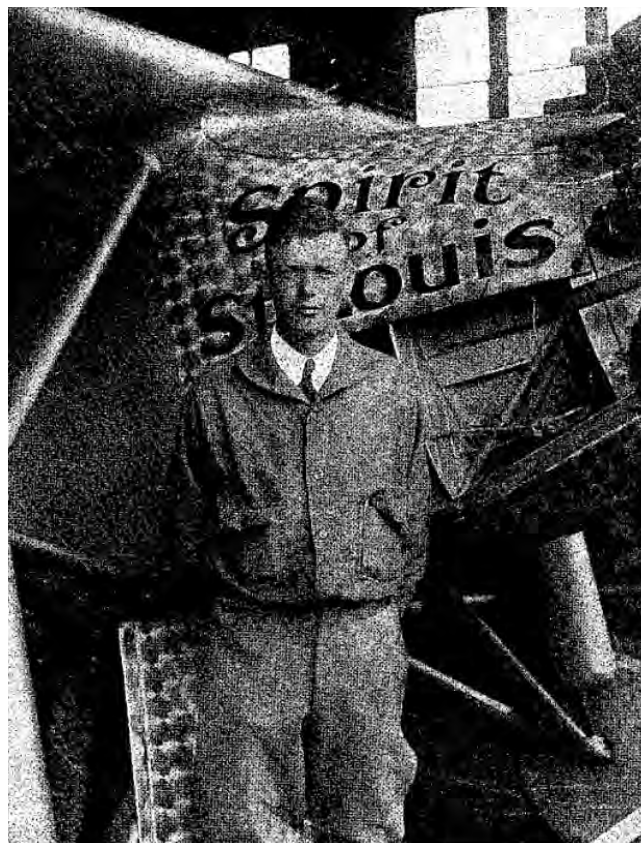
Včasih je vredno zaviti tudi v antikvariat, kjer te presenetijo s kakšno zanimivo knjigo. Meni se je to zgodilo pred novim letom (2018), saj sem bil opozorjen na knjigo Charlesa A. Lindbergha WE (Mi), ki so jo pridobili od nekega zbiralca. Knjiga je bila kar precej poškodovana, tako da so obnovili platnice in le s težavo je mogoče na njih prepoznati naslov WE, letalo Spirit of St. Louis in ime avtorja. Zato pa je vsebina še kako dobro ohranjena. Preden pa jo predstavimo, povejmo, da je bil polet Charlesa A. Lindbergha zgodovinski in se lahko z njim strinjamo, da je bila odprta možnost letalske povezave Združenih držav Amerike in Evrope.

Knjiga ima 10 poglavij in dodatek, ki predstavi, kaj je svet mislil o Lindberghu. Ima 318 strani in 47 fotografij. Prvič je izšla leta 1927. Uvod je napisal veleposlanik ZDA v Franciji Myron T. Herrick, ki je Lindbergha tudi pričakal na letališču v Parizu, ko je ta pristal po napornem poletu.

Lindbergh začne prvo poglavje s pripovedovanjem o svojem otroštvu, očetu in materi. Oče je bil Šved, njegov oče pa celo član švedskega parlamenta. Lindbergh se je rodil 4. februarja 1902 v Detroitu, Michigan. Letalstvo ga je začelo zanimati šele na Univerzi Wisconsin in leta 1912 je prvič videl letalo. Univerze ni končal, ker se je z motorjem odpejkal v Lincoln in se tam vpisal na Nebraska Aircraft Corporation kot študent letalec. Ker denarja ni bilo nikoli dovolj, so študentje potrebna sredstva za šolanje zbirali z letenjem od mesta do mesta (t. i. barnstorming), akrobatskim letenjem na krilu letala (t. i. wing-walking), s skakanjem s padalom (t. i. double drop).

V drugem poglavju avtor pripoveduje, kako je prišel do svojega letala. Kupil si je vojaško šolsko letalo Jennies z novim motorjem Curtis OX-5. S prijatelji letalci so ohranjali zelo tesne stike ter izvajali t. i. ground flying. Po naše bi to pomenilo izmenjavo izkušenj med piloti. To se je nadaljevalo vse do prvega »solo« poleta, ki je za vsakega pilota kulminacija vseh naporov, učenja in treningov. Takrat posebej zgrajenih letališč še ni bilo. Piloti so si nabirali izkušnje z oceno terena, na katerem je bilo

treba pristati, višine trave in morebitnih drugih ovir na travnikih. Denar za bencin in rezervne dele so si služili tudi s prevažanjem potnikov za pet dolarjev. Letala so bila v tistih časih seveda bolj redkost kot pravilo. Nekoč ga je stara črnska ženička vprašala:



»How much you all charge foah take me up to Heaven and leave me dah?«

Tretje poglavje je zelo zanimivo, ker nam avtor predstavi svoje letalske izkušnje, ki jih je pridobil kot pilot »barnstorminga«. Vsak polet s potnikom je zaračunal 5 \$ in se s tem preživil, kupoval bencin in nove letalske vijake. Čisto nehoti se ob tem spomnim svojih učencev na Fakulteti za strojništvo. Da bi prišli do kapitanskega izpita, nabirajo ure letenja na desnem sedežu, denar za take polete pa privarčujejo tako, da spijo v avtomobilih na letališčih, uporabljajo letališke kopalnice in WC.

Lindbergh se je januarja 1924 vpisal na Army Air Service Training School, kar zelo slikovito opiše v IV. poglavju. Pri sebi ima vedno padalo, kar prej ni bila praksa, in se uči pristajati na različnih travnatih letališčih.

15. marca 1924 je pristal na Brooks Fieldu, vendar ga vse do 19. marca ne uvrstijo na seznam kadetov, s čimer izgubi vrsto privilegijev, ki jih ima mladi kadet. Znajde se med 104 kadeti iz ZDA. Zelo strog fizični in psihični pregled poskrbi, da manj kot 45 % kadetov konča šolanje. Le redki uspejo prepričati posebno komisijo, da so sposobni leteti, večina jih po odločitvi »Benzin Boarda« konča zaradi slabega obnašanja ali akademskih pomanjkljivosti. Kadeta dobesedno izplaknejo (ang.: wash out). Prestavljen je na Kelly Field – almo mater vojaških letalcev. Tu so trenirali zvrte (ang. spin), sodčke, imelmane, kubanske osmice, obrate čez krila, hrbtni raversman, luping in podobno.

Septembra 1926 dobi »letalska krilca«. Kaj se je naučil, opiše v VI. poglavju. Nekajkrat omeni tudi razvoj padal in svoje izkušnje, ko je moral zapustiti letalo. Zapiše tudi misel: »Če ga rabiš (padalo) in ga nimaš, ga nikoli več ne boš potreboval.« Sklene, da se bo pridružil zračni pošti.

Kaj vse je doživel, kolikokrat je strmoglavil in v kakšnih pogojih je letel, opisuje v VII. poglavju. Postane vodja poštних pilotov in prenaša pošto na relaciji St. Louis–Chicago. Takrat je letalska pošta med New Yorkom in San Franciscom potovala 36 ur, vlak pa je porabil za to pot 4 dni.

V VIII. poglavju avtor pripoveduje, kako je preživel dva skoka s padalom, in konča z mislijo o tem, kako bodo ZDA prepletene s poštными linijami.

IX. poglavje nas seznani z idejo Raymonda Orteiga, ki je leta 1919 izzval letalsko javnost s plačilom 25.000 dolarjev tistemu, ki bo prvi preletel razdaljo med New Yorkom in Parizom. Avtor prizna, da se je z idejo prvič ukvarjal poleti leta 1922. Ugotovil je, da je kar nekaj ljudi naklonjenih ideji in pripravljenih za poskus tudi plačati. Povrh so v letalstvo prišle tudi številne izboljšave tako glede materialov, iz katerih so izdelovali letala, navigacijskih naprav, izboljšali so se tudi letalski motorji. Izbral si je enomotorca Wright Whirlwind J. 5. C. 200-H.P. z zračno hlajenim motorjem.

V X. poglavju z avtorjem podoživimo ves polet od New Yorka do Pariza, njegov sprejem v različnih evropskih mestih, časti, ki so mu bile podeljene, in njegova razmišljanja o bodočnosti medcelinskih poletov. Na poti ni imel vedno lepega vremena. Ko se je bližal irski obali, je spraševal ribiče pod seboj: »Which way is Ireland?« Lindbergh nekajkrat omeni, da sta pred njegovim poletom poizkušala preleteti razdaljo med Evropo in Ameriko francoska pilota Nungesser in Coli. Žal nista imela sreče. Na koncu avtor tudi pove, zakaj je izbral naslov knjigi »Mi«. Pomenil naj bi, da Lindbergh ni bil sam pri junaškem dejanju, ki ga je opravil, ampak je bila z njim vsa letalska in svetovna javnost.

Mreža za talno gretje **Raychem®**

Profesionalna mreža za talno ogrevanje za **poslovne prostore in domačo uporabo**.

- **20-letna garancija**
- **varna tehnologija**
- **maksimalna učinkovitost**

Strokovno montažo izvede Hennlich.



HENNlich d.o.o., Ul. Mirka Vadnova 13, 4000



HENNlich

Pokličite nas:

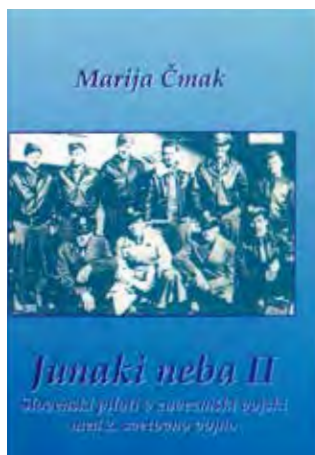
041 386 033



www.hennlich.si

MARIJA ČMAK: JUNAKI NEBA – SLOVENSKI PILOTI V ZAVEZNIŠKI VOJSKI MED 2. SVETOVNO VOJNO

V obdobju 2007–2017 je Marija Čmak izdala osem knjig, ki so posvečene slovenskim in zavezniškim pilotom med 2. svetovno vojno, njihovim usodam, gradnji partizanskih letališč na osvobojenem ozemlju, požrtvovalnosti partizanskih kurirjev in partizanskih enot, ki so reševali zavezniške letalce, domačinom, ki so jih za ceno svojega življenja reševali pred domobranci, italijanskimi in nemškimi okupacijskimi enotami in jih po skrivnih poteh vodili do partizanskih letališč, s katerih so odleteli v Bari in se ponovno priključili svojim enotam in leteli.



Avtorica je doma iz Bele krajine, ki je bila med 2. svetovno vojno osvobojeno ozemlje. Kot pravi sama, so vse poti vodile v Semič. Po skritih poteh so v Semič prihajali zavezniški letalci, begunci in ranjenci.

Pričevanja o medvojnih dogodkih so iz prve roke. Brez olepšav in mnogokrat z besedami resničnih oči-vidcev, ki se dogodkov zelo natančno spominjajo. Ob koncu vojne je bila avtorica stara 17 let in verjamemo lahko, da so dogodki opisani tako, kot so se zgodili. Tudi opisi neposrednih srečanj z ameriškimi piloti in iskric ljubezni, ki so preskočile kljub grozotam 2. svetovne vojne, s katerimi so bili obdani in jim bili neposredno izpostavljeni.

Posadke zavezniških letal, ki so opravljale bojne naloge bombardiranja nemških ciljev, so imele vedno s seboj zemljevide z vrisanimi položaji partizanov v Sloveniji. Če bi bila letala zadeta in ne bi mogla nadaljevati povratka v bazo, naj bi posadka izskočila in se spustila na partizanska območja, da ne bi prišla v nemško ujetništvo. Zavezniki so vedeli, da slovenski

domobranci in orožniki izročajo zavezniške letalce Nemcem, pri zajetju pa jih mučijo in celo ubijajo.

Prostor nam ne dopušča, da bi predstavili vse zgodbe. Treba jih je prebrati in se tako spoznati z našo zgodovino, ki jo nekateri želijo obrniti na glavo.

General major Nathan F. Twinning, poveljnik 15. zračne sile ZDA, Foggia, je pomladi 1945 zapisal: »Pred 14 meseci so naša letala začela preletavati ozemlje Jugoslavije in mnogo ameriških letalcev se je moralo prisilno spustiti na tla. Da niso v nemškem ujetništvu, pač pa so še vedno svobodni letalci v svojih enotah, je zasluga pogumnih jugoslovanskih ljudi. Tvegajoč lastna življenja in varnost svojih družin, ste rešili na stotine življenj naših letalcev, jim nudili zdravniško pomoč, jih nahranili in pospremili na varno.«

Opisani dogodki v osmih knjigah pripovedujejo o humanih odnosih, ki so se stkali med ljudmi z različnih koncev sveta, ki jih je krutost vojnega časa zanesla na naša tla in zbližala v boju za preživetje. Reševanje zavezniških posadk je bilo vedno tekma s časom in boj proti skupnemu sovražniku za ohranitev človeških življenj. Rešitev več kot 800 zavezniških pilotov in članov posadk je neizpodbiten dokaz o tem, na kateri strani so bili domačini Semiča in drugih krajev.

Avtorica se je po osvoboditvi še nekajkrat srečala z zavezniškimi piloti, ki so se vračali v Slovenijo. Bila je tudi večkrat nagrajena, med drugim tudi z redom srebrne zvezde maršala Tita. Knjige so bile izdane v samozaložbi in po besedah avtorice jih je le še nekaj na razpolago. Preberite jih in prepričan sem, da boste lahko z dvignjeno glavo stopali skozi življenje kot Slovenci! Samozaložba, ISBN 978-961-245-326-8, cena 25–35 evrov. Naročila po telefonu: 031-31 50 79.

NOVE KNJIGE

- [1] Anonim: **Applikationen und Subsysteme für den Maschinenbau** – Uporaba in predstave v strojništvu – Brošura predstavlja merilno tehniko firme Wika za uporabo na področju strojništva, predvsem na temeljnih področjih, kot so: kompresorji, hidravlika, mazanje, črpalke, naprave in sistemi. Primeri uporabe se nanašajo na merjenje tlaka, temperature, nivoja in toka. Z grafično predstavitevijo so ponazorjeni načini uporabe različnih merilnikov. Podane so vse tehnične informacije in pregledi posameznih vrst merilnikov. Brošura se lahko naroči kot knjiga ali kot e-knjiga na spletnem naslovu: www.wika.de.
- [2] Anonim: **Thread Identification and Measurement Guide** – Identifikacija in merjenje navojev – V podjetju **Brennan Industries Inc.** iz Solona, Ohio, ZDA, so pripravili navodilo za identifikacijo in meritve navojev, ki se uporabljajo pri različnih izvedbah cevni priključkov, posebno v hidravličnih napravah. Brošura na 28-tih straneh nudi koristne informacije, ilustracije in izčrpna navodila za merjenje navojev 15-tih vrst različnih navojnih cevni priključkov vseh standardnih izmer. Tiskana je na kakovostnem papirju za uporabo v težki industriji. Na voljo je brezplačno. Naroči se z izpolnitvijo ustreznega obrazca na spletnem naslovu: brennaninc.com/freeguide.
- [3] Helduser, S.: **Grundlagen elektrohydraulischer Antriebe und Steuerungen** – Knjiga o osnovah elektrohidravličnih pogonov in krmilij omogoča lahko in enostavno razumevanje sodobnega področja strojništva – točneje področja pogona in krmiljenja z elektrohidravličnimi napravami. Nazorno in praktični uporabi prirejena vsebina, poleg podrobne predstavitve sestavin in vezij, podaja tudi vse potrebne fizikalne in matematične osnove. **Zal.:** Vereinigte Fachverlage: GmbH – Vertrieb – Postfach 100465, 55135 Mainz, BRD; tel.: +06131/992-0, faks: +06131/992-100; e-pošta: vertrieb@vfmz.de, internet: www.engineering.news.net; ISBN: 978-3-7830-0387-1; obseg: 380 strani, številne ilustracije, broširana izdaja; cena: 32 EUR.
- [4] Henke, R. W.: **Fluid Power Systems & Circuits** – Učbenik za hidravlične pogone in krmilja je bil napisan že pred leti, namenjen je predvsem samoizobraževanju in kot referenčni priročnik. Na približno 800 straneh obravnava vsa pomembna vprašanja izvedb, delovanja in uporabe posameznih hidravličnih sestavin, enot in vezij. Vreden je okoli 80 USD in ga ob posameznih priložnostih založba doda drugim priročnikom s tega področja. – **Zal.:** Hydraulics and Pneumatics – naročila: www.hydraulicspneumatics.com/bookstore-0.
- [5] Johnson, J.: **Designer's Handbook for Electrohydraulic Servo and Proportional Systems** – Priročnik za konstruiranje in projektiranje elektrohidravličnih servo- in proporcionalnih sistemov obsega izčrpne informacije o:
- ▶ izračunu tlačnih izgub v hidravličnih vezjih, priključnih ploščah in krmilnih blokih,
 - ▶ kako analizirati in krmiliti različne mehanske obremenitve, vključno s transportnimi trakovi in tritočkovnimi obremenitvami,
 - ▶ dinamičnih lastnostih proporcionalnih in servoventilov in kako jih vgraditi v vaš sistem,
 - ▶ praktičnih napotilih za uporabo krmilne elektronike, vključno s senzorji in kondicionirniki signalov,
 - ▶ mobilnih elektronskih sistemih, vključno z akumulatorji in polnilniki.
- Zal.:** Hydraulics and Pneumatics – naročilo: spletni naslov: www.hydraulicspneumatics.com/bookstore-0, cena: 159,00 USD.
- [6] Khalil, M.: **Hydraulic Systems – Volume 1: Introduction to Hydraulics for Industrial Professionals** (Hidravlični sistemi – 1. del: Uvod za industrijske profesionalce hidravlike) in **Hydraulic Systems – Volume 2: Electrohydraulic Components and Systems** (Hidravlični sistemi – 2. del: Elektrohidravlične sestavine in sistemi) – Naučite se vse o pogonih in krmiljenju s hidravliko. Na Univerzi MSOE, eni prvih visokih šol v Milwaukeeju, ZDA, s programom in stolico za področje hidravlike, katerih ustanovitelj je bil prof. R. W. Henke, so pripravili izjemen učbenik za hidravlične pogone in krmilja v dveh delih. Namenjen je visokošolskemu izobraževanju in samoizobraževanju. Strokovna vsebina je namenjena študentom in industrijskim strokovnjakom kot učbenik, priročnik in navodila za laboratorijsko delo skupaj z enoletno licenčno brezplačno uporabo »hidravličnega kalkulatorja za dimenzioniranje hidravličnih sestavin – »**Hydraulic Component Sizing Calculator**« in drugimi prilogami. **Zal.:** MSOE Fluid Power Professional Education – kontaktni naslov: dr. Medhat Khali, tel.: +414-940-2232. E-pošta: khali@msoe.edu, internet: www.msoe.edu/seminars; Vol. 1, ISBN: 978-0-692-62236-0; Vol. 2, ISBN: 978-0-9977634-2-3.
- [7] Vasiliu, N., Vasiliu, D.: **Simulation of Fluid Power Systems with LMS AMESiM** – Simulacija sistemov fluidne tehnike s programskim paketom LMS AMESiM. **Zal.:** CRC Press; 2018; ISBN – 10: 1482253550 in ISBN – 13: 978-148225359.

ZNANSTVENE IN STROKOVNE PRIREDITVE

A. Stušek, uredništvo revije Ventil

- » Internationale Fluidtechnische Kolloquium (IFK)
Mednarodni kolokvij fluidne tehnike
19. – 21. 03. 2018 | Aachen, ZR Nemčija

Osnovna organizatorja:

- ▶ RWTH-IFAS
- ▶ Fachgemeinschaft Fluidtechnik im VDMA

Uvodni predstavitvi:

- ▶ prof. dr. ing. Hubertus Murrenhoff – IFAS
- ▶ Christian H. Kienzle – predsednik Fachgemeinschaft Fluidtechnik

Izhodiščna predavanja:

- ▶ Post, P. (Festo): Digitalizacija v pnevmatiki za povečano učinkovitost avtomatizacije
- ▶ Haack, S.: Industrijska hidravlika – ali smo res na smeri upoštevanja industrije 4.0?
- ▶ Saunders, A.: Gradnja svetovno najbolj dinamičnega humanoidnega robota

Informacije: www.ifk2018.com

- » Die Battery Show Europe und Die Electric & Hybrid Vehicle Technology Europe
Evropska razstava baterij in Tehnologija električnih in hibridnih vozil v Evropi (sejemski dvojček)
15. – 17. 05. 2018 | Hannover, ZRN

Organizator:

- ▶ Messe Hannover

Informacije: www.messe.de

Več podrobnosti: prispevek v rubriki Zanimivosti na spletnih straneh – str. 79

- » 8th International Conference on Recent Advances in Aerospace Actuation Systems and Components
8. Mednarodna konferenca o najnovejših dosežkih pri pogonskih in krmilnih sistemih ter sestavinah v letalski in vesoljski tehniki
29. – 31. 05. 2018 | Toulouse, Francija

Informacije: jean-charles.mare@inou-toulouse.fr

- » Sensor -Test 2018
Sejem merilne opreme in preskušanja 2018
26. – 28. 06. 2018 | Nürnberg, ZR Nemčija

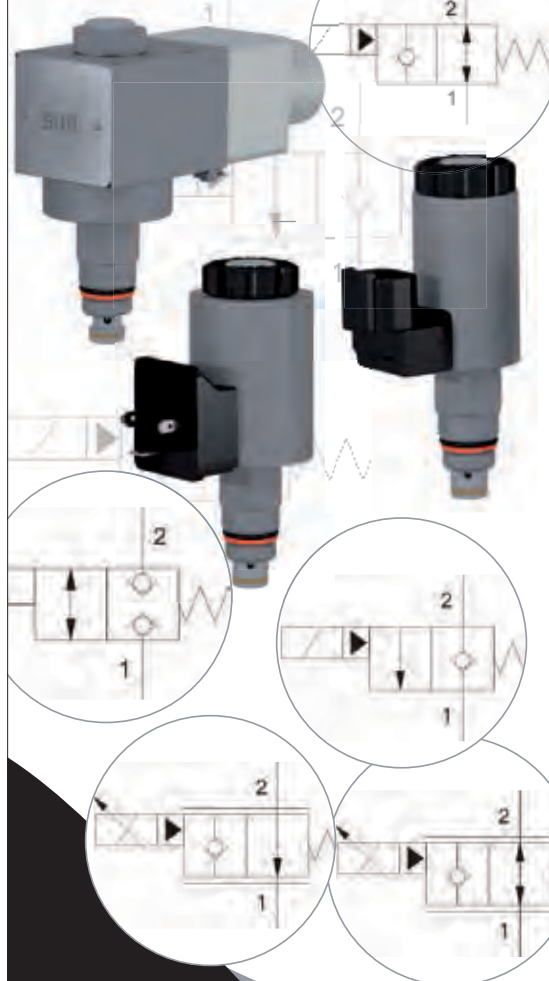
Informacije: www.sensor.test.de



Elektromagnetni & Ventili

in Tuljave SUN FLeX™

- Plavajoča izvedba konstrukcije ventilov
- 10 milijonov vklopno-izklopnih delovnih ciklov
- Rešitve cenovno primerljive s konkurenčnimi na trgu
- Ventili primerni za visoke pretoke
- Ekstremno nizko notranje puščanje
- Ventili primerni za eksplozijsko nevarna področja



SUN hydraulik
GmbH

Brüsseler Allee 2 | 41812 Erkelenz | Germany
Tel.: +49 24 31/80 91 0 | Fax: +49 24 31/80 91 19
sales@sunhydraulik.de | www.sunhydraulik.de

ZANIMIVOSTI NA SPLETNIH STRANEH

- [1] **Kitajsko-nemški inovacijski forum senzorike deluje** – www.ama-senzorik.de – Nemško združenje za senzoriko in merilno tehniko (*Verband für Sensorik und Messtechnik* – AMA) in kitajsko Združenje za senzoriko in IIoT (SIA) sta na prireditvi *Sensor + Test 2017* v Nürnbergu ustanovila Kitajsko-nemški inovacijski forum, ki bo predstavljal osnovo za izmenjavo tehnično-tehnoloških in tržnih informacij. Pomen foruma sta poudarila namestnik kitajskega ministra za industrijo in informacijsko tehnologijo *Xueshang Yang* ter predsednik nemškega združenja AMA Peter Krause, še posebej upoštevajoč sodobne smeri razvoja industrije 4.0 in digitalizacije.
- [2] **Medijem kompatibilni dajalniki tlaka** – www.amsys.de – Že leta nazaj so se za merjenje tlaka v hidravličnih napravah uveljavljali dajalniki tlaka iz nerjavega jekla, v katerih sta merilni medij – hidravlično olje – in silicijeva merilna celica ločena z jekleno membrano. Ti senzorji so primerni za absolutne in relativne meritve, kalibrirani na trdne izhodiščne vrednosti, temperaturno kompenzirani in prirejeni za neposredno vgradnjo. Različne izvedbe so primerne tudi za kritične primere uporabe: od merjenja napajalnega, delovnega in krmilnega tlaka, nadzora filtrov in toka do merjenja ravni hidravličnega olja v rezervoarju ter tlaka plina v hidravličnem akumulatorju.
- [3] **Učinkoviti in elegantni filtri** – www.argo-hytos.com – Podjetju *ARGO-HYTOS GmbH* je uspelo združiti učinkovitost delovanja in elegantnost konstrukcije filtrov, ki zagotavljajo velike tokove ob majhni izgubi tlaka. Njihov visokotlačni filter vrste HFL s korozijsko odpornim ohišjem iz plemenitega jekla je primeren za uporabo v ekstremnih pogojih okolja. Značilna področja uporabe so: energetska industrija in gospodarstvo ravnanja z odpadki, podobno pa tudi rudarstvo in pomorstvo. Njihove prednosti so:
- ▶ enostavnost vgradnje v cevovode,
 - ▶ opremljenost z optičnim ali električnim indikatorjem onesnaženosti,
 - ▶ majhen padec tlaka ter
 - ▶ sodobna, prostorsko nezahtevna konstrukcijska zasnova.
- [4] **Napredni pnevmatični ventili AVENTICS** – www.aventics.com/us (ali info.us@aventics.com) – Podjetje *AVENTICS* je razvilo napredne pnevmatične ventile za naslednjo generacijo strojev. Njihove odlike so: energijska učinkovitost, kompaktnost konstrukcije in vsestranskost uporabe. Tržijo se pod imenom *AVENTICS AV* (*Advanced valves*). Odlikuje jih edinstvena diagonalna zasnova, ki zagotavlja največjo učinkovitost v vseh pogledih. Prihranki govorijo sami po sebi, so do 40 % lažji, zahtevajo do 45 % manj prostora in porabijo okoli 20 % manj stisnjenega zraka. Delujejo učinkovito z *AES-elektroniko* (*Advanced Electric Systems*), vstopno-izstopnimi busmodeli ter elektropnevmatičnimi regulatorji tlaka.
- [5] **Industrijski internet za stvari (IIoT)** – www.aventics.com/us – Kaj zavira hitrejšo uvajanje uporabe IIoT, posebno na področju fluidne tehnike – hidravlike in pnevmatike? Del odgovorov daje avtor *Mark Densley* v prispevku: *Industrial Internet of Things: What's Holding Us Back?* – *Hydraulics & Pneumatics* 70 (2017), 10, str. 26.
- [6] **Več konceptov montažne tehnike za industrijo 4.0** – www.boschrexroth.de – Podjetje Bosch Rexroth v svojem raziskovalnem centru (*Centrum Industrial IT – CIIT*) v Lengoju nadaljuje razvoj programa Innovation Hub OWL. Tam sta dejavna dva sodelavca. V zadnjih dveh letih so razvili t. i. programski paket *Assistenz system Active Assist*, ki je tik pred tržnim uvajanjem. Združuje montažna delovna mesta z virtualnim svetom, ki se nanašajo na koncept montažne tehnike s temo Človek v industrijskem okolju 4.0 (*Mensch in Umwelt Industrie 4.0*). V CIIT lahko partnerji iz gospodarstva in industrije skupaj raziskujejo in razvijajo sodobne izdelke.
- [7] **Hidrostatska enota črpalka-motor z notranjim ozobjem** – www.bucher-hydraulics.com – Podjetje *Bucher Hydraulics* je razvilo novo hidrostatsko enoto črpalka-motor, primerno za 2- ali 4-kvadrantni pogon pri spremenljivih vrtilnih frekvencah. Njene osnovne prednosti so:
- ▶ dolga življenjska doba tudi pri izrazito spremenljivih ciklih obremenjevanja,
 - ▶ visoka zanesljivost tudi pri spremenljivih vrtilnih frekvencah,
 - ▶ majhna nihanja toka in tlaka ter
 - ▶ mogoča hitra sprememba smeri vrtenja v milisekundah.
- [8] **DICSA – nov logistični center za FT v Nemčiji** – www.dicsaes.com – V ZR Nemčiji so osnovali nov vodilni svetovni logistični center za cevne priključke iz nerjavnega jekla z mednarodno referenco za dobavo hidravličnih in pnevmatičnih armatur, cevnih priključkov in drugih sestavin fluidne tehnike. V ZRN garantirajo dobavo v 24 urah. Pri izdelavi mišljijo na vas! Njihov naslov je: 7631 Malsh, BRD; tel.: +34 976 464 106, e-pošta: export@dicsaes.com.
- [9] **Snovanje hidravličnih krmilij brez znanja programiranja** – www.hawe.com – Podjetje *HAWE* s programskim paketom *eDesign* predstavlja možnosti računalniškega projektiranja hidravličnih krmilij prvič z grafično programsko površino.

Programski paket ne zahteva posebnega znanja programskih jezikov in paketov za snovanje hidravličnih sistemov in omogoča neposredno povezavo z elektronskim krmiljenjem. Programska površina za snovanje elektronskega krmiljenja temelji na oblakih, ki uporabnikom nudi pregleden prikaz z intuitivno uporabo. Kompleksni sestav tisoče vrstic programskega koda je zamenjan z grafičnim prikazom. Tako tudi laiki lahko opravljajo kompleksno programiranje.

- [10] **Seminarji iz hidravlike** – www.hydraulik-akademie.de – Tudi v letu 2018 Mednarodna akademija za hidravliko (*Internationale Hydraulik Akademie – IHA*) iz Dresdna, poleg osnovnih seminarjev s področja hidravlike, organizira še modula Sistemi s senzorji obremenitve na gradbenih strojih (*Load Sensing Systeme in Baumaschinen*) in modul Hidrostatični vozni in nagibni pogoni (*Hydrostatischer Fahr-und Schwenkantriebe*) kot posebnosti hidravličnih naprav za gradbene stroje. Poleg teh seminarjev je na voljo še posebna prireditev o iskanju napak (diagnosticiranje) pri hidravličnih napravah (*Fehlersuche an Hydrauliksystemen*). Vsi seminarji so združeni s praktičnim delom v laboratoriju. Podrobne programe seminarjev lahko povzamete s spletnega naslova.
- [11] **Ocene izbire brezbatničnih pnevmatičnih valjev** – www.hydraulicspneumatics.com/cylinders-actuators/less-more-considerations-choosing-rodless-pneumatic-cylinders – Brezbatnični valji se uporabljajo za strnjene konstrukcije naprav, omogočajo enake gibe ob skoraj polovični dolžini valja. Imajo tudi druge prednosti, zahtevajo pa različno ocenjevanje. Spoznavanje in razumevanje različnih izvedb takšnih valjev omogoča projektantom pravilno izbiro in uporabo.
- [12] **Premostitveno vezje omogoča enosmerni hidravlični tok** – www.hydraulicspneumatics.com/hydraulic-valves/bridge-circuit-provides-one-way-flow – Vezava štirih protipovratnih ventilov v premostitveno vezje zagotavlja enosmerni tok ne glede na to, iz katere veje ta prihaja. Vezje zagotavlja tok samo v eni smeri skozi tlačno kompenziran regulator toka. Toda, osrednja sestavina ni nujno regulator toka, lahko je tudi filter ali druga sestavina, ki zahteva tok le v eni smeri.
- [13] **Nadzor tlaka v elektrohidravličnem agregatu** – www.hydraulicspneumatics.com/hydraulic-pumps-motors/pressure-control-electrohydraulic-power-unit – Ne glede na to, ali v sistemu uporabljamo elektrohidravlični servo- ali proporcionalni ventil, največjo točnost krmiljenja hitrosti in položaja dosežemo s stalnim tlakom napajanja iz hidravličnega agregata, ne glede na potreben tok, ki ga zahteva obremenitev. Pogosto se to doseže z uporabo tlačno kompenzirane črpalke, s hidravličnim akumulatorjem pa se krijejo konične potrebe toka.
- [14] **Visoka pnevmatična učinkovitost tudi z majhnimi ventili** – www.hydraulicspneumatics.com/pneumatic-valves/compact-valves-go-big-performance – Projektanti pri izbiri ustreznih elektropnevmatičnih tlačnih ventilov ocenjujejo linearnost, histerezo, imenski tok, ponovljivost, dinamiko, velikost in ceno. Pri tem morajo navadno tehtati med posameznimi parametri, ki zagotavljajo ustrezno funkcionalnost, in sprejemljivo ceno. Visoko učinkovitost pa lahko dosežejo le s sodobnimi kompaktno grajenimi ventili, ki omogočajo novo svobodo uporabe.
- [15] **Bluetooth dajalniki tlaka poenostavljajo iskanje napak** – www.hydraulicspneumatics.com/hydraulic-valves/bluetooth-transducer-simplifies-equipment-testing – Vzdrževalci navadno delajo sami. Pri iskanju napak pri mobilnih strojih na terenu morajo upravljati s strojem iz kabine, sočasno pa zunaj nadzorovati merilnike za preskušanje v napravi stroja. Nič več: Bluetooth ima novo tehnologijo, ki omogoča prenos podatkov, npr. z merilnika tlaka na prenosno napravo vzdrževalca.
- [16] **Druga stran uporabe povratnih filtrov** – www.hydraulicspneumatics.com/hydraulic-pumps-motors/catch-22-filtering-cais-drain-lines – Zdi se racionalno vgraditi povratni filter, ki naj zagotavlja čistost fluida v rezervoarju in s tem v celotnem sistemu. Toda vgradnja filtra v povratni vod ima lahko resno slabost, saj lahko ob zamašenem filtru povzroči povratni tlak in s tem težave s tesnjenjem in mogoče mehanske poškodbe.
- [17] **IIoT in fluidna tehnika** – www.hydraulicspneumatics.com/bringing-industrial-internet-things-fluid-power – Največja novost desetletja na področju industrijske proizvodnje je hitra rast poceni merilne opreme z računalniškim procesiranjem na in za različno proizvodno opremo. Temu se v zadnjem času pridružuje *Industrijski internet za stvari* (angl.: Industrial Internet for Things – IIoT), obetavna tehnologija za monitoring, krmiljenje in diagnosticiranje strojev. Za vsestransko uporabo pa zahteva IIoT veliko več kot le sinhronizacijo vašega pametnega telefona z vašimi napravami.
- [18] **Boljši od različnih načinov pogona?** – www.hydraulicspneumatics.com/hydraulic-pumps-motors/industrial-hydraulic-concept-offers-best-both-worlds – Električna energija se je za industrijske uporabnike po letu 2000 podražila za okroglo 100 odstotkov. Ker ni upanja, da se bo ta smer razvoja kmalu spremenila, morajo uporabniki in izdelovalci strojev poskrbeti za

boljšo energijsko učinkovitost njihovih sistemov. Najbolj učinkovita pot k temu je uporaba pogonske tehnike z elektrohidravličnimi ali elektromehanskimi pogoni, seveda v odvisnosti od razreda moči in namena stroja, sistema. Toda, kako jih primerjati?

- [19] **Pogon ventilatorjev in puhal** – info.de@bucherhydraulics.com – Hidravlični motorji z notranjim ozobjem OXM-Mobil firme *Bucher* za različne izvedbe sejalnih strojev v kmetijstvu zagotavljajo zanesljiv in tih pogon z visoko vrtilno frekvenco. Njihove prednosti so:

- ▶ visoka pogonska zanesljivost tudi pri vrtilnih frekvencah do 6000 min⁻¹,
- ▶ majhna hrupnost tudi pri zelo visokem delovnem tlaku,
- ▶ integrirano močno ležajenje za prevzem večjih zunanjih sil,
- ▶ odlične zagonske lastnosti – brez zatikanja, »stick-slip« učinka,
- ▶ integrirni krmilni ventili.

- [20] **Lahko zaznavanje tlačnih konic** – www.keller-druck.com – Firma *Keller* je razvila nov nanometer LEO 5 z lahkim zaznavanjem in zapisom koničnih vrednosti tlaka, ki ima naslednje tehnične lastnosti:

- ▶ zajemanje tlačnih konic s frekvenco > 5 kHz,
- ▶ zapis tlaka, koničnih vrednosti tlaka in temperature,

- ▶ robustno ohišje iz plemenitega jekla,
- ▶ enostavno ravnanje z dotičnim ključem ter
- ▶ prigradenima vmesnikoma USB ali Bluetooth.

- [21] **Sejemski dvojček v Hannoveru** – www.messe.de – Od 15. do 17. maja v okviru Hannoverskega sejma organizirajo dvojni sejem Evropsko razstavo baterij (*Die Battery Show Europe*) in Tehnologija električnih in hibridnih vozil v Evropi (*Die Electric & Hybrid Vehicle Technology Show Europe*). Obe razstavi predstavljata vodilna sejma inovacij na obravnavanih področjih v Evropi. Premierno sta bila predstavljena v Sindelfingnu, nadaljujeta pa se vzporedno v Hannoveru. Vstop je prost, zahteva pa predhodno prijavo. Prisotnost na konferenci je plačljiva. Več informacij na spletnih naslovih: www.thebatteryshow.eu / www.evtechexpo.eu / www.messe.de



www.staubli.si

Kaj če robot in človek (resnično) delata skupaj?

Kontakt: Brane Čenčič, Tel.: 00386 41 747 536, brane.cencic@domel.com



Stäubli is a trademark of Stäubli International AG, registered in Switzerland and other countries. © Stäubli 2016, Semaphore & Co 2014
"Man and machine" is a registered trademark of Stäubli International AG.



© Ventil 24(2018)1. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.
 © Ventil 24(2018)1. Printed in Slovenia. All rights reserved.

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

Volume Letnik 24
 Year Letnica 2018
 Number Številka 1

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

Ustanovitelj: SDFT in GZS – ZKI-FT
 Izdajatelj: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
 Glavni in odgovorni urednik: prof. dr. Janez Tušek
 Pomočnik urednika: mag. Anton Stušek
 Tehnični urednik: Roman Putrih

Znanstveno-strokovni svet:

- ▶ prof. dr. **Maja Atanasijević-Kunc**, FE Ljubljana
- ▶ izr. prof. dr. **Ivan Bajsić**, FS Ljubljana
- ▶ doc. dr. **Andrej Bombač**, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. **Peter Butala**, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. **Alexander Czinki**, Fachhochschule Aschaffenburg, ZR Nemčija
- ▶ doc. dr. **Edvard Detiček**, FS Maribor
- ▶ prof. dr. **Janez Diaci**, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. **Jože Duhovnik**, FS Ljubljana
- ▶ 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 Kopač**, POCLAIN HYDRAULICS, Žiri
- ▶ izr. prof. dr. **Darko Lovrec**, FS Maribor
- ▶ izr. prof. dr. **Santiago T. Puente Méndez**, University of Alicante, Španija
- ▶ doc. dr. **Franc Majdič**, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. **Hubertus Murrenhoff**, RWTH Aachen, ZR Nemčija
- ▶ prof. dr. **Gojko Nikolić**, Univerza v Zagrebu, Hrvaška
- ▶ izr. prof. dr. **Dragica Noe**, FS Ljubljana
- ▶ dr. **Jože Pezdirnik**, FS Ljubljana
- ▶ **Martin Pivk**, univ. dipl. inž., Šola za strojništvo, Škofja Loka
- ▶ prof. dr. **Alojz Sluga**, FS Ljubljana
- ▶ **Janez Škrlec**, inž., Razvojno raziskovalna dejavnost, Zg. Poljska
- ▶ prof. dr. **Brane Širok**, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. **Željko Šitum**, Fakultet strojarstva i brodogradnje Zagreb, Hrvaška
- ▶ prof. dr. **Janez Tušek**, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. **Hironao Yamada**, Gifu University, Japonska

Oblikovanje naslovnice in oglasov: Narobe Studio, d. o. o., Ljubljana
 Lektoriranje: Marjeta Humar, prof., Andrea Potočnik
 Prelom in priprava za tisk: Grafex agencija | tiskarna
 Tisk: Schwarz Print, d. o. o., Ljubljana
 Marketing in distribucija: Roman Putrih

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

Naklada: 1.500 izvodov
 Cena: 4,00 EUR – letna naročnina 24,00 EUR

Revijo sofinancira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS).
 Revija Ventil je indeksirana v podatkovni bazi INSPEC.
 Na podlagi 25. člena Zakona o davku na dodano vrednost spada revija med izdelke, za katere se plačuje 9,5-odstotni davek na dodano vrednost.



www.dax.si

EPSON
EXCEED YOUR VISION

**VSE V DOSEGU.
TUDI CENA.**



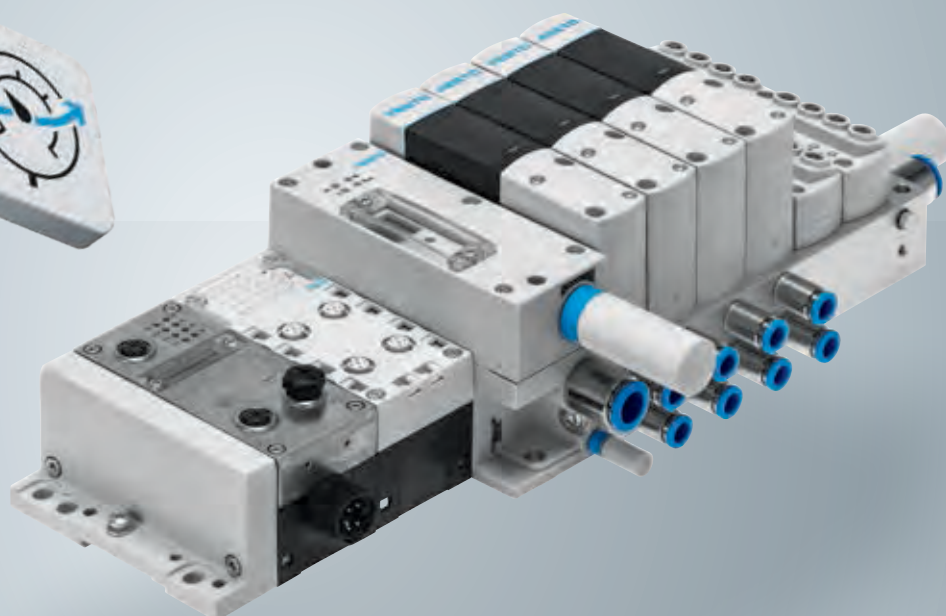
T3 SCARA

400 mm 3 kg 6.990 EUR

KONTROLER V BAZI ROBOTA RAZVOJNO OKOLJE RC+7

The Festo logo is displayed in a bold, blue, sans-serif font.

reddot award 2016
winner



Vi se zanašate na maksimalno fleksibilnost.
Vi iščete inteligentne in intuitivne rešitve.
Mi poskrbimo, da pnevmatika deluje digitalno.

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

Pnevmatika postaja digitalna: Festo Motion Terminal VTEM je prvi na svetu.

Različne funkcije, vedno ista strojna oprema! Naj bo to za standardne potne krmilne ventilske funkcije, kot na primer 4/2, 4/, 3/2 ali za prednastavitev časa gibanja, sedaj je funkcije mogoče krmiliti z uporabo aplikacij. Za največjo stopnjo fleksibilnosti ter standardizacije, zmanjšano kompleksnost in krajše čase inštalacije ter številne druge prednosti. Odkrijte več:

Festo, d.o.o. Ljubljana
Blatnica 8
SI-1236 Trzin
Telefon: 01/ 530-21-00
Telefax: 01/ 530-21-25
Hot line: 031/766947
sales_si@festo.com
www.festo.si